Комитет по образованию
Санкт-Петербургское государственное бюджетное
профессиональное образовательное учреждение
«Колледж судостроения и прикладных технологий»

ОСНОВНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА «ПРОФЕССИОНАЛИТЕТ»

Среднее профессиональное образование

Образовательная программа
подготовки специалистов среднего звена

Специальность
15.02.09 Аддитивные технологии

На базе среднего общего образования

Форма обучения очная

Квалификация(и) выпускника
техник-технолог

Одобрено на заседании педагогического совета: протокол № 3 от 03.02. 2025 г.

приказ № 34 от 03.02 2025 г.

Утверждено Приказом СПб ГБПОУ КСиПТ Директор СПб ГБПОУ КСиПТ

_____ /М.Г. Добрякова
подпись

Согласовано с предприятием-работодателем ООО «Кингисеппский машиностроительный завод» Директор учебного центра ООО «Кингисеппский машиностроительный завод»

_____ /Н.М. Мельник
подпись

2025 год

Лист согласования (оборотный лист в соответствии с ЛНА)

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий

Рассмотрено на заседании Методической комиссии СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий» « 24 » января 2025 г.

Разработчики программ:

1. Дисциплины социально-гуманитарного цикла – Галий И.Э., Алексашина С.О., Злобина М.И., Крюков А.В., Плахотина А.Б., Натекина О.А., Авдеева С.В.

2. Дисциплины общепрофессионального цикла – Спиридонова Е.А., Ринейская Я.В., Злобина М.И., Лухманова Е.В., Шматок С.Л., Кулагина А.А., Головко А.Н., Имамбаева Л.М., Алексашина С.О.

3. Профессиональные модули – Ринейская Я.В., Шматок С.Л.

4. Программы практик – Тихомирова Н.В.

Перечень работодателей - представителей кластера, участвующих в разработке данной ОПОП-П:
1. ООО «Кингисеппский машиностроительный завод»;
2. АО «Адмиралтейские верфи».

Содержание

Раздел 1. Общие положения.....5

1.1. Назначение основной профессиональной образовательной программы 5

1.2. Нормативные документы.....5

1.3. Перечень сокращений. 5

Раздел 2. Основные характеристики образовательной программы 6

Раздел 3. Характеристика профессиональной деятельности выпускника 7

3.1. Области профессиональной деятельности выпускников:.....7

3.2. Профессиональные стандарты.....7

3.3. Осваиваемые виды деятельности.....9

Раздел 4. Планируемые результаты освоения образовательной программы 10

4.1. Общие компетенции 10

4.2. Профессиональные компетенции.....13

4.3. Матрица компетенций выпускника 28

Раздел 5. Примерная структура и содержание образовательной программы.....36

5.1. Учебный план.....36

5.2. Обоснование распределения вариативной части образовательной программы 42

5.3. План обучения в форме практической подготовки на предприятии (на рабочем месте).....47

5.2. Календарный учебный график.....50

5.3. Рабочие программы учебных дисциплин и профессиональных модулей. 60

5.4. Рабочая программа воспитания и календарный план воспитательной работы. 60

5.5. Практическая подготовка.....60

5.6. Государственная итоговая аттестация.....60

Раздел 6. Условия реализации образовательной программы.....61

6.1. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение образовательной программы 61

6.2. Применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.....61

6.3. Кадровые условия реализации образовательной программы 62

6.4. Примерные расчеты финансового обеспечения реализации образовательной программы 62

Приложение 1. Рабочие программы профессиональных модулей и практик.

Приложение 1.1. Методические рекомендации по выполнению практических и лабораторных работ по модулям.

Приложение 1.2. Контрольно-оценочные материалы по модулям.

Приложение 2. Рабочие программы учебных дисциплин.

Приложение 2.1. Методические рекомендации по выполнению практических и лабораторных работ по учебным дисциплинам.

Приложение 2.2. Контрольно-оценочные материалы по учебным дисциплинам.

Приложение 3. Материально-техническое оснащение специальных помещений.

Приложение 4. Порядок организации государственной итоговой аттестации.

Приложение 5. Рабочая программа воспитания.

Раздел 1. Общие положения

1.1. Назначение основной профессиональной образовательной программы

Настоящая основная профессиональная образовательная программа «Профессионалитет» (далее – ОПОП-П) по специальности разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии, утвержденным приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 8 ноября 2023 № 835 (далее – ФГОС, ФГОС СПО) и с учетом ПОП-П по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии (https://reestrspo.firpo.ru/listview/FGOSRegister, ID 1079).

ОПОП-П определяет объем и содержание среднего профессионального образования по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии, требования к результатам освоения образовательной программы, условия реализации образовательной программы.

ОПОП-П разработана для реализации образовательной программы на базе среднего общего образования

1.2. Нормативные документы

Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии (Приказ Минпросвещения России от 08.11.2023 №835);

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам среднего профессионального образования (Приказ Минпросвещения России от 24.08.2022 г. № 762;

Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего профессионального образования (Приказ Минпросвещения России от 08.11.2021 № 800) (далее – Порядок);

Положение о практической подготовке обучающихся (Приказ Минобрнауки России № 885, Минпросвещения России № 390 от 05.08.2020);

Перечень профессий рабочих, должностей служащих, по которым осуществляется профессиональное обучение (Приказ Минпросвещения России от 14.07.2023 № 534);

Перечень профессий и специальностей среднего профессионального образования, реализация образовательных программ по которым не допускается с применением исключительно электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (приказ Минпросвещения России от 13.12.2023 № 932);

Постановление Правительства Российской Федерации от 13 октября 2020 г. № 1681 «О целевом обучении по образовательным программам среднего профессионального и высшего образования»;

Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 882/391 «Об организации и осуществлении образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ»;

Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 05.10.2020 №697н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по аддитивным технологиям»;

Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29.06.2021 №431н «Об утверждении профессионального стандарта «Оператор металлорежущих станков с числовым программным управлением»;

1.3. Перечень сокращений.

ВЧ – вариативная часть образовательной программы;

ГИА – государственная итоговая аттестация;

ДЭ – демонстрационный экзамен;
ДПБ – дополнительный профессиональный блок;
МДК – междисциплинарный курс;
ОК – общие компетенции;
ОП – общепрофессиональный цикл;
ОТФ – обобщенная трудовая функция;
ОЧ – обязательная часть образовательной программы;
СГ – социально-гуманитарный цикл;
ПА – промежуточная аттестация;
ПК – профессиональные компетенции;
ПМ – профессиональный модуль;
ОПОП-П – основная профессиональная образовательная программа «Профессионалитет»;
П – профессиональный цикл;
ПП- производственная практика;
ПС – профессиональный стандарт,
ТС – технические средства;
ТФ – трудовая функция;
УМК – учебно-методический комплект;
УП – учебная практика;
ФГОС СПО – федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования.

Раздел 2. Основные характеристики образовательной программы

Параметр	Данные
Отрасли, для которых разработана ОПОП-П	Машиностроение
Перечень профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников (при наличии)	Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 5 октября 2020 г. № 697н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по аддитивным технологиям»
Специализированные допуски для прохождения практики, в том числе по охране труда и возраст до 18 лет	Прохождение обязательных предварительных (медицинских осмотров (обследований); Прохождение противопожарного инструктажа; Прохождение инструктажа по охране труда на рабочем месте
Реквизиты ФГОС СПО	*Приказ Минпросвещения России от 08.11.2024 № 835*
Квалификация выпускника	Техник- технолог
Направленности (при наличии):	-
Вид деятельности по освоению профессии рабочих, должности служащих	Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)
Нормативный срок реализации на базе СОО:	2 года 10 мес.
Нормативный объем образовательной программы на базе СОО:	4464 ак.ч.
Согласованный с работодателем срок реализации образовательной программы	2 года 10 мес.

Согласованный с работодателем объем образовательной программы	4464 часа	
Рекомендуемое количество часов практики за весь период обучения / из них количество часов производственной практики	957/453	
Структура образовательной программы	**Объем, в ак.ч.**	**в т.ч. в форме практической подготовки**
Обязательная часть образовательной программы	**2952**	**1591**
социально-гуманитарный цикл	**402**	**68**
общепрофессиональный цикл	**1081**	**314**
профессиональный цикл	**1469**	**1209**
в т.ч. практика: - учебная - производственная	900 - 453 - 447	900 - 453 - 447
Вариативная часть образовательной программы	**1296**	**578**
в т.ч. дополнительный профессиональный блок (не менее 50% объема вариативной части образовательной программы), включая цифровой образовательный модуль	574	434
Промежуточная аттестация	**180**	
ГИА в форме демонстрационного экзамена + диплом	**216**	
Всего	**4464**	**2169**

Раздел 3. Характеристика профессиональной деятельности выпускника

3.1. Области профессиональной деятельности выпускников:

10 Архитектура, проектирование, геодезия, топография и дизайн; 25 Ракетно-космическая промышленность; 28 Производство машин и оборудования; 29 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования; 30 Судостроение; 31 Автомобилестроение; 32 Авиастроение; 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности.

3.2. Профессиональные стандарты

Перечень профессиональных стандартов, учитываемых при разработке ОПОП-П:

№	Код и Наименование ПС	Реквизиты утверждения	Код и наименование ОТФ	Код и наименование ТФ
1	**40.159** Специалист по аддитивным технологиям	Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 5	ОТФ А Обеспечение производства изделий методами аддитивных технологий	ТФ А/01.4 Выполнение несложных мероприятий по контролю технологий аддитивного производства

		октября 2020 г. № 697н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по аддитивным технологиям»		ТФ A/02.4 Ведение учетной документации по технологиям аддитивного производства
			ОТФ B Производство несложных изделий методами аддитивных технологий	ТФ B/01.5 Проектирование модели несложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий
				ТФ B/02.5 Постановка на производство методами аддитивных технологий несложных изделий
				ТФ B/03.5 Контроль качества несложных изделий, изготовленных методами аддитивных технологий
2.	ПС 40.222 Оператор металлорежущих станков с числовым программным управлением	Приказ Минтруда России от 29 июня 2021 г. № 431н	**ОТФ A** Изготовление простых деталей типа тел вращения на токарных универсальных станках с ЧПУ	ТФ A/01.2 Обработка заготовки простой детали типа тела вращения с точностью размеров по 12-14-му квалитету на токарном универсальном станке с ЧПУ
				ТФ A/02.2 Контроль параметров простой детали типа тела вращения с точностью размеров по 12-14-му квалитету, изготовленной на токарном универсальном станке с ЧПУ
			ОТФ B Изготовление простых деталей не типа тел вращения на универсальных сверлильных, фрезерных или расточных станках с ЧПУ	ТФ B/01.2 Обработка заготовки простой детали не типа тела вращения с точностью размеров по 12-14-му квалитету на сверлильном, фрезерном или расточном станке с ЧПУ
				ТФ B/02. 2 Контроль параметров простой детали не типа тела вращения с точностью размеров по 12-14-му квалитету, изготовленной на универсальном сверлильном, фрезерном или расточном станке с ЧПУ
			ОТФ C Изготовление деталей средней сложности типа тел вращения на токарных	ТФ C/01.3 Обработка заготовки детали средней сложности типа тела вращения с точностью размеров до 8-го квалитета на токарном станке с ЧПУ с многопозиционной револьверной головкой

				ТФ C/02.3 Контроль параметров детали средней сложности типа тела вращения с точностью размеров до 8-го квалитета, изготовленной на токарном станке с ЧПУ с многопозиционной револьверной головкой
			ОТФ D Изготовление деталей средней сложности не типа тел вращения на 3-координатных сверлильно-фрезерно-расточных обрабатывающих центрах с ЧПУ	ТФ D/01.3 Обработка заготовки детали средней сложности не типа тела вращения с точностью размеров до 8-го квалитета на 3-координатном сверлильно-фрезерно-расточном обрабатывающем центре с ЧПУ
				ТФ D/02.3 Контроль параметров детали средней сложности не типа тела вращения с точностью размеров до 8-го квалитета, изготовленной на 3-координатном сверлильно-фрезерно-расточном обрабатывающем центре с ЧПУ

3.3. Осваиваемые виды деятельности

Наименование видов деятельности	Код и наименование ПМ
Виды деятельности	
Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования;	ПМ.01. Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования
Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства;	ПМ.02. Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства
Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий.	ПМ.03 Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий
Виды деятельности по освоению одной или нескольких профессий рабочих, должностей служащих	
Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)	ПМ.04 Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)

Раздел 4. Планируемые результаты освоения образовательной программы

4.1. Общие компетенции

Код ОК	Формулировка компетенции	Знания, умения [1]
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	**Умения:**
		распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части
		определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы
		выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы
		владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах
		оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)
		Знания:
		актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить
		структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях
		основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте
		методы работы в профессиональной и смежных сферах
		порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	**Умения:**
		определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации
		выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска
		оценивать практическую значимость результатов поиска
		применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач
		использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности
		использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач
		Знания:
		номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности
		приемы структурирования информации
		формат оформления результатов поиска информации
		современные средства и устройства информатизации, порядок их применения и

[1] *Приведенные знания и умения имеют рекомендательный характер и могут быть скорректированы в зависимости от профессии (специальности).*

		программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства
ОК 03	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	**Умения:**
		определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности
		применять современную научную профессиональную терминологию
		определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования
		выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи
		определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности, выявлять источники финансирования
		презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности
		определять источники достоверной правовой информации
		составлять различные правовые документы
		находить интересные проектные идеи, грамотно их формулировать и документировать
		оценивать жизнеспособность проектной идеи, составлять план проекта
		Знания:
		содержание актуальной нормативно-правовой документации
		современная научная и профессиональная терминология
		возможные траектории профессионального развития и самообразования
		основы предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности
		правила разработки презентации
		основные этапы разработки и реализации проекта
ОК 04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде	**Умения:**
		организовывать работу коллектива и команды
		взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности
		Знания:
		психологические основы деятельности коллектива
		психологические особенности личности
ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	**Умения:**
		грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке
		проявлять толерантность в рабочем коллективе
		Знания:
		правила оформления документов
		правила построения устных сообщений
		особенности социального и культурного контекста
ОК 06	Проявлять гражданско-патриотическую позицию,	**Умения:**
		проявлять гражданско-патриотическую позицию

	демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения	демонстрировать осознанное поведение
		описывать значимость своей *специальности*
		применять стандарты антикоррупционного поведения
		Знания:
		сущность гражданско-патриотической позиции
		традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений
		значимость профессиональной деятельности по *специальности*
		стандарты антикоррупционного поведения и последствия его нарушения
ОК 07	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	**Умения:**
		соблюдать нормы экологической безопасности
		определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности по *специальности*
		организовывать профессиональную деятельность с соблюдением принципов бережливого производства
		организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона
		эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях
		Знания:
		правила экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности
		основные ресурсы, задействованные в профессиональной деятельности
		пути обеспечения ресурсосбережения
		принципы бережливого производства
		основные направления изменения климатических условий региона
		правила поведения в чрезвычайных ситуациях
ОК 08	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности	**Умения:**
		использовать физкультурно-оздоровительную деятельность для укрепления здоровья, достижения жизненных и профессиональных целей
		применять рациональные приемы двигательных функций в профессиональной деятельности
		пользоваться средствами профилактики перенапряжения, характерными для данной специальности
		Знания:
		роль физической культуры в общекультурном, профессиональном и социальном развитии человека
		основы здорового образа жизни
		условия профессиональной деятельности и зоны риска физического здоровья для специальности
		средства профилактики перенапряжения

ОК 09	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	**Умения:**
		понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы
		участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы
		строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности
		кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые)
		писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы
		Знания:
		правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы
		основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика)
		лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности
		особенности произношения
		правила чтения текстов профессиональной направленности

4.2. Профессиональные компетенции

Виды деятельности	Код и наименование компетенции	Показатели освоения компетенции
Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования	ПК 1.1. Применять средства бесконтактной оцифровки и ручные измерительные инструменты для разработки электронной модели изделия, входного и выходного контроля изделия	**Практический опыт:** Практический опыт: - сканирования физических объектов; - применения измерительных инструментов; - проверки соответствия готовых изделий техническому заданию;
		Умения: - выбирать систему бесконтактной оцифровки в соответствии с поставленной задачей и особенностями объекта; - осуществлять наладку и калибровку систем бесконтактной оцифровки; - производить подготовку объекта к сканированию; - выбирать средства измерений; - определять уровень детализации при сканировании и полигонизации; - измерять и контролировать параметры изделий с применением контрольно-измерительных приборов и инструментов;

		- сканировать объекты с использованием устройств бесконтактной оцифровки; - оценивать точность оцифровки;
		Знания: - устройства для трехмерного сканирования и области их применения; - принцип действия различных систем бесконтактной оцифровки; - методы трехмерного сканирования объектов; - правила калибровки и проверки на точность устройств для трехмерного сканирования; - требования к электронным моделям, предназначенным для реверсивного инжиниринга и производства на аддитивных установках; - виды, методы, объекты и средства измерений;
	ПК 1.2. Разрабатывать и корректировать с помощью систем автоматизированного проектирования трехмерные электронные модели изделий	**Практический опыт:** - работы в системах автоматизированного проектирования (САПР); - разработки трехмерных моделей изделий для целей аддитивного производства; - подготовки трехмерные модели изделия для переноса в устройства числового программного управления аддитивных установок
		Умения: - выбирать САПР в соответствии с поставленными задачами на основании их функциональных возможностей; - подготавливать технологическую модель для изготовления с учетом особенностей оборудования и технологии изготовления изделия; - выполнять геометрические построения в ручной и машинной графике; - читать конструкторскую и технологическую документацию; - моделировать объекты, предназначенные для последующего аддитивного производства с помощью аппаратных и программных средств систем автоматизированного проектирования; - осуществлять проверку и исправление ошибок в электронных моделях;
		Знания: - методы и приемы проекционного черчения; - правила оформления и чтения конструкторской и технологической документации;

		- требования к электронным моделям, предназначенным для производства на аддитивных установках; - критерии качества изделия по точности размеров и формы, структуре материала; - требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации; - виды, методы и средства измерений; - основы взаимозаменяемости и нормирование точности; - система допусков и посадок; - квалитеты и параметры шероховатости; - методы определения погрешностей измерений; - назначение основных компонентов систем автоматизированного проектирования; - возможности и методы практического применения программных средств систем автоматизированного проектирования; - методика моделирования трехмерной объемной конструкции, оформления чертежей и текстовой конструкторской документации
	ПК 1.3. Производить обратное проектирование (реверсивный инжиниринг) изделий на основе данных бесконтактной оцифровки и/или данных, снятых вручную	**Практический опыт:** - создания редактируемых параметрических моделей, пригодных для аддитивного производства, на основе полигональных моделей изделий
		Умения: - определять пригодность полигональной модели для реверсивного инжиниринга; - проверять и исправлять ошибки в трехмерных моделях; - выравнивать полигональную модель в заданной системе координат; - выравнивать отдельные полигональные модели фрагментов изделия в единой системе координат с применением вспомогательной геометрии и построений; - осуществлять экспорт полигональной модели в САПР для последующего её изменения с учетом задач проектирования и выбираемых аддитивных технологий; - создавать твердотельную модель либо твердотельную параметрическую модель в САПР-системе для последующего её изготовления посредством аддитивных технологий;

		- осуществлять анализ отклонений построенной параметрической модели от исходной полигональной и исходного изделия.
		Знания: - специализированное программное обеспечение для реверсивного инжиниринга; - требования к полигональным моделям для целей реверсивного инжиниринга; - методы определения необходимого для полигональной модели уровня детализации и оптимизации полигональной сети в соответствии с ним; - способы определения необходимых секущих плоскостей для выровненных полигональных моделей и применения этих плоскостей для построения векторных сечений полигональных моделей; - способы разделения полигональных моделей на сегменты в соответствии с кривизной исходных поверхностей; - методы восстановления геометрии сегментов полигональных моделей с помощью поверхностей-примитивов и поверхностей свободной формы
	ПК 1.4. Создавать чертежи для целей разработки электронной модели изделия и на основе электронной модели изделия	**Практический опыт:** - разработки чертежей для создания электронной модели изделия; - создания сборочных чертежей, рабочих чертежей и чертежей общего вида на основе электронной модели;
		Умения: - выполнять графические изображения в ручной и машинной графике; - выполнять эскизы, технические рисунки и чертежи деталей, их элементов и узлов; - читать чертежи, спецификации и технологическую документацию по профилю специальности; - оформлять технологическую и конструкторскую документацию;
		Знания: - методы проекционного черчения; - приемы выполнения геометрических построений; - правила выполнения чертежей, технических рисунков, эскизов и схем; - принципы нанесения размеров; - порядок и последовательность деталирования сборочных чертежей;

		- правила нанесения допусков, посадок, параметров шероховатости поверхности, геометрических отклонений формы и расположения поверхностей на чертежах при деталировке; - правила оформления и чтения конструкторской и технологической документации; - типы и назначение спецификаций, правила их чтения и составления; - требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации
Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства	ПК 2.1. Проводить входной контроль исходного сырья	**Практический опыт:** - выполнения операций по входному контролю исходного сырья и определению расхода сырья
		Умения: - оценивать соответствие исходного материала для изготовления изделий аддитивного производства предъявляемым технологическим требованиям по химическому составу и форме; - снимать данные о текущем значении расхода исходного материала с датчиков аддитивных установок
		Знания: - порядок контроля расхода исходного материала в аддитивном производстве; - методика проверки исходных материалов для использования в аддитивных установках; - типы материалов, используемых в качестве исходных для аддитивного производства; - виды форм и состояний исходного материала для аддитивного производства
	ПК 2.2. Запускать технологический процесс при производстве изделий на аддитивных установках	**Практический опыт:** - подготовки аддитивных установок к запуску; - подготовки и загрузки рабочих материалов; - контроля процесса создания изделия на аддитивной установке;
		Умения: - осуществлять предпусковую калибровку и послеэксплуатационную чистку оборудования; - загружать исходные материалы в аддитивную установку, устанавливать технологическую подложку (платформу);

		- выполнять экстренный останов процесса производства изделия и продолжение работы после экстренного останова; - извлекать изделия из рабочей зоны аддитивной установки; - выполнять измерения и контроль параметров изделий; - определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации;
		Знания: - принципы формообразования в аддитивном производстве; - типовая структура изделия, созданного методом послойного синтеза; - виды дефектов изделий, созданных методом послойного синтеза; - назначение и область применения существующих типов аддитивных установок и используемые в них материалы; - технические параметры, характеристики и особенности различных типов аддитивных установок; - конструкции аддитивных установок; - порядок работ при изготовлении изделия на аддитивной установке; - правила безопасной эксплуатации аддитивных установок;
	ПК 2.3. Организовывать работу и обеспечивать технологический процесс на участках с аддитивными установками	**Практический опыт:** - управления процессами аддитивного производства; - организации работы участка аддитивного производства
		Умения: - рационально организовывать рабочие места, определять задачи для исполнителей, обеспечивать их предметами и средствами труда; - рассчитывать показатели, характеризующие эффективность работы основного и вспомогательного оборудования; - оптимизировать загрузку оборудования; - принимать и реализовывать управленческие решения; - мотивировать работников на решение производственных задач; - управлять конфликтными ситуациями, стрессами и рисками; - определять опасные и вредные факторы в сфере профессиональной деятельности; - оценивать состояние техники безопасности на производственном объекте; - проводить инструктаж по технике безопасности;

		- защищать свои права и права работников в соответствии с гражданским и трудовым законодательством Российской Федерации
		Знания: - особенности обеспечения работы различных видов аддитивных установок; - нормативная документация, регулирующая технологические процессы аддитивного производства; - основы организации производства, мотивации и управления персоналом; - принципы, формы и методы организации производственного и технологического процессов; - принципы делового общения в коллективе; - правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности; - особенности обеспечения безопасных условий труда в сфере профессиональной деятельности;
	ПК 2.4. Контролировать функционирование аддитивной установки, регулировать её элементы, корректировать параметры работы	**Практический опыт:** - контроля технологического процесса аддитивной установки
		Умения: - анализировать виды и последствия потенциальных отказов оборудования и нарушения технологических процессов; - анализировать визуальную сигнализацию контрольных приборов аддитивной установки; - выявлять нарушение параметров технологического процесса; - правильно эксплуатировать электрооборудование; - использовать электронные приборы и устройства;
		Знания: - причины брака, дефектов изделий; - методы контроля процесса создания изделий на аддитивных установках; - проблемы совместимости исходных материалов, технологического оборудования и технологических режимов; - устройство систем оптического контроля процесса и принципы их работы, признаки наличия ошибок, методы их выявления; - принципы функционирования автоматизированных систем управления технологическим процессом; - состав и принцип работы мехатронных модулей;

		- типы привода (электрический, гидравлический, пневматический); - типы и назначение датчиков
	ПК 2.5. Выявлять дефекты, проводить доводку и финишную обработку изделий, созданных на аддитивных установках, с применением технологического оборудования и ручных инструментов	**Практический опыт:** - выполнения работ по доводке и финишной обработке изделий, полученных посредством аддитивных технологий с применением станков, в том числе с ЧПУ, установок и аппаратов механической обработки, ручного инструмента; - проверки соответствия готовых изделий технической документации с применением измерительных инструментов
		Умения: - выбирать технологическое оборудование, инструменты для финишной обработки изделий, полученных методами аддитивных технологий; - выявлять дефекты изделий; - анализировать структурные и конструкционные недостатки изделия, погрешности изготовления и обработки; - анализировать причины дефектов изделий; - определять оптимальный технологический процесс финишной обработки изделия; - выбирать средства измерений; - выполнять измерения и контроль параметров изделий; - определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации; - определять оптимальные методы контроля качества; - осуществлять финишную обработку изделий, изготовленных на аддитивных установках, на станках, механизированным инструментом и вручную; - использовать аппараты обработки сжатым воздухом, пескодробеструйной обработки
		Знания: - критерии качества изделия по точности размеров и форме, структуре материала; - методы финишной обработки изделий, созданных посредством аддитивных технологий; - причины брака, дефектов изделий;

		- технические параметры, характеристики и особенности современных токарных и фрезерных станков с ЧПУ, координатно-расточных станков, установок гидроабразивной обработки, обработки сжатым воздухом, пескодробеструйной обработки; - методы работы с аппаратами обработки сжатым воздухом, пескодробеструйной обработки; - правила безопасной эксплуатации механического оборудования
	ПК 2.6. Диагностировать неисправности аддитивных установок	**Практический опыт:** - выявления и устранения неисправностей аддитивных установок; - диагностического контроля технического состояния аддитивных установок;
		Умения: - проводить визуальную проверку механических и оптических узлов аддитивной установки; - проводить проверку электронных узлов аддитивной установки посредством средств автоматизированного контроля; - прогнозировать отказы и обнаруживать неисправности аддитивных установок, осуществлять технический контроль при их эксплуатации; - производить диагностику оборудования и определение его ресурсов; - организовывать и выполнять наладку, регулировку и проверку аддитивных установок; - правильно эксплуатировать электрооборудование; - проводить электроизмерения; - читать принципиальные электрические схемы устройств/установок
		Знания: - физические процессы, протекающие при создании изделий на аддитивных установках различных типов; - конструкция, принцип действия, типовые неисправности аддитивных установок разных типов; - устройство систем оптического контроля процесса и принципы их работы, - признаки наличия ошибок при изготовлении изделий на аддитивных установках, методы их выявления; - алгоритм выявления и устранения неисправностей аддитивных установок; - приемы диагностического контроля технического состояния аддитивных установок;

		- электроизмерительные приборы, их назначение и правила использования; - правила электробезопасности; - профилактические мероприятия по охране окружающей среды, технике безопасности и производственной санитарии
	ПК 2.7. Выполнять операции технического обслуживания аддитивных установок	**Практический опыт:** - проведения операций технического обслуживания аддитивных установок
		Умения: - менять сменные элементы аддитивных установок; - проводить смазку/ зарядку/ заправку аддитивных установок специальными жидкостями и газами; - эффективно использовать материалы и оборудование; - заполнять технологическую документацию
		Знания: - физические принципы работы, конструкцию, технические характеристики, правила технического обслуживания аддитивных установок; - элементы систем автоматики, основные характеристики и принципы их применения в аддитивных установках и вспомогательном оборудовании; - регламент технического обслуживания аддитивных установок различных типов; - методы повышения долговечности оборудования; - приемы проведения операций по техническому обслуживанию аддитивных установок различных типов; - требования охраны труда, пожарной и экологической безопасности
Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий	ПК 3.1 Разрабатывать маршрутный технологический процесс на участках аддитивного производства	**Практический опыт:** - проектирования технологических маршрутов изготовления деталей и технологических операций; - разработки технологической документации;
		Умения: - анализировать документацию стандартного изделия аддитивного производства; - анализировать конструктивно-технологические характеристики детали, исходя из ее служебного назначения;

		- работать с текстовыми и графическими редакторами, системами инженерной графики (CAD), системами инженерных расчетов (CAE), системами подготовки производства (CAM); системами автоматизированной технологической подготовки производства (CAPP) - проектировать технологические операции, включая операции аддитивного производства; - выбирать схемы базирования, формировать маршрут технологического процесса; - разрабатывать и оформлять технологическую документацию; - осуществлять поиск в электронном архиве справочной информации, конструкторских и технологических документов о разрабатываемом технологическом процессе аддитивного производства
		Знания: - требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации; - правила технической эксплуатации и порядок работы на технологическом, измерительном и исследовательском оборудовании организации; - основы физических явлений формирования объектов с применением аддитивных технологий, - взаимовлияние параметров аддитивного технологического процесса; - влияние режимов технологического процесса аддитивного производства на качество получаемых изделий; - порядок согласования технологической документации, методы разработки технологических процессов и технологической документации; - методы абразивной резки, шлифования, полирования и травления материалов, применяемых в постобработке изделий, изготовленных методами аддитивных технологий; - приемы применения систем автоматизированного проектирования при разработке конструкции изделий, изготовляемых методами аддитивных технологий
	ПК 3.2 Проектировать операции аддитивного производства, генерировать и корректировать управляющие	**Практический опыт:** - проектирования операций аддитивного производства; - оформления технологической документации на операции аддитивного производства;

	программы аддитивных установок	- анализа проблем совместимости исходных материалов, технологического оборудования и технологических режимов; - разработки управляющих программ создания изделий на аддитивных установках
		Умения: - назначать оптимальные технологические режимы; - выполнять вычисления и обработку данных по разрабатываемому технологическому процессу аддитивного производства; - использовать вычислительную технику и программные средства для оформления производственной документации; - оформлять технологическую документацию на процессы изготовления типовых изделий аддитивного производства
		Знания: - взаимосвязь между изменением режимов аддитивной установки и качеством изделия; - устройство технологического, измерительного и исследовательского оборудования и принципы его работы; - критерии качества изделия по точности размеров и формы, структуре материала
	ПК 3.3 Проводить анализ конструкторской документации с целью повышения технологичности применительно к аддитивным технологиям	**Практический опыт:** - анализа конструкторской документации на технологичность конструкции; - подготовки электронной модели для изготовления с учетом особенностей оборудования и технологии изготовления
		Умения: - подготавливать электронную модель для изготовления изделия с учетом особенностей оборудования, технологии изготовления и требований конструкторской документации; - осуществлять выбор параметров аддитивного технологического процесса для обеспечения заданных свойств и требуемой точности изделия; - разрабатывать управляющие программы; - читать конструкторскую и технологическую документацию;
		Знания: - правила чтения конструкторской и технологической документации;

		- требования к электронным моделям, предназначенным для производства на аддитивных установках; - критерии качества изделия по точности размеров и формы, структуре материала; - требования государственных стандартов ЕСКД и ЕСТД; - система допусков и посадок; - квалитеты и параметры шероховатости; - влияние параметров технологических режимов на качество получаемых изделий; - причины брака, дефектов изделий;
Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)	ПК 4.1. Выполнять обработку заготовок, деталей на сверлильных, токарных, фрезерных станках, станках с программным управлением с использованием пульта управления	**Практический опыт:** - работы на токарных станках различных конструкций и типов по обработке - деталей различной конфигурации; работы на фрезерных станках.
		Умения: - определять режимы резания по справочнику и паспорту станка; - рассчитывать режимы резания по формулам, находить требования к режимам обработки по справочникам при разных видах обработки; - составлять технологический процесс обработки деталей, изделий на металлорежущих станках
		Знания: - основы теории резания металлов в пределах выполняемой работы; - правила определения режимов резания по справочникам и паспорту станка; - принцип базирования; - основные понятия и определения технологических процессов изготовления деталей и режимов обработки; - назначение и правила применения, правила термообработки режущего инструмента, изготовленного из инструментальных сталей, с пластинками твердых сплавов или керамическими, его основные углы и правила заточки и установки; - наименование, назначение и условия применения наиболее распространенных универсальных и специальных приспособлений; - порядок оформления технологической документации; - инструментальные материалы и их выбор для изготовления инструмента;

		общие сведения о проектировании технологических процессов изготовления деталей и режимов обработки; устройство, кинематические схемы и принцип работы металлообрабатывающих станков и станков с программным управлением, и правила их наладки.
	ПК 4.2. Осуществлять наладку обслуживаемых станков	**Практический опыт:** - наладки фрезерных и токарных станков на различные виды работ; - контроля качества выполненных работ.
		Умения: - осуществлять поиск неисправностей и их устранение в механических и электрических системах.
		Знания: - правила технического обслуживания и способы проверки, нормы точности станков токарной, фрезерной группы и станков с ЧПУ; - системы программного управления станками и станочными системами; правила настройки и регулировки контрольно-измерительных инструментов и приборов; - порядок применения контрольно-измерительных инструментов; грузоподъемное оборудование, применяемое в металлообрабатывающих цехах; - системы программного управления станками; - правила установки перфолент в считывающее устройство; - способы возврата программоносителя к первому кадру; - основные способы подготовки программы; - порядок работы станка в автоматическом режиме и в режиме ручного управления; - конструкцию приспособлений для установки и крепления деталей на станках с программным управлением; - технологический процесс обработки деталей; - причины возникновения неисправностей станков с программным управлением и способы их обнаружения и предупреждения; - корректировку режимов резания по результатам работы станка; - правила определения режимов резания по справочникам и паспорту станка.

	ПК 4.3. Проверять качество обработки деталей	**Практический опыт:** - определение дефектов обработанных поверхностей простой детали; - контроль линейных размеров, точности формы и взаимного расположения поверхностей, шероховатости поверхностей простой детали.
		Умения: - выявлять визуально дефекты обработанных поверхностей простой детали; - применять универсальные контрольно-измерительные приборы и инструменты для измерения и контроля линейных размеров, точности формы и взаимного расположения обработанных поверхностей простой детали; - контролировать шероховатость поверхностей простой детали типа визуально-тактильными методами; - проверять соответствие измеренных параметров простой детали типа тела вращения, изготовленной на универсальном токарном станке с ЧПУ, чертежу.
		Знания: - правила чтения технологической и конструкторской документации; - обозначения на рабочих чертежах деталей допусков и посадок типовых соединений, допусков форм и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости поверхностей; - система допусков и посадок, степеней точности; квалитеты и параметры шероховатости; - виды дефектов поверхностей и способы их предупреждения и устранения; - виды, конструкции, назначение, возможности и правила использования контрольно-измерительных инструментов для измерения и контроля шероховатости; - виды, конструкции, назначение, возможности и правила использования контрольно-измерительных инструментов для измерения и контроля линейных размеров; - виды, конструкции, назначение, возможности и правила использования контрольно-измерительных инструментов для измерения и контроля точности формы и взаимного расположения

4.3. Матрица компетенций выпускника

4.3.1. Матрица соответствия видов деятельности по ФГОС СПО профессиональным стандартам, квалификационным справочникам

Наименование ВД	**Код и наименование ПК**	**Код профессионального стандарта**	**Код и наименование обобщенной трудовой функции**	**Код и наименование трудовой функции**
Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования;	ПК 1.1. Применять средства бесконтактной оцифровки и ручные измерительные инструменты для разработки электронной модели изделия, входного и выходного контроля изделия	40.159 Специалист по аддитивным технологиям	**ОТФ А** Обеспечение производства изделий методами аддитивных технологий	ТФ А/01.4 Выполнение несложных мероприятий по контролю технологий аддитивного производства
	ПК 1.2. Разрабатывать и корректировать с помощью систем автоматизированного проектирования трехмерные электронные модели изделий		**ОТФ А** Обеспечение производства изделий методами аддитивных технологий	ТФ А/02.4 Ведение учетной документации по технологиям аддитивного производства
	ПК 1.3. Производить обратное проектирование (реверсивный инжиниринг) изделий на основе данных бесконтактной оцифровки и/или данных, снятых вручную		**ОТФ В** Производство несложных изделий методами аддитивных технологий	ТФ В/01.5 Проектирование модели несложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий
	ПК 1.4. Создавать чертежи для целей разработки электронной модели изделия и на основе электронной модели изделия		**ОТФ В** Производство несложных изделий методами аддитивных технологий	ТФ В/01.5 Проектирование модели несложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий
Подготовка, организация производства и изготовление изделий на	ПК 2.1. Проводить входной контроль исходного сырья		**ОТФ В** Производство несложных изделий методами аддитивных технологий	ТФ В/01.5Проектирование модели несложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных

участках аддитивного производства				технологий
	ПК 2.2. Запускать технологический процесс при производстве изделий на аддитивных установках		**ОТФ В** Производство несложных изделий методами аддитивных технологий	ТФ В/03.5 Контроль качества несложных изделий, изготовленных методами аддитивных технологий
	ПК 2.3. Организовывать работу и обеспечивать технологический процесс на участках с аддитивными установками		**ОТФ В** Производство несложных изделий методами аддитивных технологий	ТФ В/03.5 Контроль качества несложных изделий, изготовленных методами аддитивных технологий
	ПК 2.4. Контролировать функционирование аддитивной установки, регулировать её элементы, корректировать параметры работы		**ОТФ В** Производство несложных изделий методами аддитивных технологий	В/03.5 Контроль качества несложных изделий, изготовленных методами аддитивных технологий
	ПК 2.5. Выявлять дефекты, проводить доводку и финишную обработку изделий, созданных на аддитивных установках, с применением технологического оборудования и ручных инструментов		**ОТФ В** Производство несложных изделий методами аддитивных технологий	В/03.5 Контроль качества несложных изделий, изготовленных методами аддитивных технологий
	ПК 2.6. Диагностировать неисправности аддитивных установок		**ОТФ В** Производство несложных изделий методами аддитивных технологий	В/03.5 Контроль качества несложных изделий, изготовленных методами аддитивных технологий
	ПК 2.7. Выполнять операции технического обслуживания аддитивных установок		**ОТФ В** Производство несложных изделий методами аддитивных технологий	В/03.5 Контроль качества несложных изделий, изготовленных методами аддитивных технологий
Разработка технологического процесса производства	ПК 3.1 Разрабатывать маршрутный технологический процесс на участках аддитивного производства		**ОТФ В** Производство несложных изделий методами аддитивных технологий	ТФ А/02.4 Ведение учетной документации по технологиям аддитивного производства

изделий с применением аддитивных технологий	ПК 3.2 Проектировать операции аддитивного производства, генерировать и корректировать управляющие программы аддитивных установок		**ОТФ В** Производство несложных изделий методами аддитивных технологий	ТФ В/02.5 Постановка на производство методами аддитивных технологий несложных изделий
	ПК 3.3 Проводить анализ конструкторской документации с целью повышения технологичности применительно к аддитивным технологиям		**ОТФ В** Производство несложных изделий методами аддитивных технологий	ТФ В/03.5 Контроль качества несложных изделий, изготовленных методами аддитивных технологий
Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)	ПК 4.1. Выполнять обработку заготовок, деталей на сверлильных, токарных, фрезерных станках, станках с программным управлением с использованием пульта управления	ПС 40.222 Оператор металлорежущих станков с числовым программным управлением	**ОТФ А** Изготовление простых деталей типа тел вращения на токарных универсальных станках с ЧПУ	ТФ А/01.2 Обработка заготовки простой детали типа тела вращения с точностью размеров по 12-14-му квалитету на токарном универсальном станке с ЧПУ
			ОТФ В Изготовление простых деталей не типа тел вращения на универсальных сверлильных, фрезерных или расточных станках с ЧПУ	ТФ В/01.2 Обработка заготовки простой детали не типа тела вращения с точностью размеров по 12-14-му квалитету на сверлильном, фрезерном или расточном станке с ЧПУ
			ОТФ С Изготовление деталей средней сложности типа тел вращения на токарных	ТФ С/01.3 Обработка заготовки детали средней сложности типа тела вращения с точностью размеров до 8-го квалитета на токарном станке с ЧПУ с многопозиционной револьверной головкой
			ОТФ D Изготовление	ТФ D/01.3 Обработка

			деталей средней сложности не типа тел вращения на 3-координатных сверлильно-фрезерно-расточных обрабатывающих центрах с ЧПУ	заготовки детали средней сложности не типа тела вращения с точностью размеров до 8-го квалитета на 3-координатном сверлильно-фрезерно-расточном обрабатывающем центре с ЧПУ
	ПК 4.2. Осуществлять наладку обслуживаемых станков			
	ПК 4.3. Проверять качество обработки деталей		**ОТФ А** Изготовление простых деталей типа тел вращения на токарных универсальных станках с ЧПУ	ТФ А/02.2 Контроль параметров простой детали типа тела вращения с точностью размеров по 12-14-му квалитету, изготовленной на токарном универсальном станке с ЧПУ
			ОТФ В Изготовление простых деталей не типа тел вращения на универсальных сверлильных, фрезерных или расточных станках с ЧПУ	ТФ В/02. 2 Контроль параметров простой детали не типа тела вращения с точностью размеров по 12-14-му квалитету, изготовленной на универсальном сверлильном, фрезерном или расточном станке с ЧПУ
			ОТФ С Изготовление деталей средней сложности типа тел вращения на токарных	ТФ С/02.3 Контроль параметров детали средней сложности типа тела вращения с точностью размеров до 8-

				го квалитета, изготовленной на токарном станке с ЧПУ с многопозиционной револьверной головкой
			ОТФ D Изготовление деталей средней сложности не типа тел вращения на 3-координатных сверлильно-фрезерно-расточных обрабатывающих центрах с ЧПУ	ТФ D/02.3 Контроль параметров детали средней сложности не типа тела вращения с точностью размеров до 8-го квалитета, изготовленной на 3-координатном сверлильно- фрезерно-расточном обрабатывающем центре с ЧПУ

4.3.3. Матрица соответствия компетенций и составных частей ОПОП СПО специальности:

Индекс	Наименование	Код общих и профессиональных компетенций, осваиваемых в рамках дисциплин (профессиональных модулей)																									
		Общие компетенции (ОК)									**Профессиональные компетенции (ПК)**																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
Обязательная часть образовательной программы																											
СГ.00	***Социально-гуманитарный цикл***																										
СГ.01	История России	О	О	О	О	О	О			О																	
СГ.02	Иностранный язык в профессиональной деятельности	О	О	О	О	О				О																	
СГ.03	Безопасность жизнедеятельности	О	О	О	О	О	О	О	О	О																	
СГ.04	Физическая культура	О							О																		
СГ.05	Основы финансовой грамотности	О	О	О	О	О	О	О	О	О																	
ОП.00	**Общепрофессиональный цикл**																										
ОП.01	Математика	О	О	О						О																	
ОП.02	Информатика	О	О	О						О																	
ОП.03	Инженерная графика	О	О	О						О																	
ОП.04	Электротехника и электроника	О			О				О	О																	
ОП.05	Техническая механика	О	О	О						О		О		О										О			
ОП.06	Материаловедение	О	О	О						О				О	О												
ОП.07	Теплотехника	О	О	О	О					О																	
ОП.08	Процессы формообразования в машиностроении	О	О	О						О																	

ОП.09	Метрология, стандартизация и сертификация	О	О	О	О					О																	
ОП.10	Системы автоматизированного проектирования технологических процессов	О	О	О	О					О																	
ОП.11	Основы мехатроники	О	О	О						О						О		О		О	О	О	О				
ОП.12	Технологическое оборудование	О	О	О						О																	
ОП.13	Основы организации производства (основы экономики, права и управления)	О	О	О				О	О	О																	
ОП.14	Охрана труда	О	О	О				О	О																		
ОП.15	Психология общения	О	О	О	О	О				О																	
ОП.16	Основы бережливого производства	О	О	О	О	О	О	О		О																	
П.00	**Профессиональный цикл**																										
ПМ.01	**Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования**																										
МДК 01.01	Методы создания и корректировки электронных моделей	О	О	О	О	О		О		О	О	О	О	О													
МДК 01.02	Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование	О	О	О	О	О		О		О	О	О	О	О													
УП. 01	Учебная практика	О									О	О	О	О													
ПП.01	Производственная практика	О									О	О	О	О													

ПМ 02	**Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства**	О												О	О	О	О	О	О	О						
МДК 02.01	Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий	О	О	О	О	О		О		О				О	О	О	О	О	О	О						
МДК 02.02	Ведение технологического процесса на аддитивных установках	О	О	О	О	О		О		О				О	О	О	О	О	О	О						
МДК 02.03	Техническое обслуживание аддитивных установок	О	О	О	О	О		О		О				О	О	О	О	О	О	О						
МДК 02.04	Методы финишной обработки и контроля качества изделий аддитивного производства	О	О	О	О	О		О						О	О	О	О	О	О	О						
УП. 02	Учебная практика	О												О	О	О	О	О	О	О						
ПП.02	Производственная практика	О												О	О	О	О	О	О	О						
ПМ 03	**Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий**																									
МДК 03.01	Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок	О	О	О	О	О		О		О											О	О	О			
УП.03	Учебная практика	О																			О	О	О			
ПП.03	Производственная практика	О																			О	О	О			
ПМ.04	**Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)**																									

МДК 04.01	Технология изготовления деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса	О	О	О	О	О		О		О														О	О	О
УП.04	Учебная практика	О																						О	О	О
ПП.04	Производственная практика	О																						О	О	О

Раздел 5. Структура и содержание образовательной программы

5.1. Учебный план

Индекс	Наименование	Форма промежуточной аттестации	Всего	В т.ч. в форме практ. подготовки	Объем образовательной программы в академических часах, по видам учебных занятий					**Распределение обязательной аудиторной нагрузки по курсам и семестрам (час)**										
					Теоретические занятия	Лабораторные и практические занятия	Курсовая работа / проект	Практики	Самостоятельная работа	1 курс		2 курс				3 курс			
										1 сем. 17 нед	2 сем. 23 нед	3 сем. 4 нед.	3 сем. 12 нед.	4 сем. 19 нед.	4 сем. 5 нед.	5 сем. 17 нед.	6 сем. 6 нед.	6 сем. 10 нед.	6 сем. 6 нед.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21
Обязательная часть образовательной программы		**-/28/7**	**3963**	**2138**	**1428**	**1086**	**60**	**1323**	**66**	**612**	**805**	**144**	**384**	**665**	**180**	**561**	**186**	**360**	**0**
СГ.00	**Социально-гуманитарный цикл**	**-/4/-**	**542**	**68**	**133**	**409**	**0**	**0**	**0**	**119**	**92**	**0**	**48**	**76**	**0**	**153**	**54**	**0**	**0**
СГ.01	История России	ДЗ	**51**		41	10	0	0	0	51/3	0	0	0	0	0	0	0	0	
СГ.02	Иностранный язык в профессиональ	-,-,-,-,-,ДЗ	**188**	50	10	178	0	0	0	34/2	46/2	0	24/2	38/2	0	34/2	12/2	0	0

	ной деятельности																		
СГ.03	Безопасность жизнедеятельности	-,ДЗ	**69**	0	49	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51/3	18/3	0	0
СГ.04	Физическая культура	-,-,-,-,-,ДЗ	**188**	0	5	183	0	0	0	34/2	46/2	0	24/2	38/2	0	34/2	12/2	0	0
СГ.05	Основы финансовой грамотности	-,ДЗ	**46**	18	28	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34/2	12/2	0	0
ОП.00	**Общепрофессиональный цикл**	**-/12/1**	**1151**	**391**	**760**	**391**	**0**	**0**	**0**	**221**	**368**	**0**	**108**	**247**	**0**	**153**	**54**	**0**	**0**
ОП.01	Математика	-,ДЗ	**80**	32	48	32	0	0	0	34/2	46/2	0	0	0	0	0	0	0	0
ОП.02	Информатика	-,ДЗ	**80**	40	40	40	0	0	0	34/2	46/2	0	0	0	0	0	0	0	0
ОП.03	Инженерная графика	Э	**120**	60	60	60	0	0	0	51/3	69/3	0	0	0	0	0	0	0	0
ОП.04	Электротехника и электроника	-,ДЗ	**93**	28	65	28		0	0	0	0	0	36/3	57/3		0	0	0	0
ОП.05	Техническая механика	ДЗ	**80**	24	56	24	0	0	0	34/2	46/2	0	0	0	0	0	0	0	0
ОП.06	Материаловедение	-,ДЗ	**80**	24	56	24	0	0	0	34/2	46/2	0	0	0	0	0	0	0	0
ОП.07	Теплотехника	ДЗ	**76**	23	53	23	0	0	0	0	0	0		76/4		0	0	0	0
ОП.08	Процессы формообразования в машиностроении	-,ДЗ1	**69**	20	49	20	0	0	0	0	69/3	0	0	0	0	0	0	0	0
ОП.09	Метрология, стандартизация и сертификация		**80**	24	56	24	0	0	0	34/2	46/2	0	0	0	0	0	0	0	0
ОП.10	Системы автоматизированного проектирования	-,ДЗ	**93**	28	65	28	0	0	0	0	0	0	36/3	57/3		0	0	0	0

	технологических процессов																		
ОП.11	Основы мехатроники	ДЗ	**69**	20	49	20	0	0	0	0	0	0	0	0		51/3	18/3	0	0
ОП.12	Технологическое оборудование	-,ДЗ	**93**	28	65	28				0	0	0	36/3	57/3		0		0	0
ОП.13	Основы организации производства (основы экономики, права и управления)	-,ДЗ	**69**	20	49	20	0	0	0	0	0	0	0	0		51/3	18/3	0	0
ОП.14	Охрана труда	-,ДЗ	**69**	20	49	20	0	0	0	0	0	0		0		51/3	18/3	0	0
П. 00	**Профессиональный цикл**	**-/12/6**	**2270**	**1679**	**535**	**286**	**60**	**1323**	**66**	**272**	**345**	**144**	**228**	**342**	**180**	**255**	**78**	360	0
ПМ.01	**Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования**	**-/2/2**	**598**	**421**	**154**	**73**	**30**	**318**	**23**	**221**	**210**	**144**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
МДК 01.01	Методы создания и корректировки электронных моделей	**Э[1]**	**147**	55	82	25	30	0	10/2сем.	68/4	69/3	0	0	0	0	0	0	0	0

МДК 01.02	Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование		**133**	48	72	48	0	0	13/2 сем.	51/3	69/3	0	0	0	0	0	0	0	0
УП. 01	**Учебная практика**	-,ДЗ	**174**	174	0	0	0	174	0	102/6	72/6	0	0	0	0	0	0	0	0
ПП. 01	**Производственная практика**	**ДЗ**	**144**	144	0	0	0	144	0	0	0	144	0	0	0	0	0	0	0
ПМ 02	**Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства**	**-/5/1**	**844**	**556**	**267**	**166**	**0**	**390**	**21**	**51**	**135**	**0**	**120**	**171**	0	136	30	180	0
МДК 02.01	Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий	-,ДЗ	**120**	**48**	**72**	**48**	**0**	**0**	**0**	51/3	69/3	0			0	0	0	0	0
МДК 02.02	Ведение технологического процесса на аддитивных установках	-,ДЗ2	**114**	37	68	37	0	0	9/4 сем.	0	0	0	48/4	57/3	0	0	0	0	0
МДК 02.03	Техническое обслуживание аддитивных установок		**105**	35	58	35	0	0	12/3 сем.	0	0	0	36/3	57/3	0				
МДК 02.04	Методы финишной обработки и	-,ДЗ	**115**	46	69	46	0	0	0	0	0	0	0		0	85/5	30/5	0	0

	контроля качества изделий аддитивного производства																		
УП. 02	**Учебная практика**	**-,-,-,-,-,ДЗ**	**210**	210	0	0	0	210	0	0	66/6	0	36/3	57/3	0	51/3			
ПП. 02	**Производственная практика**	**ДЗ**	**180**	180	0	0	0	180	0	0	0	0			0			180	
ПМ 03	**Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий**	**-/2/2**	**359**	**299**	**58**	**10**	**30**	**249**	**12**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	119	48	180	0
МДК 03.01	Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок	Э	**110**	40	58	10	30		12/6 сем.	0	0	0			0	68/4	30/5	0	0
УП. 03	**Учебная практика**	-,ДЗ	**69**	79	0	0	0	69	0	0	0	0			0	51/3	18/3	0	0
ПП. 03	**Производственная практика**	**ДЗ**	**180**	180	0	0	0	180	0	0	0	0			0			180	0
ПМ.04	**Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045**	**-/3/1**	**469**	**403**	**56**	**37**	**0**	**366**	**10**	**0**	**0**	**0**	**108**	**171**	**180**	0	0	0	0

	Оператор станков с программным управлением)																		
МДК.04.01	Технология изготовления деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса	-,ДЗ	**103**	37	56	37	0	0	10/4 сем.	0	0	0	36/3	57/3	0	0	0	0	0
ПП.04	**Учебная практика**	-,ДЗ	**186**	186	0	0	0	186	0	0	0	0	72/6	114/6	0	0	0	0	0
ПП. 04	**Производственная практика**	**ДЗ**	**180**	180	0	0	0	180	0	0	0	0	0	0	180	0	0	0	0
ДПБ	**Дополнительный профессиональный блок ООО «Кингисеппский машиностроительный завод)**	**2/-/-**	**105**	**31**	**74**	**31**	**0**	**0**	**0**	**0**			**36**			51	18	0	
ОП.15	Психология общения	3	**36**	10	26	10	0	0	0	0	0	0	36/3	0	0	0	0	0	0
ОП.16	Основы бережливого производства	-, 3	**69**	21	48	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51/3	18/3	0	0
ПА	**Промежуточная аттестация**		**180**							**0**	**36**	**36**			**36**		36	36	
ГИА.00	**Государственная итоговая аттестация**		**216**							**0**									216
Итого:		**2/28/7**	**4464**	**2169**	**1502**	**1117**	**60**	**1323**	**66**	**612**	**841**	**180**	**420**	**665**	**216**	**612**	**240**	**396**	**216**

5.2. Обоснование распределения вариативной части образовательной программы

№ п/п	Код и наименование учебной дисциплины/профессионального модуля	Количество часов	Категория 1. ПОП-П/работодатель 2. ЦОМ/проект	Обоснование
1.	СГ.02 Иностранный язык в профессиональной деятельности	70	**ПОП-П/работодатель**	По запросу работодателя ООО «Кингисеппский машиностроительный завод» за счет часов вариативной части цикла обучающийся должен по дисциплине **знать**: судостроительную терминологию на иностранном языке; **уметь:** пользоваться профессиональной (судостроительной) документацией на иностранном языке
2.	СГ.04 Физическая культура	70	**ПОП-П/работодатель**	По запросу работодателя ООО «Кингисеппский машиностроительный завод» за счет часов вариативной части цикла обучающийся должен по дисциплине дополнительно укрепить свое здоровье
3.	ОП.03 Инженерная графика	40	**ПОП-П/работодатель**	По запросу работодателя ООО «Кингисеппский машиностроительный завод» за счет часов вариативной части цикла обучающийся должен по дисциплине **уметь:** выполнять проекционное черчение; **знать:** правила оформления машиностроительного черчения; категории изображений на чертеже: виды, разрезы, сечения; методы решения графических задач.
4.	ОП.10 Системы автоматизированного проектирования технологических процессов	13	**ПОП-П/работодатель**	По запросу работодателя ООО «Кингисеппский машиностроительный завод» за счет часов вариативной части цикла обучающийся должен по дисциплине **уметь:** работать с библиотекой технологий-аналогов; **знать:** Формализация представлений о детали. Основной и расширенный конструкторско-технологический код детали. Информационно-поисковые системы. Правила использования. Библиотека технологий-аналогов.
5.	ОП.12 Технологическое оборудование	17	**ПОП-П/работодатель**	По запросу работодателя ООО «Кингисеппский машиностроительный завод» за счет часов вариативной части цикла обучающийся должен по дисциплине **«Технологическое оборудование»:** **уметь:** - осуществлять рациональный выбор станочных приспособлений для обеспечения требуемой точности обработки; составлять технические задания на проектирование технологической оснастки; **знать:** назначение, устройство и область применения станочных приспособлений; схемы и погрешности базирования заготовок в приспособлениях; приспособления для станков с ЧПУ и обрабатывающих центров
6.	ОП.14 Психология общения	36	**ПОП-П/работодатель**	По запросу работодателя ООО «Кингисеппский машиностроительный завод» за счет часов вариативной части цикла обучающийся должен по дисциплине

				знать: способы планирования и возможности реализации собственного профессионального и личностного развития; о роли и месте психологии в современной научной картине мира; взаимосвязь общения и деятельности, цели, функции, виды и уровни общения, роли и ролевые ожидания в общении; виды социальных взаимодействий, механизмы взаимопонимания в общении; причины, виды и способы разрешения конфликтов; техники и приемы общения, правила слушания, ведения беседы, убеждения, этические принципы общения. **уметь:** работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами и руководством; проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей; применять техники и приемы эффективного общения в профессиональной деятельности; уверенно пользоваться терминологией по психологии общения; использовать приемы саморегуляции поведения в процессе межличностного общения; понимать сущность и классификацию методов психологии, методов сбора эмпирических данных, сферу их применения для формирования способности использовать методы психологии в профессиональной деятельности; формулировать определения психических процессов, их функций, свойств, видов, личности, ее компонентов, деятельности, ее структурных компонентов, видов деятельности человека для формирования способности анализировать ситуации в межличностном общении
7.	ОП.15 Основы бережливого производства	69	**ПОП-П/работодатель**	По запросу работодателя ООО «Кингисеппский машиностроительный завод» за счет часов вариативной части цикла обучающийся должен по дисциплине **знать:** содержание актуальной нормативно-правовой документации; современную научную и профессиональную терминологии; пути обеспечения ресурсосбережения; **уметь:** определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности; презентовать бизнес-идею; определять источники финансирования
8.	МДК 01.01 Методы создания и корректировки электронных моделей	67	**ПОП-П/работодатель**	По запросу работодателя ООО «Кингисеппский машиностроительный завод» за счет часов вариативной части цикла обучающийся должен по дисциплине **уметь:** осуществлять компьютерное моделирование. Выполнять автоматизированное проектирования. Выполнять построение твердотельной модели детали. **знать:** основные методы, используемые материалы аддитивных производств. Методики проверки исходных материалов для используемых в организации технологий аддитивного производства.
9.	МДК 01.02 Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование	53	**ПОП-П/работодатель**	По запросу работодателя ООО «Кингисеппский машиностроительный завод» за счет часов вариативной части цикла обучающийся должен по дисциплине **знать**: методики использования датчиков и средств визуального контроля в аддитивном производстве. **уметь:** осуществлять текущий контроль выполнения требований технологии при помощи датчиков технологического оборудования аддитивного производства, дополнительных средств измерений и видеонаблюдения

10.	МДК 02.01 Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий	40	**ПОП-П/работодатель**	По запросу работодателя ООО «Кингисеппский машиностроительный завод» за счет часов вариативной части цикла обучающийся должен по дисциплине **иметь практический опыт:** Проектирование модели сложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий **уметь:** Применять конструкторские системы автоматизированного проектирования для моделирования конструктивных решений и структурно-компоновочных вариантов сложных изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий **знать:** Оборудование аддитивного производства, имеющееся в организации, его возможности и особенности конструкции; Применяемые в имеющемся в организации оборудовании аддитивного производства исходные материалы и источники энергии
11.	МДК 02.02 Ведение технологического процесса на аддитивных установках	20	**ПОП-П/работодатель**	По запросу работодателя ООО «Кингисеппский машиностроительный завод» за счет часов вариативной части цикла обучающийся должен по дисциплине **иметь практический опыт:** Ведение учетной документации по технологиям аддитивного производства Проектирование модели сложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий **уметь:** Создавать электронные таблицы, выполнять вычисления и обработку данных по разрабатываемому технологическому процессу аддитивного производства; Создавать чертежи сложных изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий, с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования; Работать с трехмерными моделями сложных изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий, с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования: загружать модели, строить сечения, выполнять дополнительные построения, делать выноску размеров, назначать технические требования **знать:** Правила работы на автоматизированных рабочих местах, оснащенных применяемым в организации программным обеспечением и включенных в локальную, а также внешнюю сеть; Математические модели аддитивных производств: их основные принципы и программная реализация
12.	МДК 02.03 Техническое обслуживание аддитивных установок	20	**ПОП-П/работодатель**	По запросу работодателя ООО «Кингисеппский машиностроительный завод» за счет часов вариативной части цикла обучающийся должен по дисциплине **иметь практический опыт:**

				Контроль качества несложных изделий, изготовленных методами аддитивных технологий **уметь:** Применять пакеты прикладных программ статистического анализа и для анализа результатов испытаний эксплуатационных свойств несложных изделий аддитивного производства; Оптимизировать планы испытаний эксплуатационных свойств несложных изделий аддитивного производства с применением прикладных программ статистического анализа **знать:** Оборудование, возможности и методики применения неразрушающего контроля: оптического, теплового, рентгеновского, ультразвукового, компьютерной томографии
13.	МДК 02.04 Методы финишной обработки и контроля качества изделий аддитивного производства	35	**ПОП-П/работодатель**	По запросу работодателя ООО «Кингисеппский машиностроительный завод» за счет часов вариативной части цикла обучающийся должен по дисциплине **иметь практический опыт:** Контроль качества несложных изделий, изготовленных методами аддитивных технологий **уметь:** Формулировать предложения по повышению качества несложных изделий аддитивного производства в виде технической документации **знать:** Методы определения причин дефектов несложных изделий аддитивного производства; Порядок составления технической документации по вопросам качества несложных изделий аддитивного производства при помощи средств вычислительной техники и прикладных программМатематические модели аддитивных производств: их основные принципы и программная реализация
14.	МДК 03.01 Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок	40	**ПОП-П/работодатель**	По запросу работодателя ООО «Кингисеппский машиностроительный завод» за счет часов вариативной части цикла обучающийся должен **иметь практический опыт:** Разработка комплексных решений в области производств, использующих методы аддитивных технологий **уметь:** Определять потребности в комплексных решениях в области аддитивных производств, интегрированных в производственный процесс изготовления изделий; Использовать системы автоматизированного расчета и компьютерного моделирования разрабатываемых комплексных решений в области аддитивных производств; Определять оптимальную схему материальных и информационных потоков в разрабатываемых интегрированных технологических процессах аддитивных производств при помощи компьютерного моделирования. **знать:**

				Нормативно-технические и руководящие документы на технологические процессы механической, термической обработки и их результаты; Технологические возможности и методика интеграции оборудования аддитивных производств в производственные линии; Технологические возможности гибридных аддитивных производств; Системы автоматизированного расчета и компьютерного моделирования: наименования, возможности и порядок работы в них.
15.	ПП.01 Производственная практика	30	**ПОП-П/работодатель**	По запросу работодателя ООО «Кингисеппский машиностроительный завод» за счет часов вариативной части цикла обучающийся должен **уметь:** - Определять пригодность полигональной модели для реверсивного инжиниринга; - Осуществлять калибровку сканера
16.	ПП.02 Производственная практика	27	**ПОП-П/работодатель**	По запросу работодателя ООО «Кингисеппский машиностроительный завод» за счет часов вариативной части цикла обучающийся должен иметь **практический опыт**: - Создания деталей заменителей для 3D принтера в AutoCad; - Печать моделей деталей заменителей
17.	ПМ.04 Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)	469	**ПОП-П/работодатель**	За счет часов вариативной части цикла обучающийся должен по ПМ.06 **«Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих»** (рабочая профессия ОКПР 16045 Оператор станков с программным управление): **освоить следующие компетенции:** ПК 4.1. Выполнять обработку заготовок, деталей на сверлильных, токарных, фрезерных станках, станках с программным управлением с использованием пульта управления; ПК 4.2. Осуществлять наладку обслуживаемых станков; ПК 4.3. Проверять качество обработки деталей получить **трудовые навыки**: подналадки управляющей программы для выполнения работ с учетом особенностей управляющих программ и технологического процесса; **уметь:** переносить управляющую программу на станок; выполнять корректировку управляющие программы для обеспечения точности обработки; подготавливать рабочее место к выполнению работ; осуществлять подналадку металлорежущих станков с программным управлением; выполнять обработку детали в соответствии с технологической документацией; **знать:** основные характеристики и технические возможности управляющих программ; алгоритм переноса управляющей программы на станок, оценка работоспособности; системы программного управления станками; правила подготовки рабочего места к началу работы на станке; приемы подналадки металлорежущих станков различного вида и типа; принципы бережливого производства; виды работ оператора станка с программным управлением по обеспечению требований охраны труда, производственной санитарии, пожарной безопасности и электробезопасности
18.	Промежуточная аттестация	180		**Промежуточная аттестация** – может проводиться в форме демонстрационного экзамена
	Итого	1296		-

5.3. План обучения в форме практической подготовки на предприятии (на рабочем месте)

№ п/п	Вид учебного занятия. Тема / Виды работ практик	Код и наименование МДК, практики	Длительность обучения (в ак. часах)	Семестр обучения	Наименование рабочего места, участка/структурного подразделения	Ответственный от предприятия
1.	Работа с конструкторской документацией	ПП.01 (ПМ.01 Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования)	6	3	Участок аддитивных установок	
2.	Создание (внесение корректировок) компьютерной модели изделия по чертежам (эскизам), предложенным руководителем практики на предприятии	ПП.01 (ПМ.01 Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования)	12	3	Участок аддитивных установок	
3.	Создание (внесение корректировок) технологических сборок, предложенных руководителем практики на предприятии	ПП.01 (ПМ.01 Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования)	12	3	Участок аддитивных установок	
4.	Чтение сборочных чертежей, деталирование	ПП.01 (ПМ.01 Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования)	6	3	Участок аддитивных установок	
5.	Создание (внесение корректировок, оцифровка) чертежей изделий	ПП.01 (ПМ.01 Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования)	18	3	Участок аддитивных установок	
6.	Подготовка модели к сканированию	ПП.01 (ПМ.01 Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования)	12	3	Участок аддитивных установок	
7.	Калибровка сканера	ПП.01 (ПМ.01 Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или	12	3	Участок аддитивных установок	

		технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования)				
8.	Сканирование изделия	ПП.01 (ПМ.01 Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования)	24	3	Участок аддитивных установок	
9.	Преобразование отсканированных моделей в редактируемые параметрические модели, пригодные для аддитивного производства	ПП.01 (ПМ.01 Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования)	24	3	Участок аддитивных установок	
10.	Контроль изделия согласно требований техническому заданию	ПП.01 (ПМ.01 Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования)	18	3	Участок аддитивных установок	
11.	Изучение техники безопасности при работе с аддитивными установками на производстве	ПП.02 (ПМ.02 Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства)	4	6	Участок аддитивных установок	
12.	Изучение видов производственных 3D принтеров предприятия	ПП.02 (ПМ.02 Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства)	24	6	Участок аддитивных установок	
13.	Изучение программного обеспечения 3D принтеров	ПП.02 (ПМ.02 Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства)	32	6	Участок аддитивных установок	
14.	Печать на производственных 3D принтерах	ПП.02 (ПМ.02 Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства)	36	6	Участок аддитивных установок	
15.	Печать на предприятия 3D прототипа модели, соответствующего заданию руководителя практики	ПП.02 (ПМ.02 Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства)	42	6	Участок аддитивных установок	
16.	Изучение программного обеспечения калибровки на 3D принтере	ПП.02 (ПМ.02 Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства)	24	6	Участок аддитивных установок	
17.	Подготовка 3D прототипа и технической документации для защиты отчета по практике	ПП.02 (ПМ.02 Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства)	18	6	Участок аддитивных установок	
18.	Составление управляющей программы для операций аддитивного производства	ПП.03 (ПМ.03 Разработка технологического процесса	42	4	Участок аддитивных установок	

		производства изделий с применением аддитивных технологий)				
19.	Подбор измерительного инструмента	ПП.03 (ПМ.03 Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий)	12	4	Участок аддитивных установок	
20.	Оформление технологических операций в САРР	ПП.03 (ПМ.03 Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий)	32	4	Участок аддитивных установок	
21.	Оформление маршрута изготовления изделия в САРР	ПП.03 (ПМ.03 Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий)	18	4	Участок аддитивных установок	
22.	Оформление карт эскизов в САРР	ПП.03 (ПМ.03 Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий)	18	4	Участок аддитивных установок	
23.	Расчет затрат рабочего времени	ПП.03 (ПМ.03 Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий)	12	4	Участок аддитивных установок	
24.	Расчет штучного времени	ПП.03 (ПМ.03 Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий)	12	4	Участок аддитивных установок	
25.	Расчет параметров изготовления изделия на аддитивной установке	ПП.03 (ПМ.03 Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий)	34	4	Участок аддитивных установок	
26.	Выполнять обработку заготовок, деталей на сверлильных, токарных, фрезерных станках, станках с программным управлением с использованием пульта управления	ПП.04 (ПМ.04 Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)	90	4	Участок станков с ЧПУ	
27.	Осуществлять наладку обслуживаемых станков	ПП.04 (ПМ.04 Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)	60	4	Участок станков с ЧПУ	

28.	Проверять качество обработки деталей	ПП.04 (ПМ.04 Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)	30	4	Участок станков с ЧПУ	

5.2. Календарный учебный график

1 курс

Индекс	Наименов.циклов		сентябрь				29.09-5.10	октябрь			27.10-2.11	ноябрь				декабрь						всего часов в сем	29.12-4.01	январь			26.01-1.02	февраль			23.02-1.03	март				30.03-5.04	апрель			27.04-3.05	май				июнь						всего часов
			номера календ недель																				номера календарных недель																															
			36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26			
			порядковые номера недель учебного года																				порядковые номера недель учебного года																															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17						18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41			
СГ00 Социально-гуманитарный цикл		**обяз.учеб**	**7**	**7**	**7**	**7**	**7**	**7**	**7**	**7**	**7**	**7**	**7**	**7**	**7**	**7**	**7**	**7**	**7**	**0**	**119**	**0**	**0**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**0**	**0**	**92**
		сам раб	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
СГ.01	История России	обяз.учеб	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		**51**																																				**0**
		сам раб																			**0**																															**0**
СГ.02	Иностранный язык в профес-сиональной деятельности	обяз.учеб	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		**34**			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			**46**
		сам раб																			**0**																															**0**
СГ.04	Физическая культура	обяз.учеб	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		**34**			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			**46**
		сам раб																			**0**																															**0**
ОП.00	**Общепрофессиональный цикл**	**обяз.учеб**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**0**	**221**	**0**	**0**	**16**	**16**	**16**	**16**	**16**	**16**	**16**	**16**	**16**	**16**	**16**	**16**	**16**	**16**	**16**	**16**	**16**	**16**	**16**	**16**	**16**	**16**	**16**	**16**	**0**	**0**	**368**
		сам раб	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

| | | |

| | | |

| | | |

| | | |

| | | |

| | | |

| | | |

| | | |

| | | |

5.3. Рабочие программы учебных дисциплин и профессиональных модулей.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) является составной частью образовательной программы и определяет содержание дисциплины (модуля), запланированные результаты обучения, составные части учебного процесса, формы и методы организации учебного процесса и контроля знаний обучающихся, учебно-методическое и материально-техническое обеспечение учебного процесса по соответствующей дисциплине (модулю).

Совокупность запланированных результатов обучения по дисциплинам (модулям) должна обеспечивать формирование у выпускника всех компетенций, установленных ФГОС СПО.

Рабочие программы профессиональных модулей и учебных дисциплин обязательной части образовательной программы приведены в Приложениях 1, 2 к ОПОП-П.

5.4. Рабочая программа воспитания и календарный план воспитательной работы.

Цель рабочей программы воспитания – развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде.

Рабочая программа воспитания и календарный план воспитательной работы по специальности представлены в Приложении 5.

5.5. Практическая подготовка

Практическая подготовка при реализации образовательных программ СПО направлена на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы, путем расширения компонентов (частей) образовательной программы, предусматривающих моделирование условий, непосредственно связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Образовательная организация самостоятельно проектирует реализацию образовательной программы и ее отдельных частей (дисциплины, междисциплинарные курсы, профессиональные модули, практика и другие компоненты) в форме практической подготовки с учетом требований ФГОС СПО.

Образовательная деятельность в форме практической подготовки:

− реализуется, в том числе на рабочем месте предприятия работодателя, при проведении практических и лабораторных занятий, *выполнении курсового проектирования*, всех видов практики и иных видов учебной деятельности;

− может включать в себя отдельные лекции, семинары, которые предусматривают передачу обучающимся в формате демонстрации (моделирования) практических компонентов учебной информации, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Образовательная деятельность в форме практической подготовки может быть организована на любом курсе обучения, охватывая дисциплины, профессиональные модули, все виды практики, предусмотренные учебным планом образовательной программы.

Практическая подготовка организуется в специальных помещениях и структурных подразделениях образовательной организации, а также в специально оборудованных помещениях (рабочих местах) профильных организаций (работодателей) на основании договора о практической подготовке обучающихся, заключаемого между образовательной организацией и профильной организацией (работодателем).

5.6. Государственная итоговая аттестация

Государственная итоговая аттестация осуществляется в соответствии с Порядком проведения ГИА.

Государственная итоговая аттестация обучающихся проводится в следующей форме:

демонстрационный экзамен и защита дипломного проекта (работы).

Программа ГИА включает общие сведения; требования к проведению демонстрационного экзамена; описание организации и проведения защиты дипломного проекта (работы). Программа ГИА представлена в приложении 4.

Раздел 6. Условия реализации образовательной программы

6.1. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение образовательной программы

6.1.1. Требования к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению реализации образовательной программы установлены в соответствующем ФГОС СПО.

Состав материально-технического и учебно-методического обеспечения, используемого в образовательном процессе, определяется в Приложении 3 и в рабочих программах дисциплин (модулей).

6.1.2. Перечень специальных помещений для проведения занятий всех видов, предусмотренных образовательной программой

Кабинеты:
Социально-экономических и гуманитарных дисциплин;
Безопасности жизнедеятельности;
Общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей;
Воспитательной и самостоятельной работы.

Лаборатории:
Мехатроники и автоматизации;
Электротехники и электроники;
Метрологии и стандартизации;
Технической механики;
Материаловедения;
Лаборатория бесконтактной оцифровки.

Мастерские/зоны по видам работ:
Слесарная;
Участок аддитивных установок;
Участок механообработки.

Спортивный комплекс[2]
Залы:
- библиотека, читальный зал с выходом в Интернет;
- актовый зал.

6.1.3 Минимально необходимый для реализации образовательной программы СПО перечень материально-технического обеспечения и перечень необходимого комплекта лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения представлен в Приложении 3.

6.2. Применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

[2] Образовательная организация для реализации учебной дисциплины «Физическая культура» должна располагать спортивной инфраструктурой, обеспечивающей проведение всех видов практических занятий, предусмотренных учебным планом.

Программа сочетает обучение в образовательной организации и на рабочем месте на базе работодателя с широким использованием в обучении цифровых технологий.

При реализации образовательной программы возможно применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Не допускается реализация образовательной программы с применением исключительно электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

6.3. Кадровые условия реализации образовательной программы

Требования к кадровым условиям реализации образовательной программы установлены в соответствующем ФГОС СПО.

Реализация образовательной программы обеспечивается педагогическими работниками образовательной организации, а также лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, в том числе из числа руководителей и работников организаций, направление деятельности которых соответствует области профессиональной деятельности: Архитектура, проектирование, геодезия, топография и дизайн, Ракетно-космическая промышленность, производство машин и оборудования, электронного и оптического оборудования, Судостроения, Автомобилестроения, Авиастроения, Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности, и имеющими стаж работы в данной профессиональной области не менее трех лет.

Работники, привлекаемые к реализации образовательной программы, должны получать дополнительное профессиональное образование по программам повышения квалификации не реже одного раза в три года с учетом расширения спектра профессиональных компетенций, в том числе в форме стажировки в организациях, направление деятельности которых соответствует области профессиональной деятельности: архитектура, проектирование, геодезия, топография и дизайн, ракетно-космическая промышленность, производство машин и оборудования, электронного и оптического оборудования, судостроения, автомобилестроения, авиастроения, сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности, а также в других областях профессиональной деятельности и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия полученных компетенций требованиям к квалификации педагогического работника.

Доля педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих опыт деятельности не менее трех лет в организациях, направление деятельности которых соответствует области профессиональной деятельности, в общем числе педагогических работников, обеспечивающих освоение обучающимися профессиональных модулей образовательной программы, должна быть не менее 25 %.

6.4. Примерные расчеты финансового обеспечения реализации образовательной программы

Расчеты нормативных затрат оказания государственных услуг по реализации образовательной программы в соответствии с направленностью и квалификацией осуществляются в соответствии с Перечнем и составом стоимостных групп профессий и специальностей по государственным услугам по реализации основных профессиональных образовательных программ среднего профессионального образования – программ подготовки специалистов среднего звена, итоговые значения и величина составляющих базовых нормативов затрат по государственным услугам по стоимостным группам профессий и специальностей, отраслевые корректирующие коэффициенты и порядок их применения, утверждаемые Минпросвещения России ежегодно.

Финансовое обеспечение реализации образовательной программы, определенное в соответствии с бюджетным законодательством Российской Федерации и Федеральным законом от 29 декабря 2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», включает в себя затраты на оплату труда преподавателей и мастеров производственного обучения с учетом обеспечения уровня средней заработной платы педагогических работников за выполняемую ими

учебную (преподавательскую) работу и другую работу в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 597 «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики».

Расчетная величина стоимости обучения из расчета на одного обучающегося в соответствии с рекомендациями федеральных и региональных нормативных документов составляет 217332,0 рублей.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ И ПРАКТИК

ОГЛАВЛЕНИЕ

« ПМ.01 Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий,

чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования».... 2

« ПМ.02 Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства»..... 22

« ПМ.03 Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий» 58

«ПМ.04 Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)»..... 78

«Учебная практика» 94

« Производственная практика»..... 120

Приложение 1.1
к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

Рабочая программа профессионального модуля

«ПМ.01 РАЗРАБОТКА И КОРРЕКТИРОВКА ЭЛЕКТРОННЫХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ИЗДЕЛИЙ, ЧЕРТЕЖЕЙ И/ИЛИ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ»

2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Общая характеристика РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ 4

1.1. Цель и место профессионального модуля «ПМ.01 Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования 4

1.2. Планируемые результаты освоения профессионального модуля 4

1.3. Обоснование часов вариативной части ОПОП-П 6

2. Структура и содержание профессионального модуля 7

2.1. Трудоемкость освоения модуля 7

2.2. Структура профессионального модуля 7

2.3. Содержание профессионального модуля 8

3. Условия реализации профессионального модуля 20

3.1. Материально-техническое обеспечение 20

3.2. Учебно-методическое обеспечение 20

4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля 21

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

«ПМ.01 Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования»

1.1. Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной программы

Цель модуля: освоение вида деятельности «Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования».

Профессиональный модуль включен в обязательную часть образовательной программы.

1.2. Планируемые результаты освоения профессионального модуля

В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
ОК.01 ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3. ПК 1.4.	Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте - выбирать систему бесконтактной оцифровки в соответствии с поставленной задачей и особенностями объекта; - осуществлять наладку и калибровку систем бесконтактной оцифровки; - производить подготовку объекта к сканированию; - выбирать средства измерений; - определять уровень детализации при сканировании и полигонизации; - сканировать объекты с использованием устройств бесконтактной оцифровки; - оценивать точность оцифровки; - применять контрольно-измерительные приборы и инструменты; - измерять и контролировать параметры изделий; - подготавливать технологическую модель для изготовления с учетом особенностей	Актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; устройства для трехмерного сканирования и области их применения; - принцип действия различных систем бесконтактной оцифровки; - правила калибровки и проверки на точность устройств для трехмерного сканирования; - требования к электронным моделям, предназначенным для реверсивного инжиниринга и производства на аддитивных установках; - виды, методы и средства измерений; - методы проекционного черчения; - приемы выполнения геометрических построений; - правила выполнения чертежей, технических рисунков, эскизов и схем; - правила оформления и чтения конструкторской и технологической документации;	- сканирования физических объектов; - применения измерительных инструментов; - проверки соответствия готовых изделий техническому заданию; - работы в системах автоматизированного проектирования (САПР); - разработки трехмерных моделей изделий для целей аддитивного производства; - подготовки трехмерных моделей изделия для переноса в устройства числового программного управления аддитивных установок; - создания редактируемых параметрических моделей, пригодных для аддитивного производства, на основе полигональных моделей изделий; - разработки чертежей для создания электронной модели изделия; - создания сборочных чертежей, рабочих чертежей и чертежей общего вида на основе электронной модели.

	оборудования и технологии изготовления изделия; - выполнять геометрические построения в ручной и машинной графике; - выполнять эскизы, технические рисунки и чертежи деталей, их элементов и узлов; - читать и оформлять конструкторскую и технологическую документацию; - выбирать САПР в соответствии с поставленными задачами на основании их функциональных возможностей; - моделировать объекты, предназначенные для последующего аддитивного производства с помощью САПР, используя инструменты выдавливания, вращения, операции по плоскостям, сдвиг; - осуществлять проверку и исправление ошибок в электронных моделях; - определять пригодность полигональной модели для реверсивного инжиниринга; - выравнивать полигональную модель в заданной системе координат; - выравнивать отдельные полигональные модели фрагментов изделия в единой системе координат с применением вспомогательной геометрии и построений; - осуществлять экспорт полигональной модели в САПР для последующего её изменения с учетом задач проектирования и выбираемых аддитивных технологий; - создавать твердотельную	- требования к электронным моделям, предназначенным для производства на аддитивных установках; - критерии качества изделия по точности размеров и формы, структуре материала; - требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Единой системы технологической документации (ЕСТД); - методика моделирования трехмерной объемной конструкции с использованием САПР; - специализированное программное обеспечение для реверсивного инжиниринга; - требования к полигональным моделям для целей реверсивного инжиниринга; - методы определения необходимого для полигональной модели уровня детализации и оптимизации полигональной сети в соответствии с ним; - способы определения необходимых секущих плоскостей для выровненных полигональных моделей и применения этих плоскостей для построения векторных сечений полигональных моделей; - способы разделения полигональных моделей на сегменты в соответствии с кривизной исходных поверхностей; - методы восстановления геометрии сегментов полигональных моделей с помощью поверхностей-примитивов и поверхностей свободной	

	модель, либо твердотельную параметрическую модель в САПР-системе для последующего её изготовления посредством аддитивных технологий; - осуществлять анализ отклонений построенной параметрической модели от исходной полигональной и от исходного изделия.	формы.	

1.3. Обоснование часов вариативной части ОПОП-П

№ № п/п	Дополнительные профессиональные компетенции	Дополнительные знания, умения, навыки	№, наименование темы	Объем часов	Обоснование включения в рабочую программу
1.	Обеспечение производства изделий методами аддитивных технологий. Производство несложных изделий методами аддитивных технологий.	Понятий, основных методов, используемые материалы аддитивных производств. Методики проверки исходных материалов для используемых в организации технологий аддитивного производства.	Тема 1.1. Компьютерное моделирование. Тема 1.2. Системы автоматизированного проектирования. Тема 1.5. Построение твердотельной модели детали.	67	По запросу работодателя АО «Адмиралтейские верфи
2.	Выполнение несложных мероприятий по контролю технологий аддитивного производства. Производство сложных изделий методами аддитивных технологий.	Осуществлять текущий контроль выполнения требований технологии при помощи датчиков технологического оборудования аддитивного производства, дополнительных средств измерений и видеонаблюдения. Методику использования датчиков и средств визуального контроля в	Тема 2.1. Области применения 3D-сканирования. Тема 2.4. Ручной измерительный инструмент. Координатно-измерительные машины. Тема 2.7. Дефекты и ошибки при сканировании.	53	По запросу работодателя АО «Адмиралтейские верфи

		аддитивном производстве.			

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

2.1. Трудоемкость освоения модуля

Наименование составных частей модуля	**Объем в часах**	**В т.ч. в форме практической подготовки**
Учебные занятия	257	103
Курсовая работа (проект)	-	30
Самостоятельная работа	23	-
Практика, в т.ч.:	318	318
учебная	*174*	*174*
производственная	*144*	*144*
Промежуточная аттестация, в том числе: *МДК 01.01 и МДК 01.02. в форме экзамена* *УП 04* *ПП 04* *ПМ 04 (в случае экзамена ПМ)*	6	
Всего	**598**	**598**

2.2. Структура профессионального модуля

Код ОК, ПК	Наименования разделов профессионального модуля	Всего, час.	В т.ч. в форме практической подготовки	Обучение по МДК, в т.ч.:	Учебные занятия	Курсовая работа (проект)	Самостоятельная работа	Учебная практика	Производственная практика
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОК.01 ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3. ПК 1.4.	Раздел 1. Методы создания и корректировки электронных моделей.	**147**	**55**	**137**	82	30	**10**	**174**	**144**
	Раздел 2. Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование	**133**	**48**	**120**	72	-	**13**	**174**	**144**
	Учебная практика	**174**	**174**					**174**	
	Производственная практика	**144**	**144**						**144**
	Промежуточная аттестация								
	Всего:	***598***	**421**	***257***	***154***	***30***	***23***	**174**	**144**

2.3. Содержание профессионального модуля

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятия	Объем, ак. ч. / в том числе в форме практической подготовки, ак. ч.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
Раздел 1. Методы создания и корректировки электронных моделей		**598**	
МДК 01.01. Методы создания и корректировки электронных моделей		**147/25/30**	
Тема 1.1. Компьютерное моделирование	**Содержание**	**28**	ОК.01 ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3. ПК 1.4.
	Моделирование: основные понятия. Классификация моделей. Виды моделирования. Особенности компьютерного моделирования. Этапы компьютерного моделирования. Восходящее, нисходящее моделирование: алгоритмы и принципы. Основные понятия параметрического моделирования. Типы параметризации. Настройка параметризации. Работа с рабочими системами координат. Построение плоскостей. Работа с объектами. Создание параметрических моделей. Задание ограничений. Задание по чертежу. Работа с эскизами. Построение кривых и сплайнов. Поверхности свободной формы. Создание и модификация чертежей на базе трехмерной геометрической модели.	16	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**12**	
	История развития технологий печати. Формирование объемных моделей. Программные средства для работы с 3D моделями.	4	
	Компьютерное моделирование. Особенности компьютерного моделирования.	3	
	Выбор метода создания математической модели. Сравнение различных моделей по классификации.	3	

	Методы исследования сложных систем. Метод имитационного моделирования. Аппаратно-программное моделирование.	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 1.2. Системы автоматизированного проектирования	**Содержание**	**17**	ОК.01 ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3. ПК 1.4.
	Назначение, область применения и классификация систем автоматизированного проектирования (САПР). CAD/CAE/CAM Представление о возможностях САПР. Основные системы автоматизированного проектирования: примеры, преимущества и недостатки. Перспективы развития и применения систем. Методы корректировки электронных моделей для аддитивного производства с учетом усадки материала. Корректировка линейных размеров для аддитивного производства. Определение пропорции, формы и размера отверстий в зависимости от установки изделия при изготовлении.	10	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**7**	
	Представление о возможностях CAD/CAM систем. Принципы построения 3D моделей, параметризация, виды и способы привязок, система координат, базовые элементы построения модели.	4	
	Классификация САПР. Назначение, термины и определения.	3	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 1.3. Пространственная привязка. Системы координат	**Содержание**	**18**	ОК.01 ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3. ПК 1.4.
	Системы координат. Виды и способы пространственной привязки в системах автоматизированного проектирования. Понятие объектной привязки. Основные сведения о видах объектной привязки. Использование текущего режима объектной привязки. Виды координат: мировые координаты, видовые координаты, координаты проекции, экранные координаты. Координатные системы программного обеспечения. Преобразование координат программного обеспечения. Использование примитивов при формировании двумерного	18	

	эскиза. Инструменты редактирования элементов эскиза. Использование и наложение зависимостей эскиза. Создание рабочих точек. Создание фиксированной рабочей точки. Создание рабочих осей. Создание рабочих плоскостей. Основные понятия об элементах массивов. Выбор элементов для массивов: требования и возможности. Создание эскизов. Зеркальное отражение.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	-	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 1.4. Структура графического интерфейса программного обеспечения САПР. Шаблоны файлов. Браузер	**Содержание**	**8**	ОК.01 ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3. ПК 1.4.
	Создание проекта. Лента и расположение команд. Панель навигации. Основные сведения о шаблонах файлов, использование проектов. Создание файлов на основе шаблонов. Изменение единиц измерения или стандарта чертежа для шаблона. Основные сведения о браузере. Вызов и основные настройки. Работа с браузером в различных средах моделирования.	8	
	В том числе практических и лабораторных занятий	-	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 1.5. Построение твердотельной модели детали	**Содержание**	**17**	ОК.01 ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3. ПК 1.4.
	Основные функции построения твердотельной модели. Функция выдавливания. Функция вращения. Функции выдавливания по сечениям и траектории. Использование проектировочных модулей. Генератор компонентов вала. Генератор компонентов болтового соединения. Генератор компонентов цилиндрического и конического зубчатых	11	

	зацеплений. Метод создания чертежа по готовой трехмерной модели. Возможности и правила создания видов чертежа в среде САПР. Автоматическое извлечение параметров трехмерной модели и их использование в чертежах. Создание анимации и схемы сборки-разборки. Создание фотореалистичного изображения.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	**6**	
	Fusion 360 и Fusion Team Создание проектов. Основные понятия компьютерной среды «Fusion 360». Настройка системы.	4	
	Среда работы с листовым металлом.	2	
Тема 1.6. Преобразование данных САПР в поверхностные модели и универсальные форматы твердотельного моделирования. Анализ напряжений, кинематика динамического моделирования	**Содержание**	**29**	ОК.01 ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3. ПК 1.4.
	Цель и назначение поверхностных моделей. Параметры при преобразовании в формат поверхностной модели. Исправление ошибок поверхностной модели. Цель и назначение преобразования данных САПР в универсальные форматы. Нейтральные форматы. Качество обмена данными. Создание моделирования при анализе напряжений. Запуск моделирования. Устранение предупреждений и ошибок моделирования. Подготовка к анализу. Визуальное представление результатов анализа. Публикация результатов анализа напряжений. Динамическое моделирование: основные понятия, определения и назначение. Преобразование зависимостей в среде динамического моделирования. Подготовка к динамическому моделированию: упрощения, внесение изменений. Выбор параметров динамического моделирования. Сохранение степеней свободы при моделировании движущихся	19	

	сборок. Добавление трения, скользящего соединения, сил и крутящих моментов для смоделированных рабочих условий. Просмотр результатов моделирования с помощью устройства графического вывода. Публикация выходных данных моделирования. Основные определения, цель и назначение генеративного бионического дизайна. Задание нагрузок, фиксация неподвижных компонентов. Выбор геометрии, ограничивающих перемещение. Назначение материалов, коэффициента запаса прочности и метод создания изделия. Публикация результата генеративного дизайна.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	-	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся **Примерная тематика самостоятельной учебной работы при изучении раздела** 1. Систематическая проработка конспектов занятий, учебной и специальной технической литературы (по вопросам к параграфам, главам учебных пособий, составленным преподавателем). 2. Работа с библиотечным фондом (учебной литературой, официальными, справочно-библиографическими и периодическими изданиями), информационными ресурсами сети «Интернет». 3. Подготовка к практическим работам с использованием методических рекомендаций преподавателя, оформление практических работ, отчетов и подготовка к их защите.	**10**	
Раздел 2. Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование			
МДК 01.02. Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование		**133/48**	
Тема 2.1. Области применения 3D-сканирования	**Содержание**	**19**	ОК.01 ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3.
	Процесс получения компьютерной модели на основе геометрии исследуемого изделия Сравнение цифровой модели, полученной с помощью сканирования и	10	

	CAD-модели на базе ЧПУ или на 3D-принтере. Технологии сканирования физических объектов. Применение лазерных 3Dсканеров. Технические характеристики. Принцип действия. Техника безопасности при работе со сканером Калибровка и проверка на точность. Предварительные работы по оцифровки изделия. Масштабирование и корректировка размеров полигональных моделей, полученных в результате 3D сканирования. Приемы и инструменты выравнивания полигональных моделей, полученных в результате 3D сканирования.		ПК 1.4.
	В том числе практических и лабораторных занятий	**9**	
	Изучение устройства, принципа работы и алгоритмов построения трехмерных объектов с применением 3-D ручки.	4	
	Изучение функциональных блоков оборудования для аддитивного производства.	5	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 2.2. **Виды оцифровки**	**Содержание**	**8**	ОК.01 ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3. ПК 1.4.
	Понятия «Контактная оцифровка» и «Бесконтактная оцифровка». Методы измерения: ручные, измерения на приборах, измерения на станках с ЧПУ. Виды сканеров. Сканеры с кареткой, с манипулятором, координатно-измерительные машины (КИМ). Оцифровка активными сканерами, основные методы и их различия. Оцифровка пассивными сканерами, основные методы и их различия. Основные преимущества и недостатки измерений сканерами.	8	
	В том числе практических и лабораторных занятий	-	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 2.3. **Оцифровка изделий**	**Содержание**	**48**	ОК.01 ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3. ПК 1.4.
	Бесконтактное сканирование времяпролетным 3Dсканером. Техника безопасности при работе со сканером. Бесконтактное сканирование триангуляционным. Бесконтактное сканирование фотограмметрической установкой.	14	

	Бесконтактное сканирование 3D сканером с LED подсветкой. Бесконтактное сканирование 3D SL сканером Бесконтактное сканирование MPT сканером. Применение. Технические характеристики. Принцип действия. Калибровка и проверка на точность. Функции для удаления полигонов в САПР; Функции сшивания и выравнивания полигонов в САПР; Функции увеличения или уменьшения количества полигонов в САПР.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	**34**	
	Изучение языка программирования G-код оборудования для аддитивного производства.	4	
	Изучение технологии FDM/FFF.	6	
	Изучение технологии DLP/LCD.	6	
	Изучение технологии DED/WAAM.	6	
	Подготовка цифровой модели изделия (на основе физической модели).	5	
	Подготовка цифровой модели изделия (на основе чертежа модели).	5	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 2.4. Ручной измерительный инструмент. Координатно-измерительные машины	**Содержание**	**16**	ОК.01 ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3. ПК 1.4.
	Виды ручного измерительного инструмента. Методы измерения ручным аналоговым измерительным инструментом. Методы измерения ручным цифровым измерительным инструментом. Основные преимущества и недостатки таких измерений. Принцип работы и устройство координатно-измерительных машин (КИМ). Процесс сканирования на координатно-измерительных машинах. Программное обеспечение, создание управляющей программы, редактирование программы. Ограничения объектов для измерения. Устройство портальной системы, основные элементы. Пульт управление, функции кнопок.	16	

	Вспомогательные инструменты для крепления объектов измерения и калибровки. Контурограф с ручным управлением и с ЧПУ: принцип работы, устройство, необходимые вспомогательные инструменты для закрепления объекта. Профилометр с ручным управлением и с ЧПУ: принцип работы, устройство, необходимые вспомогательные инструменты для закрепления объекта. Видеоизмерительные машины с ручным управлением и с ЧПУ: принцип работы, устройство, необходимые вспомогательные инструменты для закрепления объекта (видеомикроскопов, проекционных измерительных машин). Процесс сканирования на контурографе, кругломере, видеоизмерительных машинах и профилометре. Программное обеспечение для данных установок, создание управляющей программы, редактирование программы.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	-	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 2.5. Бесконтактные активные и пассивные сканеры	**Содержание**	**9**	ОК.01 ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3. ПК 1.4.
	Виды бесконтактных активных, пассивных сканеров и их устройство. Триангуляционные сканеры, принцип их работы. Сканеры со структурированным светом, принцип их работы. Понятие «паттерны». Времяпролетные сканеры: принцип работы, область применения. Стереоскопические системы, принцип их работы. Силуэтные сканеры, принцип их работы, возможные недостатки при сканировании. Фотометрические сканеры, принцип их работы, возможные недостатки при сканировании.	9	
	В том числе практических и лабораторных занятий	-	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 2.5.	**Содержание**	**7**	

Обратное проектирование	Метод обратного проектирования по изображениям. Загрузка изображений в разные САПР программы. Применение функции масштабирования изображений для подгонки размеров. Требования к полигональным моделям для целей обратного проектирования, основания для пригодности/непригодности модели. Специализированное программное обеспечение для обратного проектирования по полигональным моделям, его возможности и преимущества перед другими САПР для проектирования: выравнивание отдельных полигональных сетей в системе координат и друг относительно друга, объединение полигональных сетей в одну единую, оптимизация полигональной сети, разбиение полигональной сети на области в соответствии с особенностями геометрии и др. Импорт полигональных моделей в САПР и функции для обратного проектирования. Методы обратного проектирования по полигональным моделям.	**7**	ОК.01 ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3. ПК 1.4.
	В том числе практических и лабораторных занятий	-	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 2.7. Дефекты и ошибки при сканировании	**Содержание**	**26**	ОК.01 ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3. ПК 1.4.
	Дефекты, которые возникают из-за некачественного скана. Способы решения проблемы. Дефекты, которые возникают из-за несоблюдения требований к объекту и помещению. Способы решения проблемы. Дефекты, которые возникают из-за отсутствия калибровки. Способы решения проблемы. Проверка и исправление ошибок в облаке точек посредством программного обеспечения триангуляционного сканера; Проверка и исправление ошибок в облаке точек внутри программного обеспечения сканера, использующего структурированный свет; Сшивание сканов и удаление артефактов в разных программах.	8	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**5**	
	Проверка и исправление ошибок в оцифрованных моделях.	5	
	Примерная тематика самостоятельной учебной работы при	**13**	

	изучении раздела 1. Систематическая проработка конспектов занятий, учебной и специальной технической литературы (по вопросам к параграфам, главам учебных пособий, составленным преподавателем). 2. Работа с библиотечным фондом (учебной литературой, официальными, справочно-библиографическими и периодическими изданиями), информационными ресурсами сети «Интернет». 3. Подготовка к практическим работам с использованием методических рекомендаций преподавателя, оформление практических работ, отчетов и подготовка к их защите.		
Учебная практика **Виды работ:** Выбор программного продукта в соответствии с техническим заданием Разработка эскиза/чертежа модели в соответствии с техническим заданием Поэтапное планирование разработки трехмерной модели изделия Создание файла объекта проектирования Задание параметров модели Сохранение файлов в соответствии с требованиями задания Создание твердотельной модели по эскизу/чертежу/техническому описанию Разработка сборочной единицы, установление взаимосвязей детали Создание фотореалистичного изображения Создание анимации Разработка комплекта чертежей Определение назначение и условий работы детали Проведение статистического и динамического анализа Разработка /внесение изменений в конструкцию трехмерной модели изделия для изготовления её на аддитивной установке Определение метода сканирования для решения поставленной задачи; Выполнение оцифровки ручным измерительным инструментом; Определение соответствия готового изделия техническому заданию; Калибровка сканера; Подготовка объекта сканирования к оцифровке; Доработка модели, полученной после обратного проектирования (реверсивного инжиниринга), сопряжение со стандартными элементами; Сканирование физического объекта;		**186**	ОК.01 ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3. ПК 1.4.

Выявление дефектов и ошибок сканирования; Проверка и исправление ошибок в облаке точек; Определение пригодности полигональной модели для реверсивного инжиниринга; Выявление и исправление ошибок модели; Выравнивание отдельных полигональных моделей в единой системе координат, сшивание модели; Создание твердотельной параметрической модели на основе полигональной модели посредством построения поверхностей по сечениям (в том числе по полигональным моделям деформированных или частично разрушенных объектов)		
Производственная практика **Виды работ:** Работа с конструкторской документацией. Создание (внесение корректировок) компьютерной модели изделия по чертежам (эскизам), предложенным руководителем практики на предприятии. Создание (внесение корректировок) технологических сборок, предложенных руководителем практики на предприятии. Чтение сборочных чертежей, деталирование. Создание (внесение корректировок, оцифровка) чертежей изделий. Подготовка модели к сканированию; Калибровка сканера; Сканирование изделия; Преобразование отсканированных моделей в редактируемые параметрические модели, пригодные для аддитивного производства; Контроль изделия согласно требований техническому заданию	**180**	ОК.01 ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3. ПК 1.4.
Промежуточная аттестация	***6***	
Всего	**598**	

2.4. Курсовой проект (работа)

Является выполнение курсового проекта (работы) по модулю обязательным.
Примерная тематика курсовых проектов (работ):
Оцифровка, доводка и создание прототипа детали посредством 3D моделирования.
Могут быть рассмотрены следующие детали:

Модель корабля, поршень автомобиля, коленчатый вал автомобиля, корпус телефона, штангенциркуля, корпус для розетки, вентилятор, свеча зажигания, корпус для компьютерной мыши и др.

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей в соответствии с приложением 3 ОПОП-П по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии.

Мастерские и зоны по видам работ, участок аддитивных установок, оснащенные в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

Оснащенные базы практики в соответствии с приложением 3 ОПОП-П по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии.

3.2. Учебно-методическое обеспечение

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Кравченко, Е. Г. Аддитивные технологии в машиностроении: учебное пособие для СПО / Е. Г. Кравченко, А. С. Верещагина, В. Ю. Верещагин. — Саратов: Профобразование, 2021. — 139 с.
2. 1. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. CAD : учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 220 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-12484-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/541923
3. 2. Копылов, Ю. Р. Компьютерные технологии в машиностроении. Практикум / Ю. Р. Копылов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 500 с. — ISBN 978-5-507-48772-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/362315 (дата обращения: 15.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Мещерякова, В.Б. Изготовление деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса: учебник для сред. проф. образования/ В.Б. Мещерякова. – М.: Академия, 2024. – 320 с. ISBN издания: 978-5-0054-2211-8
5. МуленкоВ.В., Компьютерные технологии и автоматизированные системы в машиностроении. -Москва: РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2019. – 723.2.2.
6. Штейнбах, О. Л. Инженерная и компьютерная графика. AutoCAD: учебное пособие для СПО / О. Л. Штейнбах, О. В. Диль. — Саратов: Профобразование, 2021. — 131 с.

3.2.2. Дополнительные источники

1. ГрибовскийА. А., А. И. Щеколдин Аддитивные технологии и быстрое производство в приборостроении. Учебное пособие – СПб: Университет ИТМО, 2018. – 48 с
2. Красильников Н., Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений, - СПб.: БХВ-Петербург, 2019.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Код ПК, ОК	Критерии оценки результата (показатели освоенности компетенций)	Формы контроля и методы оценки
ОК.01 ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3. ПК 1.4.	Распознает задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; анализирует задачу и/или проблему и выделять её составные части; определяет этапы решения задачи; Выполняет работы по сканированию объектов; Проводит измерение изделие при помощи ручных измерительных инструментов Проводит оценку годности изделия на основании измерений Разрабатывает трехмерные модели изделий для целей аддитивного производства Производит подготовку трехмерных моделей изделия для переноса в устройства числового программного управления аддитивных установок Создает редактируемые параметрические модели, пригодные для аддитивного производства, на основе полигональных моделей изделий. Проводит проверку и исправление ошибок полигональной модели. Осуществляет анализ отклонений построенной параметрической модели от исходной полигональной и исходного изделия Разрабатывает рабочие чертежи детали в соответствии с требованиями ЕСКД. Разрабатывает сборочные чертежи и спецификации в соответствии с требованиями ЕСКД.	Контрольные работы, зачеты, квалификационные испытания, защита курсовых и дипломных проектов (работ), экзамены. Интерпретация результатов выполнения практических и лабораторных заданий, оценка решения ситуационных задач, оценка тестового контроля. Проверка правильности выполнения практических работ; экспертная оценка практических работ; устный опрос; экспертная оценка результатов, устных опросов; проверка самостоятельных работ; контроль учебной и производственной практик. Диагностика результатов.

Приложение 1.2
к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

Рабочая программа профессионального модуля

«ПМ.02 ПОДГОТОВКА, ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ НА УЧАСТКАХ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Общая характеристика РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ ...24

1.1. Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной программы24

1.2. Планируемые результаты освоения профессионального модуля 24

1.3. Обоснование часов вариативной части ОПОП-П 30

2. Структура и содержание профессионального модуля 34

2.1. Трудоемкость освоения модуля 34

2.2. Структура профессионального модуля 35

2.3. Содержание профессионального модуля 36

3. Условия реализации профессионального модуля 54

3.1. Материально-техническое обеспечение 54

3.2. Учебно-методическое обеспечение 54

4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля 55

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

«ПМ.02 Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства»

код и наименование модуля

1.1. Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной программы

Цель модуля: освоение вида деятельности «Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства».

Профессиональный модуль включен в профессиональный цикл образовательной программы.

1.2. Планируемые результаты освоения профессионального модуля

В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
ОК.01	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части; определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах оценивать результат и последствия своих действий(самостоятельно или с помощью наставника)	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте методы работы в профессиональной и смежных сферах; порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности	-
ОК.02	определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать	номенклатура информационных источников, применяемых в	-

	необходимые источники информации; выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска; оценивать практическую значимость результатов поиска; применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности; использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач	профессиональной деятельности; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации; современные средства и устройства информатизации, порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства	
ОК.04	организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности	психологические основы деятельности коллектива; психологические особенности личности	
ОК.09	понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы; участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; кратко обосновывать и	правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика); лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности; особенности	

	объяснять свои действия (текущие и планируемые); писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы	произношения; правила чтения текстов профессиональной направленности	
ПК 2.1	оценивать соответствие исходного материала для изготовления изделий аддитивного производства предъявляемым технологическим требованиям по химическому составу и форме; снимать данные о текущем значении расхода исходного материала с датчиков аддитивных установок	порядок контроля расхода исходного материала в аддитивном производстве; методика проверки исходных материалов для использования в аддитивных установках; типы материалов, используемых в качестве исходных для аддитивного производства; виды форм и состояний исходного материала для аддитивного производства	выполнения операций по входному контролю исходного сырья и определению расхода сырья
ПК 2.2	осуществлять предпусковую калибровку и послеэксплуатационную чистку оборудования; загружать исходные материалы в аддитивную установку, устанавливать технологическую подложку (платформу); выполнять экстренный останов процесса производства изделия и продолжение работы после экстренного останова; извлекать изделия из рабочей зоны аддитивной установки; выполнять измерения и контроль параметров изделий; определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации;	принципы формообразования в аддитивном производстве; типовая структура изделия, созданного методом послойного синтеза; виды дефектов изделий, созданных методом послойного синтеза; назначение и область применения существующих типов аддитивных установок и используемые в них материалы; технические параметры, характеристики и особенности различных типов аддитивных установок; конструкции аддитивных установок; порядок работ при изготовлении изделия на аддитивной установке;	подготовки аддитивных установок к запуску; подготовки и загрузки рабочих материалов; контроля процесса создания изделия на аддитивной установке;

		правила безопасной эксплуатации аддитивных установок;	
ПК 2.3	рационально организовывать рабочие места, определять задачи для исполнителей, обеспечивать их предметами и средствами труда; рассчитывать показатели, характеризующие эффективность работы основного и вспомогательного оборудования; оптимизировать загрузку оборудования; принимать и реализовывать управленческие решения; мотивировать работников на решение производственных задач; управлять конфликтными ситуациями, стрессами и рисками; определять опасные и вредные факторы в сфере профессиональной деятельности; оценивать состояние техники безопасности на производственном объекте; проводить инструктаж по технике безопасности; защищать свои права и права работников в соответствии с гражданским и трудовым законодательством Российской Федерации	особенности обеспечения работы различных видов аддитивных установок; нормативная документация, регулирующая технологические процессы аддитивного производства; основы организации производства, мотивации и управления персоналом; принципы, формы и методы организации производственного и технологического процессов; принципы делового общения в коллективе; правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности; особенности обеспечения безопасных условий труда в сфере профессиональной деятельности;	управления процессами аддитивного производства; организации работы участка аддитивного производства
ПК 2.4	анализировать виды и последствия потенциальных отказов оборудования и нарушения	причины брака, дефектов изделий; методы контроля процесса создания изделий на аддитивных	контроля технологического процесса аддитивной установки

	технологических процессов; анализировать визуальную сигнализацию контрольных приборов аддитивной установки; выявлять нарушение параметров технологического процесса; правильно эксплуатировать электрооборудование; использовать электронные приборы и устройства;	установках; проблемы совместимости исходных материалов, технологического оборудования и технологических режимов; устройство систем оптического контроля процесса и принципы их работы, признаки наличия ошибок, методы их выявления; принципы функционирования автоматизированных систем управления технологическим процессом; состав и принцип работы мехатронных модулей; типы привода (электрический, гидравлический, пневматический); типы и назначение датчиков	
ПК 2.5	выбирать технологическое оборудование, инструменты для финишной обработки изделий, полученных методами аддитивных технологий; выявлять дефекты изделий; анализировать структурные и конструкционные недостатки изделия, погрешности изготовления и обработки; анализировать причины дефектов изделий; определять оптимальный технологический процесс финишной обработки изделия;	критерии качества изделия по точности размеров и форме, структуре материала; методы финишной обработки изделий, созданных посредством аддитивных технологий; причины брака, дефектов изделий; технические параметры, характеристики и особенности современных токарных и фрезерных станков с ЧПУ, координатно-расточных станков, установок гидроабразивной обработки, обработки сжатым воздухом, пескодробеструйной обработки;	выполнения работ по доводке и финишной обработке изделий, полученных посредством аддитивных технологий с применением станков, в том числе с ЧПУ, установок и аппаратов механической обработки, ручного инструмента; проверки соответствия готовых изделий технической документации с применением измерительных инструментов

	выбирать средства измерений; выполнять измерения и контроль параметров изделий; определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации; определять оптимальные методы контроля качества; осуществлять финишную обработку изделий, изготовленных на аддитивных установках, на станках, механизированным инструментом и вручную; использовать аппараты обработки сжатым воздухом, пескодробеструйной обработки;	методы работы с аппаратами обработки сжатым воздухом, пескодробеструйной обработки; правила безопасной эксплуатации механического оборудования;	
ПК 2.6	проводить визуальную проверку механических и оптических узлов аддитивной установки; проводить проверку электронных узлов аддитивной установки посредством средств автоматизированного контроля; прогнозировать отказы и обнаруживать неисправности аддитивных установок, осуществлять технический контроль при их эксплуатации; производить диагностику оборудования и определение его ресурсов; организовывать и выполнять наладку, регулировку и проверку аддитивных установок; правильно	физические процессы, протекающие при создании изделий на аддитивных установках различных типов; конструкция, принцип действия, типовые неисправности аддитивных установок разных типов; устройство систем оптического контроля процесса и принципы их работы, признаки наличия ошибок при изготовлении изделий на аддитивных установках, методы их выявления; алгоритм выявления и устранения неисправностей аддитивных установок; приемы диагностического контроля технического	выявления и устранения неисправностей аддитивных установок; диагностического контроля технического состояния аддитивных установок;

	эксплуатировать электрооборудование; проводить электроизмерения; читать принципиальные электрические схемы устройств/установок	состояния аддитивных установок; электроизмерительные приборы, их назначение и правила использования; правила электробезопасности; профилактические мероприятия по охране окружающей среды, технике безопасности и производственной санитарии	
ПК 2.7	менять сменные элементы аддитивных установок; проводить смазку/ зарядку/ заправку аддитивных установок специальными жидкостями и газами; эффективно использовать материалы и оборудование; заполнять технологическую документацию	физические принципы работы, конструкцию, технические характеристики, правила технического обслуживания аддитивных установок; элементы систем автоматики, основные характеристики и принципы их применения в аддитивных установках и вспомогательном оборудовании; регламент технического обслуживания аддитивных установок различных типов; методы повышения долговечности оборудования; приемы проведения операций по техническому обслуживанию аддитивных установок различных типов; требования охраны труда, пожарной и экологической безопасности	проведения операций технического обслуживания аддитивных установок

1.3. Обоснование часов вариативной части ОПОП-П

№ № п/п	Дополнительные профессиональные компетенции	Дополнительные знания, умения, навыки	№, наименование темы	Объем часов	Обоснование включения в рабочую

					программу
1.	-	**Знания:** - Оборудование аддитивного производства, имеющееся в организации, его возможности и особенности конструкции; - Применяемые в имеющемся в организации оборудовании аддитивного производства исходные материалы и источники энергии. **Умения:** - Применять конструкторские системы автоматизированного проектирования для моделирования конструктивных решений и структурно-компоновочных вариантов сложных изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий	МДК 02.01. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий	40	По запросу работодателя АО «Адмиралтейские верфи
2.	-	**Знания:** - Правила работы на автоматизированных рабочих местах, оснащенных применяемым в организации программным обеспечением и включенных в локальную, а также внешнюю сеть;	МДК 02.02. Ведение технологического процесса на аддитивных установках	20	По запросу работодателя АО «Адмиралтейские верфи

		- Математические модели аддитивных производств: их основные принципы и программная реализация **Умения:** - Создавать электронные таблицы, выполнять вычисления и обработку данных по разрабатываемому технологическому процессу аддитивного производства; - Создавать чертежи сложных изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий, с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования; - Работать с трехмерными моделями сложных изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий, с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования: загружать модели, строить сечения, выполнять дополнительные построения, делать выноску размеров, назначать технические требования			
3.	-	**Знания:** - Оборудование, возможности и методики применения	МДК 02.03 Техническое обслуживание	20	По запросу работодателя АО «Адмиралтей

		неразрушающего контроля: оптического, теплового, рентгеновского, ультразвукового, компьютерной томографии. **Умения:** - Применять пакеты прикладных программ статистического анализа и для анализа результатов испытаний эксплуатационных свойств несложных изделий аддитивного производства; Оптимизировать планы испытаний эксплуатационных свойств несложных изделий аддитивного производства с применением прикладных программ статистического анализа	аддитивных установок		ские верфи
4.	-	**Знания:** - Методы определения причин дефектов несложных изделий аддитивного производства; - Порядок составления технической документации по вопросам качества несложных изделий аддитивного производства при помощи средств вычислительной техники и прикладных программ. **Умения:** Формулировать предложения по повышению качества	МДК 02.04 Методы финишной обработки и контроля качества изделий аддитивного производства	35	По запросу работодателя АО «Адмиралтейские верфи

		несложных изделий аддитивного производства в виде технической документации			

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

2.1. Трудоемкость освоения модуля

Наименование составных частей модуля	**Объем в часах**	**В т.ч. в форме практической подготовки**
Учебные занятия	454	166
Курсовая работа (проект)	0	0
Самостоятельная работа	21	-
Практика, в т.ч.:	390	390
учебная	*210*	*210*
производственная	*180*	*180*
Промежуточная аттестация, в том числе: МДК 02.01 в форме ДЗ МДК 02.02, МДК 02.03 в форме комплексного ДЗ МДК 02.04 в форме ДЗ УП. 02 в форме ДЗ ПП 02 в форме ДЗ ПМ 02 в форме экзамена		
Всего	**844**	**556**

2.2. Структура профессионального модуля

Код ОК, ПК	Наименования разделов профессионального модуля	Всего, час.	В т.ч. в форме практической подготовки	Обучение по МДК, в т.ч.:	Учебные занятия	Курсовая работа (проект)	Самостоятельная работа	Учебная практика	Производственная практика
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3	МДК 02.01. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий	**120**	**48**	**120**	120	0	**0**		
ОК.01 ОК.02	МДК 02.02. Ведение технологического процесса на аддитивных установках	**114**	37	**114**	105	0	**9**		

ОК.04 ОК.09 ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3									
ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.4 ПК 2.6 ПК 2.7	МДК 02.03. Техническое обслуживание аддитивных установок	**105**	35	**105**	93		**12**		
ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.5	МДК 02.04. Методы финишной обработки и контроля качества изделий аддитивного производства	**115**	46	**115**	115				
	Учебная практика	**210**	**210**					**210**	
	Производственная практика	**180**	**180**						**180**
	Промежуточная аттестация	**0**							
	Всего:	***844***	***556***		***433***	***0***	***21***	***210***	***180***

2.3. Содержание профессионального модуля

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятий	Объем, ак. ч. / в том числе в форме практической подготовки, ак. ч.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
ПМ.02 Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства		**844/556**	
МДК 02.01. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий		**120/48**	
Введение	**Содержание**	**2/0**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3
	Цели и задачи профессионального модуля. Межпредметные связи. Значение ПМ в профессиональной деятельности	**2**	
Тема 1.1. Основы прототипирования	**Содержание**	**13/0**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3
	Общие термины	2	
	Преимущества и проблемы реализации аддитивных технологий	1	
	Классификация методов, систем и установок аддитивных технологий	1	
	Основы автоматизации процесса послойного создания изделия	1	
	Обобщенная схема операций при послойном создании изделия	1	
	Специфика работы на разных аддитивных установках	2	
	Пути повышения точности воспроизведения моделей и качества поверхности	1	
	Тесты производительности и контроля	1	
	Сравнительная оценка аддитивных установок по размерам рабочей камеры, точности и времени воспроизведения	1	

	Применение аддитивных технологий в различных отраслях промышленности, в образовании, сфере услуг, медицине	1	
	Дорожная карта развития аддитивных технологий	1	
Тема 1.2 Технология 3D печати методом послойного наплавления	**Содержание**	**19/9**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3
	Подача пластика в экструдер	2	
	Расплавление пластика в экструдере	2	
	Послойное нанесение расплавленного пластика	2	
	Достоинства и недостатки применяемой технологии	2	
	Печать простейших прототипов и функциональных изделий из пластика	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**9**	
	Обработка трехмерной цифровой модели, Деление STL на слои	2	
	Ориентирование подходящим образом модели для печати	1	
	Генерация поддерживающей структуры.	2	
	Выбор материала для печати (ABS, PLA, поликарбонаты, полиамиды, полистирол, лигнин)	1	
	Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов	1	
	Финишная обработка модели после печати	2	
Тема 1.3 Технология 3D печати методом стереолитографии	**Содержание**	**17/8**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3
	Технологическое применение SLA	2	
	Технологическое применение DLP	2	
	Полимеризация пластика в ультрафиолетовой печи.	1	
	Жидкие фотополимеры	1	
	Печать высококачественных и детализированных прототипов	1	
	Печать моделей для литья по выжигаемым моделям	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**8**	
	Обработки трехмерной цифровой модели	1	

	Деление STL на слои	1	
	Ориентирование подходящим образом модели для печати	1	
	Генерация поддерживающей структуры	2	
	Подготовка к печати модели из одного и нескольких материала	1	
	Финишная обработка модели после печати	2	
Тема 1.4. Технология 3D печати методом многоструйного моделирования	**Содержание**	**15/9**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3
	Нанесение на платформу печатающей головкой через большое количество форсунок жидкого фотополимера	2	
	Послойное отверждение ультрафиолетовым проектором	2	
	Печать высококачественных и детализированных прототипов	1	
	Печать моделей для литья по выжигаемым и выплавляемым моделям	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**9**	
	Обработки трехмерной цифровой модели. Деление STL на слои	2	
	Ориентирование подходящим образом модели для печати	1	
	Генерация поддерживающей структуры	2	
	Выбор материала для печати (термопластик, воск и фотополимерные смолы)	1	
	Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов	1	
	Финишная обработка модели после печати	2	
Тема 1.5 Технология 3D печати методом цветного склеивания порошкового материала	**Содержание**	**14/8**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3
	Раскатывание ракелем или роликом по рабочей поверхности	2	
	Нанесение на слой специального связующего вещества	2	
	Склеивание в цельную деталь	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**8**	
	Обработки трехмерной цифровой модели. Деление STL на слои	2	
	Ориентирование подходящим образом модели для печати	1	
	Генерация поддерживающие структуры	1	
	Выбор материала для печати (VisiJet PXL Core, полистирол, лигнин)	1	
	Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов	1	

	Финишная обработка модели после печати	2	
Тема 1.6. Технология 3D печати методом селективного лазерного спекания	**Содержание**	**16/7**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3
	Разравнивание порошка ракелем по рабочей поверхности	1	
	Заштриховывание контура детали при помощи импульсного излучения	1	
	Воздействием высокоэнергетического лазерного луча для спекания шаровидных пластиковых гранул между собой	2	
	Создание конечных изделий сложной геометрии	2	
	Легковесные конструкции	2	
	Функционально интегрированные детали	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**7**	
	Обработки трехмерной цифровой модели	1	
	Деление STL на слои	1	
	Ориентирование подходящим образом модели для печати	1	
	Генерация поддерживающие структуры	1	
	Выбор материала для печати Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов	1	
	Финишная обработка модели после печати	2	
Тема 1.7 Технология 3D печати методом селективного лазерного плавления	**Содержание**	**12/6**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3
	Разравнивание порошка ракелем по рабочей поверхности	1	
	Заштриховывание контура детали при помощи импульсного излучения	1	
	Воздействие высокоэнергетического лазерного луча для спекания сферических с металлическим наполнением гранул между собой	1	
	Создание конечных изделий сложной геометрии	2	
	Изготовление форм для литья пластика	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**6**	
	Анализ повреждения модели	1	
	Ориентирование подходящим образом модели для печати	1	
	Генерация поддерживающие структуры	1	

	Выбор материала для печати	1	
	Финишная обработка модели после печати	2	
Тема 1.8 Прототипирование в индустрии	**Содержание**	**11/0**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3
	Выбор материала для приложения и метода проектирования	1	
	Конструирование и дизайн	2	
	Построение моделей в архитектуре	2	
	Примеры применений в машиностроении, анализ и планирование	1	
	Производство оснастки в промышленности	1	
	Аэрокосмические приложения	1	
	Моделирование и создание беспилотных летательных аппаратов	2	
	Автомобильная индустрия	1	
Дифференцированный зачет по МДК 02.01		**1**	
ПМ.02 Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства		**844/556**	
МДК 02.02 Ведение технологического процесса на аддитивных установках		**114/37/9**	
Тема 2.1 Выбор технологий аддитивного производства на основе технического задания	**Содержание**	**12/0/2**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3
	Основания для выбора конкретных аддитивных технологий	2	
	Характеристики вещества, используемого для создания моделей	2	
	Размеры рабочей зоны для установления габаритов формируемого объекта	2	
	Выбор аддитивной установки с учетом области использования будущих моделей	2	
	Производители аддитивных установок различных типов	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся Сравнительный анализ технологий трехмерной печати. Составление аналитического материала	**2**	
Тема 2.2 Эксплуатация 3D-	**Содержание**	**28/10/2**	ОК.01 ОК.02
	Применение в машиностроительном производстве	1	

принтера FDM-типа (расплавление пластиковой нити)	Технические характеристики 3D- принтера FDM-типа	1	ОК.04 ОК.09 ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3
	Технологические особенности печати	2	
	Программное обеспечение принтера	2	
	Настройка и калибровка	2	
	Разработка модели высокой точности для печати на 3D- принтере FDM-типа	2	
	Проверка модели в программном обеспечение на наличие дефектов	2	
	Подготовка модели к печати на 3D- принтере FDM-типа	2	
	Методы финишной обработки модели, напечатанной на стереолитографическом 3D принтере	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**10**	
	Подбор программного обеспечения для разработки модели	2	
	Установка и настройка программного обеспечения на виртуальную машину	2	
	Разработка модели высокой точности для печати на стереолитографическом 3D принтере	2	
	Проверка модели в программном обеспечении на наличие дефектов	2	
	Подготовка модели к печати	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся Анализ технологии трехмерной печати. Составление аналитического материала	**2**	
Тема 2.2 Эксплуатация 3D-принтера FDM-типа (расплавление пластиковой нити)	**Содержание**	**28/10/2**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3
	Применение в машиностроительном производстве	1	
	Технические характеристики 3D- принтера FDM-типа	1	
	Технологические особенности печати	2	
	Программное обеспечение принтера	2	
	Настройка и калибровка	2	
	Разработка модели высокой точности для печати на 3D- принтере FDM-	2	

	типа		
	Проверка модели в программном обеспечение на наличие дефектов	2	
	Подготовка модели к печати на 3D- принтере FDM-типа	2	
	Методы финишной обработки модели, напечатанной на стереолитографическом 3D принтере	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**10**	
	Подбор программного обеспечения для разработки модели	2	
	Установка и настройка программного обеспечения на виртуальную машину	2	
	Разработка модели высокой точности для печати на стереолитографическом 3D принтере	2	
	Проверка модели в программном обеспечении на наличие дефектов	2	
	Подготовка модели к печати	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся Анализ технологии трехмерной печати. Составление аналитического материала	**2**	
Тема 2.3. Эксплуатация фотополимерных аддитивных установок	**Содержание**	**26/8/2**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3
	Применение в машиностроительном производстве 3D- принтера SLA-типа	1	
	Применение в машиностроительном производстве3D- принтера DLP-типа	1	
	LCD-технология, фотополимеризация с помощью жидкокристаллического экрана	1	
	Полимеризация пластика в ультрафиолетовой печи. Жидкие Фотополимеры	1	
	Печать высококачественных и детализированных прототипов	1	
	Печать моделей для литья по выжигаемым моделям	1	
	Технические характеристики 3D- принтера SLA-типа	1	
	Технологические особенности печати 3D- принтера SLA	1	
	Программное обеспечение принтера 3D- принтера SLA	2	

	Настройка и калибровка 3D- принтера SLA	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**8**	
	Настройка установки для создания изделия	2	
	Проверка цифровой модели в программе на наличие дефектов	2	
	Подготовка модели к печати	2	
	Печать изделия	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся Анализ технологии трехмерной печати. Составление аналитического материала	**2**	
Тема 2.4 Эксплуатация установок лазерного спекания порошкового пластика	**Содержание**	**24/10/2**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3
	Применение в машиностроительном производстве	1	
	Разравнивание порошка ракелем по рабочей поверхности	1	
	Заштриховывание контура детали при помощи импульсного излучения	1	
	Технология полноцветной струйной 3D-печати	1	
	Настройка и калибровка	1	
	Нанесение на слой специального связующего вещества	1	
	Склеивание в цельную деталь	1	
	Создание конечных изделий сложной геометрии	1	
	Легковесные конструкции. Функционально интегрированные детали.	2	
	Программное обеспечение принтера. Настройка и калибровка	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**10**	
	Побор программного обеспечения для разработки модели	2	
	Установка и настройка программного обеспечения на виртуальную машину	2	
	Разработка модели полой металлической структуры высокой геометрической сложности для печати	2	
	Проверка модели в программном обеспечении на наличие дефектов	2	
	Подготовка модели к печати	2	

	В том числе самостоятельная работа обучающихся Анализ технологии трехмерной печати. Составление аналитического материала	**2**	
Тема 2.5 Эксплуатация 3D принтера по металлу	**Содержание**	**24/9/1**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3
	Применение 3D печати металлом	1	
	Технические характеристики	2	
	Технологические особенности печати	1	
	Использование DMLS и SLM 3D принтеров	1	
	Металлические порошки для 3D-печати	1	
	Межслойная адгезия 3D печати металлом	1	
	Поддержки и ориентация деталей	2	
	Преимущества и ограничения DMLS / SLM	1	
	Струйная 3D печать металлом со связующим	1	
	Экструзия металлизированного пластика	1	
	FDM 3D печать металлом	1	
	Методы финишной обработки модели, напечатанной на 3D принтере	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**9**	
	Побор программного обеспечения для разработки модели	1	
	Установка и настройка программного обеспечения на виртуальную машину	2	
	Разработка модели для печати на 3D принтере	2	
	Проверка модели на наличие в программном обеспечение дефектов	2	
	Подготовка модели к печати	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся Анализ технологии трехмерной печати. Составление аналитического материала	**1**	
МДК 02.03 Техническое обслуживание аддитивных установок		**105/35/12**	

Введение	**Содержание**	**1/0/0**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.4 ПК 2.6 ПК 2.7
	Цели и задачи профессионального модуля. Межпредметные связи. Значение ПМ в профессиональной деятельности	1	
Тема 3.1 Основы обслуживания установок для аддитивного производства	**Содержание**	**19/8/2**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.4 ПК 2.6 ПК 2.7
	Оборудование для ремонта аддитивных установок	1	
	Контрольно-измерительные приборы для ремонта аддитивных установок	1	
	Практика измерений	1	
	Системы автоматического контроля	1	
	Системы автоматического управления	1	
	Системы автоматического регулирования	1	
	Классификация электроприводов	1	
	Назначение электроприводов	1	
	Физические процессы в электроприводах	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**8**	
	Применение пайки в электромонтажных работах	2	
	Определение качества паяльных швов при пайке с применением припоев и флюсов различных марок	3	
	Ультразвуковая очистка образцов, контроль чистоты очистки	3	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся Работа с конспектами занятий, учебной и специальной технической литературой по индивидуальным заданиям.	**2**	
Тема 3.2	**Содержание**	**20/10/2**	ОК.01

Устройство шагового двигателя	Принцип работы шагового двигателя	1	ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.4 ПК 2.6 ПК 2.7
	Биполярные и униполярные шаговые двигатели	1	
	Разновидности шаговых двигателей	1	
	Режимы управления шаговым двигателем	1	
	Достоинства и недостатки шаговых двигателей	1	
	Характеристики шаговых двигателей	1	
	Драйверы шагового двигателя	1	
	Ремонт и профилактика шагового двигателя	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**10**	
	Изучение устройства, принципа работы и алгоритмов построения трехмерных объектов с применением 3-d ручки 3dpen-2b	3	
	Изучение устройства и принципа работы настольного 3-d принтера makerbot replicator 2	3	
	Изучение алгоритмов генерации управляющих программ для 3-d принтера makerbot replicator 2 с использованием программного обеспечения «makerbot desktop»	2	
	Изучение устройства, принципа работы 3-d принтера projet 1200 и алгоритмов генерации управляющих программ с использованием программного обеспечения «geomagic print»	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся Работа с конспектами занятий, учебной и специальной технической литературой по индивидуальным заданиям.	**2**	
Тема 3.3 Устройство печатающей головки FDM-принтера (Экструдер)	**Содержание**	**15/8/2**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.4 ПК 2.6 ПК 2.7
	Принцип работы экструдера	1	
	Система подачи филамента	1	
	Натяжной механизм	1	
	Прямой экструдер	1	
	Экструдер Боудена	1	

	В том числе практических и лабораторных занятий	**8**	
	Изучение устройства, принципа работы 3-d принтера objet30 pro и алгоритмов генерации управляющих программ с использованием программного обеспечения «objet studio»	4	
	Изучение устройства, принципа работы 3-d принтера concept laser m2 cusing и алгоритмов генерации управляющих программ с использованием программного обеспечения materialise magics	2	
	Создание цифровых моделей трехмерных объектов на базе системы breuckmann opto-top he	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся Работа с конспектами занятий, учебной и специальной технической литературой по индивидуальным заданиям.	**2**	
Тема 3.4 Устройство и принцип работы, запуск и наладка установок селективного лазерного плавления	**Содержание**	**27/4/3**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.4 ПК 2.6 ПК 2.7
	Принципы формообразования методом селективного лазерного плавления	1	
	Основные элементы установки СЛП	1	
	Лазер с системой сканирования	1	
	Система управления	1	
	Движения формообразования в установке СЛП	1	
	Виды компоновок СЛП	1	
	Работы по подготовке к процессу производства	2	
	Обработка порошка в планетарной мельнице	2	
	Просеивание порошка	1	
	Гомогенизация порошка по размеру частиц	1	
	Сушка (удаление влаги) порошка	1	
	Подготовка оборудования установки СЛП к работе	2	
	Подготовка управляющей программы технологии	2	
	Определение стратегии сканирования слоя	1	

	Подготовка оборудования СЛП к старту процесса производства	1	
	Запуск и контроль процесса производства	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**8**	
	Исследование формовки выводов электронных компонентов	2	
	Исследование процесса сборки микромодулей с поверхностным монтажом	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся Работа с конспектами занятий, учебной и специальной технической литературой по индивидуальным заданиям.	**3**	
Тема 3.5 Мероприятия по техническому обслуживанию и ремонту установок для аддитивного производства	**Содержание**	**21/5/3**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.4 ПК 2.6 ПК 2.7
	Общая концепция системы технического обслуживания и ремонта аддитивных установок	1	
	Производственная эксплуатация аддитивных установок	1	
	Техническое обслуживание установок для аддитивного производства	1	
	Нормативы, регулирующие ремонтные работы и техническое обслуживание оборудования на предприятии	2	
	Планирование и организация подготовки ремонта и технического обслуживания оборудования	2	
	Организация проведения ремонтных работ и технического обслуживания на предприятии	1	
	Типовая номенклатура работ при текущем ремонте аддитивных установок	1	
	Капитальный ремонт	1	
	Формы ремонтной документации аддитивных установок	1	
	Нормативы периодичности, продолжительности и трудоемкости ремонта	1	
	Охрана труда и промышленная безопасность при работе с аддитивными установками	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**5**	
	Исследование процессов монтажа и демонтажа электронных компонентов на термовоздушной паяльной станции	2	

	Исследование процесса удаления загрязнений с поверхности твердых тел жидкими средами в ультразвуковом поле	3	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся Работа с конспектами занятий, учебной и специальной технической литературой по индивидуальным заданиям.	**3**	
Комплексный дифференцированный зачет по МДК 02.02 и МДК 02.03		**2**	
МДК. 02.04. Методы финишной обработки и контроля качества готовых изделий		**115/46**	
Введение	**Содержание**	**2/0**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.5
	Цели и задачи профессионального модуля. Межпредметные связи. Значение ПМ в профессиональной деятельности	2	
Тема 4.1 Проверка соответствия готовых изделий техническому заданию	**Содержание**	**46/16**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.5
	Задачи контроля изделия, полученного методом послойного синтеза	2	
	Аттестация контролёров	1	
	Контроль оборудования	1	
	Входной контроль основных материалов	1	
	Контроль качества дополнительных материалов	1	
	Операционный контроль	1	
	Неразрушающий контроль	1	
	Разрушающий контроль	1	
	Гидравлические (пневматические) испытания	1	
	Применяемый ручной измерительный инструмент: виды, способ применения. Штангенциркули, микрометры, нутромеры, глубиномеры	3	
	Точность измерения	1	
	Погрешность измерения	1	
	Применение систем бесконтактной оцифровки для проверки	3	

	соответствия готовых изделий техническому заданию		
	Оптимальные методы контроля качества	3	
	Предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации;	3	
	Методы измерения параметров и определения свойств материалов	3	
	Способы обеспечения заданной точности и свойств при изготовлении деталей	3	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**16**	
	Проверка соответствия готовых изделий техническому заданию с применением ручного измерительного инструмента	8	
	Проверка соответствия готовых изделий техническому заданию с применением систем бесконтактной оцифровки	8	
Тема 4.2 Финишная обработка изделий на фрезерных и токарных станках	**Содержание**	**18/8**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.5
	Применение токарных и фрезерных станков с числовым программным управлением для финишной обработки изделий, полученных посредством аддитивных технологий	2	
	Технологическое оборудование, станки, инструменты и оснастка для финишной обработки изделий;	2	
	Токарная или фрезерная обработка.	1	
	Галтовка	1	
	Шлифование	1	
	Плазменное полирование	1	
	Оптимальный технологический цикл финишной обработки изделия;	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**8**	
	Выполнения работ по доводке изделий, полученных посредством аддитивных технологий на фрезерных и токарных станках с ЧПУ	8	
Тема 4.3 Финишная обработка изделий	**Содержание**	**17/8**	ОК.01 ОК.02 ОК.04
	Технические параметры, характеристики и особенности современных установок гидроабразивной обработки,	3	

на гидроабразивных установках	Особенности и требования технологий последующей обработки деталей на гидроабразивных установках	3	ОК.09 ПК 2.5
	Приемы использования гидроабразивных установок для финишной обработки	3	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**8**	
	Выполнения работ по доводке изделий, полученных посредством аддитивных технологий на гидроабразивных установках	8	
Тема 4.4 Финишная обработка изделий на расточных станках и с помощью ручного инструмента	**Содержание**	**23/14**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.5
	Технические параметры, характеристики и особенности современных координатно-расточных станков,	3	
	Использование координатно-расточных станков для целей финишной обработки изделий, полученных на аддитивных установках	3	
	Ручные инструменты для финишной обработки, приемы работы	3	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**14**	
	Анализ и подбор оборудования для реализации поставленного задания по обработке изделия	7	
	Выполнения работ по доводке и, в соответствии с техническим заданием с, гидроабразивных установок, расточных станков и ручного инструмента;	7	
Тема 4.5 Прочие технологии финишной обработки изделий, полученных посредством аддитивных технологий	**Содержание**	**8/0**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.5
	Прочие технологии финишной обработки изделий, полученных посредством аддитивных технологий: финишная полировка, химическая обработка, обработка лазером	3	
	Область применения, применяемые материалы, используемые установки, Приемы использования.	3	
	Охрана труда процесса финишной обработки изделий, полученных на аддитивных установках	2	
Дифференцированный зачет по МДК 02.04		**1**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.5

Учебная практика **Виды работ:** Создание технического задания для прототипа 3D принтера послойного наплавления Моделирование деталей 3D принтера в программном обеспечение AutoCad Моделирование деталей 3D принтера в программном обеспечение 3DS MAX Исправление ошибок, полученных при 3D моделировании Конвертирование полученных моделей в STL формат Подготовка к печати 3D моделей Печать моделей на 3D принтере Ручная (финишная) обработка полученных моделей Сборка 3D принтера из полученных моделей Защита технического задания и созданного прототипа 3D принтера Диагностики и 3D принтера и 3D сканера Профилактика 3D принтера и 3D сканера Замена шаговых двигателей 3D принтера Ремонт экструдера Замена лазера 3D сканера Создание деталей заменителей для 3D принтера в КОМПАС-ЗИ Печать моделей деталей заменителей Составление и заполнение акта приема-передачи оборудования Доводка и установка деталей заменителей Составление и заполнение ремонтного журнала Составление ведомости дефектов Составление акта на выдачу из капитального ремонта Составление сметы затрат Составление паспорта основного оборудования Финишная обработка изделий и доводка изделий, полученных посредством аддитивных технологий, на фрезерных и токарных станках с ЧПУ, на гидроабразивных установках, с помощью ручного инструмента	**210**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3 ПК 2.4 ПК 2.5 ПК 2.6 ПК 2.7
Производственная практика **Виды работ:** Изучение техники безопасности при работе с аддитивными установками на производстве Изучение видов производственных 3D принтеров предприятия Изучение программного обеспечения 3D принтеров Печать на производственных 3D принтерах	**180**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 2.1

Печать на предприятия 3D прототипа модели, соответствующего заданию руководителя практики Изучение программного обеспечения калибровки на 3D принтере Подготовка 3D прототипа и технической документации для защиты отчета по практике Диагностика установок для аддитивного производства с использованием контрольно-измерительных приборов Выявление и устранение неисправностей установок для аддитивного производства с использованием контрольно-измерительных приборов Техническое обслуживание установок для аддитивного производства Текущий ремонт установок для аддитивного производства Замена неисправных электронных, электронно-оптических, оптических и прочих функциональных элементов установок для аддитивного производства Регулировка электронных, электронно-оптических, оптических и прочих функциональных элементов установок для аддитивного производства Организация работ по техническому обслуживанию установок для аддитивного производства Организация работ по текущему ремонту установок для аддитивного производства Изучение техники безопасности при работе с аддитивными установками на производстве Изучение видов производственных 3D принтеров предприятия Изучение программного обеспечения 3D принтеров Печать на производственных 3D принтерах Печать на предприятия 3D прототипа модели, соответствующего заданию руководителя практики Изучение программного обеспечения калибровки на 3D принтере Подготовка 3D прототипа и технической документации для защиты отчета по практике		ПК 2.2 ПК 2.3 ПК 2.4 ПК 2.5 ПК 2.6 ПК 2.7
Промежуточная аттестация		
Всего	**844**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет технологии машиностроения, оснащённый оборудованием и техническими средствами обучения в соответствии с приложением 3 ОПОП-П по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии.

Мастерская: участок аддитивных установок, оснащённый в соответствии с приложением 3 ОПОП-П по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Аддитивные технологии в производстве изделий аэрокосмической техники : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. Л. Галиновский, Е. С. Голубев, Н. В. Коберник, А. С. Филимонов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 145 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-17883-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/545099.

2. Федоренко, В. Ф. Основы производства изделий с использованием аддитивных технологий в сельском хозяйстве : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Ф. Федоренко, И. Г. Голубев. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 137 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-21346-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/569764

3.2.2. Дополнительные источники

1. Рудской А. И. Материалы и оборудование для аддитивного производства : учебник /
А. И. Рудской, А. А. Попович. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 398 с..

2. Рудской А. И. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий: учебник / А. И. Рудской, А. А. Попович. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, *2024. – 257 с.*

3.2.3. Электронные источники

1. Учебные материалы компании «АСКОН». Форма доступа: http://www.ascon.ru

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Код ПК, ОК	Критерии оценки результата (показатели освоенности компетенций)	Формы контроля и методы оценки
ОК.01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	Распознает задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализирует и выделяет её составные части; Определяет этапы решения задачи, составляет план действия, реализовывает составленный план, определяет необходимые ресурсы; Выявляет и эффективно ищет информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; Владеет актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах Оценивает результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)	Экспертная оценка выполнения практической работы Дифференцированный зачет
ОК.02	Определяет задачи поиска информации	Экспертная оценка

Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	Определяет необходимые источники информации Планирует процесс поиска Структурирует получаемую информацию Выделяет наиболее значимое в перечне информации Оценивает практическую значимость результатов поиска Оформляет результаты поиска	выполнения практической работы Дифференцированный зачет
ОК.04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде	Организовывает работу коллектива и команды; Взаимодействует с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности	Экспертная оценка выполнения практической работы Дифференцированный зачет
ОК.09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	Понимает общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы; Участвует в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; Строит простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; Кратко обосновывает и объясняет свои действия (текущие и планируемые); Пишет простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы	Экспертная оценка выполнения практической работы Дифференцированный зачет
ПК 2.1 Проводить входной контроль исходного сырья	Оценивает соответствие исходного материала для изготовления изделий аддитивного производства предъявляемым технологическим требованиям по химическому составу и форме; Снимает данные о текущем значении расхода исходного материала с датчиков аддитивных установок	Экспертная оценка выполнения практической работы Дифференцированный зачет
ПК 2.2 Запускать технологический процесс при производстве изделий на аддитивных установках	Осуществляет предпусковую калибровку и послеэксплуатационную чистку оборудования; Загружает исходные материалы в аддитивную установку, устанавливать технологическую подложку (платформу); Выполняет экстренный останов процесса производства изделия и продолжение работы после экстренного останова; Извлекает изделия из рабочей зоны аддитивной установки; Выполняет измерения и контроль параметров изделий; Определяет предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации;	Экспертная оценка выполнения практической работы Дифференцированный зачет
ПК 2.3 Организовывать	Рационально организовывает рабочие места, определяет задачи для исполнителей,	Экспертная оценка

работу и обеспечивать технологический процесс на участках с аддитивными установками	обеспечивает их предметами и средствами труда; Рассчитывает показатели, характеризующие эффективность работы основного и вспомогательного оборудования; Оптимизирует загрузку оборудования; Принимает и реализовывает управленческие решения; Мотивирует работников на решение производственных задач; Управляет конфликтными ситуациями, стрессами и рисками; Определяет опасные и вредные факторы в сфере профессиональной деятельности; Оценивает состояние техники безопасности на производственном объекте; Проводит инструктаж по технике безопасности; Защищает свои права и права работников в соответствии с гражданским и трудовым законодательством Российской Федерации	выполнения практической работы Дифференцированный зачет
ПК 2.4 Контролировать функционирование аддитивной установки, регулировать ее элементы, корректировать параметры работы	Анализирует виды и последствия потенциальных отказов оборудования и нарушения технологических процессов; Анализирует визуальную сигнализацию контрольных приборов аддитивной установки; Выявляет нарушение параметров технологического процесса; Правильно эксплуатирует электрооборудование; Использует электронные приборы и устройства;	Экспертная оценка выполнения практической работы Дифференцированный зачет
ПК 2.5 Выявлять дефекты, проводить доводку и финишную обработку изделий, созданных на аддитивных установках, с применением технологического оборудования и ручных инструментов	Выбирает технологическое оборудование, инструменты для финишной обработки изделий, полученных методами аддитивных технологий; Выявляет дефекты изделий; Анализирует структурные и конструкционные недостатки изделия, погрешности изготовления и обработки; Анализирует причины дефектов изделий; Определяет оптимальный технологический процесс финишной обработки изделия; Выбирает средства измерений; Выполняет измерения и контроль параметров изделий; Определяет предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации; Определяет оптимальные методы контроля качества; Осуществляет финишную обработку изделий, изготовленных на аддитивных установках, на станках, механизированным инструментом и вручную; Использует аппараты обработки сжатым	Экспертная оценка выполнения практической работы Дифференцированный зачет

	воздухом, пескодробеструйной обработки;	
ПК 2.6 Диагностировать неисправности аддитивных установок	Проводит визуальную проверку механических и оптических узлов аддитивной установки; Проводит проверку электронных узлов аддитивной установки посредством средств автоматизированного контроля; Прогнозирует отказы и обнаруживает неисправности аддитивных установок, осуществляет технический контроль при их эксплуатации; Производит диагностику оборудования и определение его ресурсов; Организовывает и выполняет наладку, регулировку и проверку аддитивных установок; Правильно эксплуатирует электрооборудование; Проводит электроизмерения; Читает принципиальные электрические схемы устройств/установок	Экспертная оценка выполнения практической работы Дифференцированный зачет
ПК 2.7 Выполнять операции технического обслуживания аддитивных установок	Меняет сменные элементы аддитивных установок; Проводит смазку/ зарядку/ заправку аддитивных установок специальными жидкостями и газами; Эффективно использует материалы и оборудование; Заполняет технологическую документацию	Экспертная оценка выполнения практической работы Дифференцированный зачет

Приложение 1.3
к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

«ПМ.03 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Общая характеристика РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ ...60

1.1. Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной программы60

1.2. Планируемые результаты освоения профессионального модуля 60

1.3. Обоснование часов вариативной части ОПОП-П 65

2. Структура и содержание профессионального модуля 67

2.1. Трудоемкость освоения модуля 67

2.2. Структура профессионального модуля..... 67

2.3. Содержание профессионального модуля 68

2.4. Курсовой проект (работа) (для специальностей СПО, если предусмотрено)..... 74

3. Условия реализации профессионального модуля.....75

3.1. Материально-техническое обеспечение 75

3.2. Учебно-методическое обеспечение..... 75

4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля 75

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

«ПМ.03 Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий»

1.1 Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной программы

Цель модуля: освоение вида деятельности «Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий».

Профессиональный модуль включен в профессиональный цикл образовательной программы.

1.2 Планируемые результаты освоения профессионального модуля

В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
ОК.01	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части; определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте методы работы в профессиональной и смежных сферах; порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности	-
ОК.02	определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать	номенклатура информационных источников, применяемых в	-

	необходимые источники информации; выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска; оценивать практическую значимость результатов поиска; применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности; использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач	профессиональной деятельности; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации; современные средства и устройства информатизации, порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства	
ОК.04	организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности	психологические основы деятельности коллектива; психологические особенности личности	
ОК.09	понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы; участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; кратко обосновывать и	правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика); лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности; особенности	

	объяснять свои действия (текущие и планируемые); писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы	произношения; правила чтения текстов профессиональной направленности	
ПК 3.1	оформлять технологическую и конструкторскую документацию в соответствии с действующей нормативно-технической документацией; читать чертежи, технологические схемы, спецификации и технологическую документацию по профилю специальности; читать и составлять принципиальные схемы электрических, гидравлических и пневматических приводов несложного технологического оборудования; составлять управляющие программы для программируемых логических контроллеров; распознавать, классифицировать и использовать датчики, реле и выключатели в системах управления;	технологию ремонта установок для аддитивного производства, вспомогательного оборудования и пускорегулирующей аппаратуры; действующую нормативно-техническую документацию по специальности; правила сдачи оборудования в ремонт и приема после ремонта; порядок проведения стандартных и сертифицированных испытаний; виды движений и преобразующие движения механизмы; виды передач, их устройство, назначение, преимущества и недостатки, условные обозначения на схемах; кинематику механизмов, соединения деталей машин; виды износа и деформаций деталей и узлов; требования качества в соответствии с действующими стандартами; технические регламенты; метрология и технические измерения: основные понятия, единая терминология;	разработка технологического процесса

		виды, методы, объекты и средства измерений; устройство, назначение, правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов; основы взаимозаменяемости и нормирование точности; система допусков и посадок; методы определения погрешностей измерений; условно-графические обозначения электрического оборудования; основы теории электрических машин; виды электроизмерительных приборов и приемы их использования; базовые электронные элементы и схемы; виды электронных приборов и устройств; релейно-контактные и микропроцессорные системы управления: состав и правила построения; физические процессы, протекающие в проводниках, полупроводниках и диэлектриках, свойства электротехнических материалов; основные законы	

		электротехники и методы расчета электрических цепей; виды вредных и опасных факторов на производстве, средства защиты; основы пожарной безопасности; правила безопасной эксплуатации установок и аппаратов; основные законы теплообмена и термодинамики; тепловые процессы, происходящие в аппаратах и машинах; устройство и принцип действия камер построения установок для аддитивного производства; закономерности процессов теплообмена камер построения установок для аддитивного производства базовые понятия автоматизированных систем управления технологическим процессом, в том числе гибридных систем;	
ПК 3.2	оформлять технологическую и конструкторскую документацию в соответствии с действующей нормативно-технической документацией; читать чертежи, технологические схемы, спецификации и технологическую документацию по профилю специальности;	действующую нормативно-техническую документацию по специальности; порядок проведения стандартных и сертифицированных испытаний; требования качества в соответствии с действующими стандартами; технические регламенты; базовые понятия автоматизированных	проектирования операций аддитивного производства

	разрабатывать маршрутно-технологическую документацию на эксплуатацию и обслуживание аддитивных установок; составлять управляющие программы для программируемых логических контроллеров	систем управления технологическим процессом, в том числе гибридных систем	
ПК 3.3	заполнять маршрутно-технологическую документацию на эксплуатацию и обслуживание аддитивных установок; читать кинематические схемы; определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации	технику и принципы нанесения размеров; типы и назначение спецификаций, правила их чтения и составления; требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации; основные положения и цели стандартизации, сертификации и технического регулирования; требования качества в соответствии с действующими стандартами	анализ конструкторской документации

1.3 Обоснование часов вариативной части ОПОП-П

№ № п/п	Дополнительные профессиональные компетенции	Дополнительные знания, умения, навыки	№, наименование темы	Объем часов	Обоснование включения в рабочую программу
1	D/01.7. Разработка комплексных решений в области производств, использующих методы аддитивных технологий	Знать: Нормативно-технические и руководящие документы на технологические процессы механической, термической обработки и их результаты; Технологические	МДК 03.01. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий	40	По запросу работодателя АО «Адмиралтейские верфи

		возможности и методика интеграции оборудования аддитивных производств в производственные линии; Технологические возможности гибридных аддитивных производств; Системы автоматизированного расчета и компьютерного моделирования: наименования, возможности и порядок работы в них. Уметь: Определять потребности в комплексных решениях в области аддитивных производств, интегрированных в производственный процесс изготовления изделий; Использовать системы автоматизированного расчета и компьютерного моделирования разрабатываемых комплексных решений в области аддитивных производств; Определять оптимальную схему материальных и информационных потоков в разрабатываемых интегрированных технологических процессах аддитивных производств при помощи компьютерного моделирования.			

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

2.1. Трудоемкость освоения модуля

Наименование составных частей модуля	**Объем в часах**	**В т.ч. в форме практической подготовки**
Учебные занятия	110	10
Курсовая работа (проект)	0	0
Самостоятельная работа	12	-
Практика, в т.ч.:	249	249
учебная	*69*	*69*
производственная	*180*	*180*
Промежуточная аттестация, в том числе: МДК 03.01 в форме ДЗ УП. 03 в форме ДЗ ПП 03 в форме ДЗ ПМ 03 в форме экзамена		
Всего	**359**	**259**

2.2. Структура профессионального модуля

Код ОК, ПК	Наименования разделов профессионального модуля	Всего, час.	В т.ч. в форме практической подготовки	Обучение по МДК, в т.ч.:	Учебные занятия	Курсовая работа (проект)	Самостоятельная работа	Учебная практика	Производственная практика
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3	МДК 03.01. Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок	**110**	**10**	**120**	68	30	**12**		
	Учебная практика	**69**	**69**					**69**	
	Производственная практика	**180**	**180**						**180**
	Промежуточная аттестация	**6**							
	Всего:	***359***	***259***		***68***	***30***	***12***	***69***	***180***

2.3. Содержание профессионального модуля

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятий	Объем, ак. ч. / в том числе в форме практической подготовки, ак. ч.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
ПМ.02 Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства		**359/259**	
МДК 02.01. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий		**110/10**	
Введение	**Содержание**	**1/0**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3
	Цели и задачи профессионального модуля. Межпредметные связи. Значение ПМ в профессиональной деятельности	**1**	
Тема 1.1. Качество изделий	**Содержание**	**6/1**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3
	Критерии качества изделия по точности размеров и формы, структуре материала	1	
	Понятие о точности	1	
	Понятие качества поверхности. Параметры шероховатости поверхности по ГОСТ. Система допусков и посадок. Квалитеты	1	
	Влияние режимов технологического процесса аддитивного производства на качество получаемых изделий	1	
	Понятие надежности	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**1**	
	Практическое задание №1 Чтение чертежа детали	1	
Тема 1.2 Технологичность	**Содержание**	**6/2**	ОК.01 ОК.02
	Понятие и показатели технологичности изделия	1	

изделий	Методы оценки технологичности, качественный и количественный	1	ОК.04 ОК.09 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3
	Технологичность конструкции изделий	1	
	Анализ технологичности изделия	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Практическое занятие №2 Анализ конструкции на технологичность	2	
Тема 1.3 Базирование изделий	**Содержание**	**5/1**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3
	Понятия базирования и баз при проектировании и изготовлении изделий машиностроения	1	
	Виды баз: конструкторская, измерительная и технологическая	1	
	Схемы базирования	1	
	Погрешности базирования	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**1**	
	Практическое занятие №3 Разработка схемы базирования заготовки	1	
Тема 1.4 Исходная информация для проектирования технологических процессов	**Содержание**	**10/2**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3
	Понятие технологического процесса, термины и определения	1	
	Характеристика типов производства. Структура предприятия	1	
	Виды технологических процессов	1	
	Требования отраслевых стандартов. Справочная информация	1	
	Базовая конструкторская информация	1	
	Формулировка требований к конструкции изделия аддитивного производства на основе технического задания на его разработку	1	
	Проблемы совместимости исходных материалов, технологического оборудования и технологических режимов	1	
	Взаимовлияние параметров аддитивного технологического процесса	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Практическое занятие №4 Проектирование технологических	2	

	процессов изготовления деталей на основе технологий аддитивного производства		
Тема 1.5 Технологические операции	**Содержание**	**8/2**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3
	Понятия: операция, установ, переход, позиция	1	
	Техническая документация по технологической операции	1	
	Вспомогательные и контрольные операции	1	
	Взаимосвязь операций и влияние их выбора на качество изделия	1	
	Порядок проектирования технологических операций, включая операции аддитивного производства	1	
	Составление управляющих программ для операций аддитивного производства	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Практическое занятие №5 «Написание управляющих программ оборудования для аддитивного производства	2	
Тема 1.6 Последовательность проектирования технологического процесса	**Содержание**	**7/0/2**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3
	Порядок анализа документации на проектирование стандартного изделия аддитивного производства	1	
	Выбор параметров режима аддитивной технологии изготовления изделия: мощности источника энергии, расхода материала, толщины слоя, скорости охлаждения. Определение траектории движения лазерного или электронного луча	1	
	Применяемые в аддитивных производствах виды поддержек, фиксаторов, их назначение и конструкция. Технологии удаления поддерживающего материала	1	
	Прикладные программы для теплотехнических расчетов: порядок выполнения тепловых расчетов процессов изготовления несложных изделий аддитивных производств	1	
	Методы составления маршрута изготовления изделия	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся Работа с конспектами занятий, учебной и специальной технической литературой по индивидуальным заданиям.	2	

Тема 1.7 Производственный цикл	**Содержание**	**5/0/2**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3
	Производственные и операционные партии, цикл технологической операции, такт, ритм выпуска изделия	1	
	Сборочные процессы. Особенности сборки, как заключительного этапа изготовления изделия	1	
	Методы внедрения, производственной отладки технологических процессов, контроля за соблюдением технологической дисциплины	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся Работа с конспектами занятий, учебной и специальной технической литературой по индивидуальным заданиям.	2	
Тема 1.8 Применение систем автоматизированного проектирования для оформления технологической документации	**Содержание**	**15/2/2**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3
	Системы автоматизированного проектирования технологического процесса в машиностроительном производстве: особенности, задачи САПР	1	
	Автоматизированная технологическая подготовка производства. Виды CAPP (Computer- Aided Process Planning) систем для проектирования технологических процессов и оформления технологической документации	1	
	Взаимодействие CAPP систем с системами инженерной графики (CAD), системами инженерных расчетов (CAE), системами автоматизации подготовки и управления производства (CAM)	1	
	Работа в системе автоматизированного проектирования: основные компоненты, интерфейс, панели, настройка, типы документов. Работа с библиотеками. Эскизные прорисовки, оформление технологической документации	1	
	Моделирование конструктивных решений и структурно-компоновочных вариантов изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий	1	
	Порядок выполнения компоновочных расчетов несложных изделий	1	
	Порядок проектирование необходимой технологической оснастки для аддитивного производства	1	
	Использование системы автоматизированной технологической подготовки производства для редактирования типовых и аналогичных	1	

	технологических процессов		
	Порядок разработки технологических инструкций по изготовлению несложных изделий аддитивного производства	1	
	Порядок оформления технологических карт последующей обработки несложного изделия аддитивного производства	1	
	Правила согласования технологической документации	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Практическое задание №6. Трехмерное сканирование и основы работы с 3D-сканером	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся Работа с конспектами занятий, учебной и специальной технической литературой по индивидуальным заданиям.	2	
Тема 1.9. Параметры изготовления изделий на аддитивных установках	**Содержание**	**6/0/2**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3
	Параметры влияющие на качество изделия для различных типов аддитивных установок	1	
	Методика расчета и оптимизации параметров изготовления изделия	1	
	Порядок выбора параметров аддитивного технологического процесса для обеспечения заданных свойств и требуемой точности изделия	1	
	Разработка технологических процессов последующей обработки изделия аддитивного производства	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся Работа с конспектами занятий, учебной и специальной технической литературой по индивидуальным заданиям.	**2**	
Тема 1.10. Основы технического нормирования	**Содержание**	**5/0/2**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3
	Техническое нормирование. Термины и определения. Задачи технического нормирования. Виды нормируемых процессов	1	
	Нормирование технологических операций изготовления несложных изделий аддитивного производства с помощью системы автоматизированной технологической подготовки производства	1	
	Расчет норм расхода технологических газов и энергии с помощью системы автоматизированной технологической подготовки производства	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**2**	

	Работа с конспектами занятий, учебной и специальной технической литературой по индивидуальным заданиям.		
Тема 1.11. Состав технической нормы времени	**Содержание**	**5/0/2**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3
	Структура и классификация затрат рабочего времени. Виды норм труда	1	
	Методика расчета вспомогательного и штучного времени	1	
	Порядок определения затрат машинного времени. Метод определения норматива времени на операцию	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся Работа с конспектами занятий, учебной и специальной технической литературой по индивидуальным заданиям.	**2**	
Курсовой проект		**30**	
Дифференцированный зачет по МДК 02.04		**1**	
Учебная практика **Виды работ:** Составление рабочего чертежа детали. Выбор технологических баз изделия. Оформление технологического процесса в САРР. Оформление операционной карты технологического процесса. Оформление маршрутно-операционной карты технологического процесса. Определение технологичности изделия. Определение методов изготовления изделия. Расчет параметров изготовления изделия. Составление технологической документации		**69**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3
Производственная практика **Виды работ:** Анализ исходных данных. Составление управляющей программы для операций аддитивного производства. Подбор измерительного инструмента. Оформление технологических операций в САРР. Оформление маршрута изготовления изделия в САРР. Оформление карт эскизов в САРР. Расчет затрат рабочего времени. Расчет штучного времени.		**180**	ОК.01 ОК.02 ОК.04 ОК.09 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3

Расчет параметров изготовления изделия на аддитивной установке		
Промежуточная аттестация		
Всего	**359**	

2.4. Курсовой проект

Выполнение курсового проекта по модулю является обязательным.

Тематика курсового проекта

1. Разработка технологического процесса изготовления деталей (по чертежам, выданным преподавателем) с применением аддитивных технологий

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей в соответствии с приложением 3 ОПОП-П по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии.

Мастерские и зоны по видам работ, участок аддитивных установок, оснащенные в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

Оснащенные базы практики в соответствии с приложением 3 ОПОП-П по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии.

3.2. Учебно-методическое обеспечение

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Беляев, Л. В. Введение в аддитивные технологии : учеб, пособие / Л. В. Беляев, А. В. Аборкин ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. - Владимир : Изд-во ВлГУ, 2023. - 248 с. ISBN 978-5-9984-1796-2

2. Технология машиностроения. Аддитивные технологии в подготовке производства наукоемких изделий: учебное пособие [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые и граф. данные (2,3 Мб) / Г. А. Сухочев, С. Н. Коденцев. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический

университет», 2020.

3.2.2. Дополнительные источники

1. Тарасова, Т. В. Аддитивное производство : учебное пособие / Т.В. Тарасова. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 196 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/textbook_5c25c2b3a03f99.16774025. - ISBN 978-5-16-014676-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2073481 (дата обращения: 12.01.2025).

3.2.3. Электронные источники

1. Учебные материалы компании «АСКОН». Форма доступа: http://www.ascon.ru

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Код ПК, ОК	Критерии оценки результата (показатели освоенности компетенций)	Формы контроля и методы оценки
ОК.01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	Распознает задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализирует и выделяет её составные части; Определяет этапы решения задачи, составляет план действия, реализовывает составленный план, определяет необходимые ресурсы; Выявляет и эффективно ищет информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; Владеет актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах Оценивает результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)	Экспертная оценка выполнения практической работы Дифференцированный зачет

ОК.02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	Определяет задачи поиска информации Определяет необходимые источники информации Планирует процесс поиска Структурирует получаемую информацию Выделяет наиболее значимое в перечне информации Оценивает практическую значимость результатов поиска Оформляет результаты поиска	Экспертная оценка выполнения практической работы Дифференцированный зачет
ОК.04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде	Организовывает работу коллектива и команды; Взаимодействует с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности	Экспертная оценка выполнения практической работы Дифференцированный зачет
ОК.09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	Понимает общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы; Участвует в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; Строит простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; Кратко обосновывает и объясняет свои действия (текущие и планируемые); Пишет простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы	Экспертная оценка выполнения практической работы Дифференцированный зачет
ПК 3.1. Разрабатывать маршрутный технологический процесс на участках аддитивного производства.	Оформляет технологическую и конструкторскую документацию в соответствии с действующей нормативно-технической документацией; читает чертежи, технологические схемы, спецификации и технологическую документацию по профилю специальности; читает и составляет принципиальные схемы электрических, гидравлических и пневматических приводов несложного технологического оборудования; составляет управляющие программы для программируемых логических контроллеров; распознает, классифицирует и использует датчики, реле и выключатели в системах управления	Экспертная оценка выполнения практической работы Дифференцированный зачет
ПК 3.2. Проектировать операции аддитивного производства,	Оформляет технологическую и конструкторскую документацию в соответствии с действующей нормативно-технической документацией; читает чертежи, технологические схемы,	Экспертная оценка выполнения практической работы Дифференцированный

генерировать и корректировать управляющие программы аддитивных установок.	спецификации и технологическую документацию по профилю специальности; разрабатывает маршрутно-технологическую документацию на эксплуатацию и обслуживание аддитивных установок; составляет управляющие программы для программируемых логических контроллеров	зачет
ПК 3.3. Проводить анализ конструкторской документации с целью повышения технологичности применительно к аддитивным технологиям.	Заполняет маршрутно-технологическую документацию на эксплуатацию и обслуживание аддитивных установок; читает кинематические схемы; определяет предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации	Экспертная оценка выполнения практической работы Дифференцированный зачет

Приложение 1.4
к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ «ПМ.04 ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО ОДНОЙ ИЛИ НЕСКОЛЬКИМ ПРОФЕССИЯМ РАБОЧИХ, ДОЛЖНОСТЯМ СЛУЖАЩИХ (16045 ОПЕРАТОР СТАНКОВ С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ)»

2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Общая характеристика РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ ...80

1.1. Цель и место профессионального модуля «ПМ.04 Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)» в структуре образовательной программы 80

1.2. Планируемые результаты освоения профессионального модуля 80

1.3. Обоснование часов вариативной части ОПОП-П 84

2. Структура и содержание профессионального модуля 86

2.1. Трудоемкость освоения модуля 86

2.2. Структура профессионального модуля 86

2.3. Содержание профессионального модуля 87

3. Условия реализации профессионального модуля 92

3.1. Материально-техническое обеспечение 92

3.2. Учебно-методическое обеспечение 92

4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля 92

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

«ПМ.04 Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)»

1.1 Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной программы

Цель модуля: освоение вида деятельности «Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)».

Профессиональный модуль включен в обязательную часть образовательной программы. ПМ разработан за счёт часов вариативной части.

1.2 Планируемые результаты освоения профессионального модуля

В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
ОК.01	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; определять этапы решения задачи; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; составлять план действия; определять необходимые ресурсы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; реализовывать составленный план; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; методы работы в профессиональной и смежных сферах; структуру плана для решения задач; порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности.	-

ОК.04	организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности.	психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности; основы проектной деятельности.	-
ПК 4.1	определять режимы резания по справочнику и паспорту станка; рассчитывать режимы резания по формулам, находить требования к режимам обработки по справочникам при разных видах обработки; составлять технологический процесс обработки деталей, изделий на металлорежущих станках.	основы теории резания металлов в пределах выполняемой работы; правила определения режимов резания по справочникам и паспорту станка; принцип базирования; основные понятия и определения технологических процессов изготовления деталей и режимов обработки; назначение и правила применения, правила термообработки режущего инструмента, изготовленного из инструментальных сталей, с пластинками твердых сплавов или керамическими, его основные углы и правила заточки и установки; наименование, назначение и условия применения наиболее распространенных универсальных и специальных приспособлений; порядок оформления технологической документации; инструментальные материалы и их выбор для изготовления инструмента; общие сведения о проектировании технологических процессов изготовления	работы на токарных станках различных конструкций и типов по обработке деталей различной конфигурации; работы на фрезерных станках.

		деталей и режимов обработки; устройство, кинематические схемы и принцип работы металлообрабатывающих станков и станков с программным управлением, и правила их наладки.	
ПК 4.2	осуществлять поиск неисправностей и их устранение в механических и электрических системах.	правила технического обслуживания и способы проверки, нормы точности станков токарной, фрезерной группы и станков с ЧПУ; системы программного управления станками и станочными системами; правила настройки и регулировки контрольно-измерительных инструментов и приборов; порядок применения контрольно-измерительных инструментов; грузоподъемное оборудование, применяемое в металлообрабатывающих цехах; системы программного управления станками; правила установки перфолент в считывающее устройство; способы возврата программоносителя к первому кадру; основные способы подготовки программы; порядок работы станка в автоматическом режиме и в режиме ручного управления; конструкцию приспособлений для установки и крепления	наладки фрезерных и токарных станков на различные виды работ; контроля качества выполненных работ.

		деталей на станках с программным управлением; технологический процесс обработки деталей; причины возникновения неисправностей станков с программным управлением и способы их обнаружения и предупреждения; корректировку режимов резания по результатам работы станка; правила определения режимов резания по справочникам и паспорту станка.	
ПК 4.3.	выявлять визуально дефекты обработанных поверхностей простой детали; применять универсальные контрольно-измерительные приборы и инструменты для измерения и контроля линейных размеров, точности формы и взаимного расположения обработанных поверхностей простой детали; контролировать шероховатость поверхностей простой детали типа визуально-тактильными методами; проверять соответствие измеренных параметров простой детали типа тела вращения, изготовленной на универсальном токарном станке с ЧПУ, чертежу.	правила чтения технологической и конструкторской документации; обозначения на рабочих чертежах деталей допусков и посадок типовых соединений, допусков форм и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости поверхностей; система допусков и посадок, степеней точности; квалитеты и параметры шероховатости; виды дефектов поверхностей и способы их предупреждения и устранения; виды, конструкции, назначение, возможности и правила использования контрольно-измерительных инструментов для измерения и контроля шероховатости;	определение дефектов обработанных поверхностей простой детали; контроль линейных размеров, точности формы и взаимного расположения поверхностей, шероховатости поверхностей простой детали.

		виды, конструкции, назначение, возможности и правила использования контрольно-измерительных инструментов для измерения и контроля линейных размеров; виды, конструкции, назначение, возможности и правила использования контрольно-измерительных инструментов для измерения и контроля точности формы и взаимного расположения.	

1.3 Обоснование часов вариативной части ОПОП-П

№№ п/п	Дополнительные профессиональные компетенции	Дополнительные знания, умения, навыки	№, наименование темы	Объем часов	Обоснование включения в рабочую программу
	ПК 4.1. Выполнять обработку заготовок, деталей на сверлильных, токарных, фрезерных станках, станках с программным управлением с использованием пульта управления; **ПК 4.2.** Осуществлять наладку обслуживаемых станков; **ПК 4.3.** Проверять качество обработки деталей	**навыки**: подналадки управляющей программы для выполнения работ с учетом особенностей управляющих программ и технологического процесса; **умения:** переносить управляющую программу на станок; выполнять корректировку управляющие программы для обеспечения точности обработки; подготавливать рабочее место к выполнению работ; осуществлять подналадку	Все темы МДК 04.01.	469	По запросу работодателя АО «Адмиралтейские верфи

		металлорежущих станков с программным управлением; выполнять обработку детали в соответствии с технологической документацией; **знания:** основные характеристики и технические возможности управляющих программ; алгоритм переноса управляющей программы на станок, оценка работоспособности; системы программного управления станками; правила подготовки рабочего места к началу работы на станке; приемы подналадки металлорежущих станков различного вида и типа; принципы бережливого производства; виды работ оператора станка с программным управлением по обеспечению требований охраны труда, производственной санитарии, пожарной безопасности и электробезопасности			

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

2.1. Трудоемкость освоения модуля

Наименование составных частей модуля	**Объем в часах**	**В т.ч. в форме практической подготовки**
Учебные занятия	93	37
Курсовая работа (проект)	-	-
Самостоятельная работа	10	-
Практика, в т.ч.:	366	366
учебная	*186*	*186*
производственная	*180*	*180*
Промежуточная аттестация, в том числе: *МДК 04.01 в форме дифференцированного зачёта* *УП 04 в форме дифференцированного зачёта* *ПП 04 в форме дифференцированного зачёта* *ПМ 04 (в форме экзамена ПМ)*	6	
Всего	**469**	**469**

2.2. Структура профессионального модуля

Код ОК, ПК	Наименования разделов профессионального модуля	Всего, час.	В т.ч. в форме практической подготовки	Обучение по МДК, в т.ч.:	Учебные занятия	Курсовая работа (проект)	Самостоятельная работа	Учебная практика	Производственная практика
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОК 01 ОК 04 ПК 4.1 ПК 4.2 ПК 4.3	Раздел 1. Технология изготовления деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса.	**103**	**37**	**93**	56	-	**10**	**186**	**180**
	Учебная практика	**186**	**186**					**186**	
	Производственная практика	**180**	**180**						**180**
	Промежуточная аттестация								
	Всего:	***469***	**403**		***56***	-	***10***	**186**	**180**

2.3. Содержание профессионального модуля

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятия	Объем, ак. ч. / в том числе в форме практической подготовки, ак. ч.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
Раздел 1. Технология изготовления деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса		**469**	
МДК 04.01. Технология изготовления деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса		**103/37**	
Тема 1.1. Общие основы работы на токарных и фрезерных станках ЧПУ	**Содержание**	**16**	ОК 01 ОК 04 ПК 4.1 ПК 4.2 ПК 4.3
	Цели и задачи профессионального модуля. Межпредметные связи. Значение ПМ в профессиональной деятельности. Техника безопасности, промышленная санитария и противопожарные мероприятия. Классификация токарных станков с ЧПУ. Классификация фрезерных станков с ЧПУ. Устройство токарно-винторезного станка. Устройство фрезерного станка. Проверка станка на точность. Органы управления станка. Основные движения в процессе резания, их значения. Управление перемещением узлов станка с ЧПУ в ручном режиме. Функциональные составляющие (подсистему) ЧПУ. Подсистема управления. Подсистема приводов. Подсистема обратной связи. Методы программирования. Создание УП на персональном компьютере.	11	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**5**	
	Выбор режимов резания для станков с ЧПУ.	3	
	Программирование линейной и круговой интерполяции.	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 1.2. Разработка технологического процесса при обработке деталей	**Содержание**	**20**	ОК 01 ОК 04 ПК 4.1 ПК 4.2 ПК 4.3
	Требование предъявляемые к наружным цилиндрическим поверхностям. Способы установки и закрепления заготовок при обработке. Обтачивание гладких цилиндрических деталей в 3 – кулачковом патроне при ручной и механической подачах суппорта.	10	

типа «Вала» и типа «Отверстия»	Виды и конструкции свёрл, их заточки и контроль. Технология сверления и рассверливания. Технология зенкерования. Зенкерование и развёртывание отверстий. Программирование операций сверления на токарном и фрезерном станках с ЧПУ, настройка станка на сверление.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	**10**	
	Составление расчетно-технологической карты и карты наладки станка с ЧПУ.	2	
	Наладка станка на обработку вала.	2	
	Центрование, сверление, зенкерование на токарных станках с ЧПУ.	2	
	Развертывание отверстий на токарных станках с ЧПУ.	2	
	Растачивание сквозных, глухих конических отверстий на токарных станках с ЧПУ.	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 1.3. Системы программного управления станками. Разработка управляющих программ для обработки на станках с ЧПУ	**Содержание**	**21**	ОК 01 ОК 04 ПК 4.1 ПК 4.2 ПК 4.3
	Управление станками – ручное, автоматическое. Поколения ЭВМ и их основные характеристики. Основные группы станков с ЧПУ. Показатели, определяющие характеристики станков с ЧПУ. Прямоугольная система координат. Классификация и основные виды систем программного управления. Нулевая точка станка и направления перемещений. Нулевая точка программы и рабочая система координат. Абсолютные и относительные координаты. Методы подготовки управляющих программ. Исходные данные по геометрическим параметрам детали. Технология обработки, инструмент и приспособления. Структура программы. Модальные и немодальные коды. Строка безопасности. Расчёт программы и её запись. Запись УП на программоноситель. Постоянные циклы станка с ЧПУ. Автоматическая коррекция радиуса инструмента. Нахождение необходимых данных в справочниках, таблицах, стандартов и	12	

	других источниках.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	**9**	
	Разработка управляющей программы в системе CAD/CAM для фрезерного станка ЧПУ.	2	
	Разработка управляющей программы в системе CAD/CAM для токарного станка ЧПУ.	2	
	Расчет режимов резания, работа со слоями в системе CAD/CAM.	1	
	Программирование паузы, остановы выдержки времени, корректировка в процессе выполнения управляющей программы, удаление и копирование файлов.	2	
	Разработка программы в системе ADEM/CAD/CAM, изучение системы координат и рабочей плоскости.	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 1.4. Изучение функций современных устройств ЧПУ	**Содержание**	**16**	ОК 01 ОК 04 ПК 4.1 ПК 4.2 ПК 4.3
	Управление в системе в диалоговом режиме Система индикации с помощью которой обеспечивается контроль за выполняемыми операциями, также за состоянием блоков ЧПУ. Ручной ввод и редактирование управляющих программ. Подпрограмма. Работа с осью вращения (4-ой координатой). Алгоритм работы в CAM-системе. Бэкплот и верификация. Пятикоординатное фрезерование. Высокоскоростная обработка (ВСО).	10	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**6**	
	Объемное моделирование в системе ADEM/CAD/CAM для станков с ЧПУ.	3	
	Точные построения, работа со слоями, текстом, обработка объемного материала, наладка станка с ЧПУ.	3	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 1.5. Технология наладки станков разных групп	**Содержание**	**28**	ОК 01 ОК 04 ПК 4.1 ПК 4.2
	Методы наладки и контроля станков с ЧПУ. Наладка расточных и сверлильных станков с ПУ. Наладка фрезерных станков с ПУ. Наладка многоцелевых станков (МС, ОЦ) с ПУ. Методы измерения параметров	11	

	режущих инструментов и степень их износа. Методы установки рабочих органов в исходное положение. Методика проверки управляющей программы. Комментарии в УП и карта наладки. Транспортно-накопительные устройства автоматизированных станочных линий и технологических комплексов. Устройства для удаления и транспортирования стружки.		ПК 4.3
	В том числе практических и лабораторных занятий	**7**	
	Настройка установочного размера фрезерного станка с УЧПУ FANUC.	3	
	Разработка технологического процесса и составление управляющей программы по чертежу.	4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся **Примерная тематика самостоятельной учебной работы при изучении раздела** 1. Систематическая проработка конспектов занятий, учебной и специальной технической литературы (по вопросам к параграфам, главам учебных пособий, составленным преподавателем). 2. Работа с библиотечным фондом (учебной литературой, официальными, справочно-библиографическими и периодическими изданиями), информационными ресурсами сети «Интернет». 3. Подготовка к практическим работам с использованием методических рекомендаций преподавателя, оформление практических работ, отчетов и подготовка к их защите.	**10**	
Учебная практика **Виды работ:** Для отдельных видов токарной обработки по таблицам выбрать и рассчитать все рациональные режимы резания; Ввод и редактирование программы с пульта; Установка и привязка инструмента; Отработка и проверка программы; Выполнение программы в автоматическом режиме; Определение опорных точек делали для токарной обработки наружной поверхности; Описание контура обработки детали в абсолютной и относительной системе координат в программе; Составление управляющей программы по опорным точкам для детали заданной преподавателем; Режим отображения траектории движения инструмента; Определение опорных точек делали для токарной обработки наружной поверхности; Описание контура обработки детали в абсолютной и относительной системе координат в программе; Составление управляющей программы по опорным точкам для детали заданной преподавателем; Проверка и корректировка УП; Режим отображения траектории движения		**186**	ОК 01 ОК 04 ПК 4.1 ПК 4.2 ПК 4.3

инструмента.		
Производственная практика **Виды работ:** Подбор инструмента, приспособлений и оснастки, согласно технологической карты; Проведение обработки заготовки; Контроль параметров детали; Подбор типа ПЛК под текущую задачу; Настройка ПЛК; Конфигурирование ПЛК; Разработка алгоритмов управления; Составление управляющих программ; Визуализация процессов управления; Симуляция работы мехатронных систем; Работа обучающихся на производстве; Выполнение производственных задач по эксплуатации оборудования.	**180**	ОК 01 ОК 04 ПК 4.1 ПК 4.2 ПК 4.3
Промежуточная аттестация	***2***	
Всего	**469**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет Общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей, оснащенных в соответствии с приложением 3 ОПОП-П по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии.

Мастерская «Участок механообработки», оснащенная в соответствии с приложением 3 ОПОП-П по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии.

Оснащенные базы практики в соответствии с приложением 3 ОПОП-П по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии.

3.2. Учебно-методическое обеспечение

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

7. Кравченко, Е. Г. Аддитивные технологии в машиностроении: учебное пособие для СПО / Е. Г. Кравченко, А. С. Верещагина, В. Ю. Верещагин. — Саратов: Профобразование, 2021. — 139 с.
8. Мещерякова, В.Б. Изготовление деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса: учебник для сред. проф. образования/ В.Б. Мещерякова. – М.: Академия, 2024. – 320 с. ISBN издания: 978-5-0054-2211-8
9. МуленкоВ.В., Компьютерные технологии и автоматизированные системы в машиностроении. -Москва: РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2019. – 723.2.2.
10. Штейнбах, О. Л. Инженерная и компьютерная графика. AutoCAD: учебное пособие для СПО / О. Л. Штейнбах, О. В. Диль. — Саратов: Профобразование, 2021. — 131 с.

3.2.2. Дополнительные источники

3. ГрибовскийА. А., А. И. Щеколдин Аддитивные технологии и быстрое производство в приборостроении. Учебное пособие – СПб: Университет ИТМО, 2018. – 48 с
4. Красильников Н., Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений, - СПб.: БХВ-Петербург, 2019.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Код ПК, ОК	Критерии оценки результата (показатели освоенности компетенций)	Формы контроля и методы оценки
ОК 01 ПК 4.1	Распознает задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; анализирует задачу и/или проблему и выделять её составные части; определяет этапы решения задачи; выявляет и эффективно ищет информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; составляет план действия; определяет необходимые ресурсы; владеет актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; реализовывает составленный план; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). Определяет режимы резания по справочнику и паспорту станка;	Контрольные работы, зачеты, квалификационные испытания, защита курсовых и дипломных проектов (работ), экзамены. Интерпретация результатов выполнения практических и лабораторных заданий, оценка решения ситуационных задач, оценка тестового контроля. Проверка правильности выполнения

	рассчитывает режимы резания по формулам, находит требования к режимам обработки по справочникам при разных видах обработки; составляет технологический процесс обработки деталей, изделий на металлорежущих станках.	практических работ; экспертная оценка практических работ; устный опрос; экспертная оценка результатов, устных опросов; проверка самостоятельных работ; контроль учебной и производственной практик. Диагностика результатов.
ОК 04 ПК 4.2	Организовывает работу коллектива и команды; взаимодействует с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности. Осуществляет поиск неисправностей и их устранение в механических и электрических системах.	
ПК 4.3	Выявляет визуально дефекты обработанных поверхностей простой детали; применяет универсальные контрольно-измерительные приборы и инструменты для измерения и контроля линейных размеров, точности формы и взаимного расположения обработанных поверхностей простой детали; контролирует шероховатость поверхностей простой детали типа визуально-тактильными методами; проверяет соответствие измеренных параметров простой детали типа тела вращения, изготовленной на универсальном токарном станке с ЧПУ, чертежу.	

Приложение 1.5
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ
ПМ.01
РАЗРАБОТКА И КОРРЕКТИРОВКА ЭЛЕКТРОННЫХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ИЗДЕЛИЙ, ЧЕРТЕЖЕЙ И/ИЛИ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ПМ.02
ПОДГОТОВКА, ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ НА УЧАСТКАХ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА
ПМ.03
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ПМ.04
ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО ОДНОЙ ИЛИ НЕСКОЛЬКИМ ПРОФЕССИЯМ РАБОЧИХ, ДОЛЖНОСТЯМ СЛУЖАЩИХ
(16045 Оператор станков с программным управлением)

2025

Программа учебной практики разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее СПО), входящей в состав укрупненной группы профессий **15.00.00** «**Машиностроение»,**

15.02.09 Аддитивные технологии.

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:

Тихомирова Н.В., мастер производственного обучения СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ	97
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ	107
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ	117
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ	118
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ	118

1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

1.1. Область применения программы

Программа учебной практики – является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности среднего профессионального образования (далее – СПО), входящей в состав укрупненной группы профессий **15.00.00 «Машиностроение», 15.02.09 Аддитивные технологии** в части освоения основного вида профессиональной деятельности (ВПД):

1. **Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования**
2. **Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства**
3. **Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий**
4. **Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)**

и соответствующие ему общие и профессиональные компетенции:

1.1.1. Перечень общих компетенций

Код	*Наименование общих компетенций*
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности
ОК 03	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях
ОК 04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде
ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста
ОК 06	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения;
ОК 07	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях
ОК 08	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности
ОК 09	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

1.1.2. Перечень профессиональных компетенций

Код	***Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций***
ВД 1	**Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования**
ПК 1.1	Применять средства бесконтактной оцифровки и ручные измерительные

	инструменты для разработки электронной модели изделия, входного и выходного контроля изделия
ПК 1.2	Разрабатывать и корректировать с помощью систем автоматизированного проектирования трехмерные электронные модели изделий
ПК 1.3	Производить обратное проектирование (реверсивный инжиниринг) изделий на основе данных бесконтактной оцифровки и/или данных, снятых вручную
ПК 1.4	Создавать чертежи для целей разработки электронной модели изделия и на основе электронной модели изделия
ВД 2	**Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства**
ПК 2.1	Проводить входной контроль исходного сырья
ПК 2.2	Запускать технологический процесс при производстве изделий на аддитивных установках
ПК 2.3	Организовывать работу и обеспечивать технологический процесс на участках с аддитивными установками
ПК 2.4	Контролировать функционирование аддитивной установки, регулировать её элементы, корректировать параметры работы
ПК 2.5	Выявлять дефекты, проводить доводку и финишную обработку изделий, созданных на аддитивных установках, с применением технологического оборудования и ручных инструментов
ПК 2.6	Диагностировать неисправности аддитивных установок
ПК 2.7	Выполнять операции технического обслуживания аддитивных установок
ВД 3	**Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий**
ПК 3.1	Разрабатывать маршрутный технологический процесс на участках аддитивного производства
ПК 3.2	Проектировать операции аддитивного производства, генерировать и корректировать управляющие программы аддитивных установок
ПК 3.3	Проводить анализ конструкторской документации с целью повышения технологичности применительно к аддитивным технологиям
ВД 4	**Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)**
ПК 4.1	Выполнять обработку заготовок, деталей на сверлильных, токарных, фрезерных станках, станках с программным управлением с использованием пульта управления
ПК 4.2	Осуществлять наладку обслуживаемых станков
ПК 4.3	Проверять качество обработки деталей

1.1.3. В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен:

Владеть навыками	сканирования физических объектов;
	применения измерительных инструментов;
	проверки соответствия готовых изделий техническому заданию;
	работы в системах автоматизированного проектирования (САПР);
	разработки трехмерных моделей изделий для целей аддитивного производства;
	подготовки трехмерные модели изделия для переноса в устройства числового программного управления аддитивных установок;
	создания редактируемых параметрических моделей, пригодных для аддитивного производства, на основе полигональных моделей изделий;
	разработки чертежей для создания электронной модели изделия;
	создания сборочных чертежей, рабочих чертежей и чертежей общего вида на основе электронной модели;

	выполнения операций по входному контролю исходного сырья и определению расхода сырья;
	подготовки аддитивных установок к запуску;
	подготовки и загрузки рабочих материалов;
	контроля процесса создания изделия на аддитивной установке;
	управления процессами аддитивного производства;
	организации работы участка аддитивного производства;
	контроля технологического процесса аддитивной установки;
	выполнения работ по доводке и финишной обработке изделий, полученных посредством аддитивных технологий с применением станков, в том числе с ЧПУ, установок и аппаратов механической обработки, ручного инструмента;
	проверки соответствия готовых изделий технической документации с применением измерительных инструментов;
	выявления и устранения неисправностей аддитивных установок;
	диагностического контроля технического состояния аддитивных установок;
	проведения операций технического обслуживания аддитивных установок;
	проектирования технологических маршрутов изготовления деталей и технологических операций;
	разработки технологической документации;
	проектирования операций аддитивного производства;
	оформления технологической документации на операции аддитивного производства;
	анализа проблем совместимости исходных материалов, технологического оборудования и технологических режимов;
	разработки управляющих программ создания изделий на аддитивных установках;
	анализа конструкторской документации на технологичность конструкции;
	подготовки электронной модели для изготовления с учетом особенностей оборудования и технологии изготовления;
	работы на фрезерных станках;
	наладки фрезерных и токарных станков на различные виды работ;
	контроля качества выполненных работ;
	определение дефектов обработанных поверхностей простой детали;
	контроль линейных размеров, точности формы и взаимного расположения поверхностей, шероховатости поверхностей простой детали.
Уметь	выбирать систему бесконтактной оцифровки в соответствии с поставленной задачей и особенностями объекта;
	осуществлять наладку и калибровку систем бесконтактной оцифровки;
	производить подготовку объекта к сканированию;
	выбирать средства измерений;
	определять уровень детализации при сканировании и полигонизации;
	измерять и контролировать параметры изделий с применением контрольно-измерительных приборов и инструментов;
	сканировать объекты с использованием устройств бесконтактной оцифровки;
	оценивать точность оцифровки;
	выбирать САПР в соответствии с поставленными задачами на основании их функциональных возможностей;
	подготавливать технологическую модель для изготовления с учетом особенностей оборудования и технологии изготовления изделия;
	выполнять геометрические построения в ручной и машинной графике;
	читать конструкторскую и технологическую документацию;

	моделировать объекты, предназначенные для последующего аддитивного производства с помощью аппаратных и программных средств систем автоматизированного проектирования;
	осуществлять проверку и исправление ошибок в электронных моделях;
	определять пригодность полигональной модели для реверсивного инжиниринга;
	проверять и исправлять ошибки в трехмерных моделях;
	выравнивать полигональную модель в заданной системе координат;
	выравнивать отдельные полигональные модели фрагментов изделия в единой системе координат с применением вспомогательной геометрии и построений;
	осуществлять экспорт полигональной модели в САПР для последующего её изменения с учетом задач проектирования и выбираемых аддитивных технологий;
	создавать твердотельную модель либо твердотельную параметрическую модель в САПР-системе для последующего её изготовления посредством аддитивных технологий;
	осуществлять анализ отклонений построенной параметрической модели от исходной полигональной и исходного изделия;
	выполнять графические изображения в ручной и машинной графике;
	выполнять эскизы, технические рисунки и чертежи деталей, их элементов и узлов;
	читать чертежи, спецификации и технологическую документацию по профилю специальности;
	оформлять технологическую и конструкторскую документацию;
	оценивать соответствие исходного материала для изготовления изделий аддитивного производства предъявляемым технологическим требованиям по химическому составу и форме;
	снимать данные о текущем значении расхода исходного материала с датчиков аддитивных установок;
	осуществлять предпусковую калибровку и послеэксплуатационную чистку оборудования;
	загружать исходные материалы в аддитивную установку, устанавливать технологическую подложку (платформу);
	выполнять экстренный останов процесса производства изделия и продолжение работы после экстренного останова;
	извлекать изделия из рабочей зоны аддитивной установки;
	выполнять измерения и контроль параметров изделий;
	определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации;
	рационально организовывать рабочие места, определять задачи для исполнителей, обеспечивать их предметами и средствами труда;
	рассчитывать показатели, характеризующие эффективность работы основного и вспомогательного оборудования;
	оптимизировать загрузку оборудования;
	принимать и реализовывать управленческие решения;
	мотивировать работников на решение производственных задач;
	управлять конфликтными ситуациями, стрессами и рисками;
	определять опасные и вредные факторы в сфере профессиональной деятельности;
	оценивать состояние техники безопасности на производственном объекте;
	проводить инструктаж по технике безопасности;
	защищать свои права и права работников в соответствии с гражданским и трудовым законодательством Российской Федерации;
	анализировать виды и последствия потенциальных отказов оборудования и

	нарушения технологических процессов;
	анализировать визуальную сигнализацию контрольных приборов аддитивной установки;
	выявлять нарушение параметров технологического процесса;
	правильно эксплуатировать электрооборудование;
	использовать электронные приборы и устройства;
	выбирать технологическое оборудование, инструменты для финишной обработки изделий, полученных методами аддитивных технологий;
	выявлять дефекты изделий;
	анализировать структурные и конструкционные недостатки изделия, погрешности изготовления и обработки;
	анализировать причины дефектов изделий;
	определять оптимальный технологический процесс финишной обработки изделия;
	выбирать средства измерений;
	выполнять измерения и контроль параметров изделий;
	определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации;
	определять оптимальные методы контроля качества;
	осуществлять финишную обработку изделий, изготовленных на аддитивных установках, на станках, механизированным инструментом и вручную;
	использовать аппараты обработки сжатым воздухом, пескодробеструйной обработки;
	проводить визуальную проверку механических и оптических узлов аддитивной установки;
	проводить проверку электронных узлов аддитивной установки посредством средств автоматизированного контроля;
	прогнозировать отказы и обнаруживать неисправности аддитивных установок, осуществлять технический контроль при их эксплуатации;
	производить диагностику оборудования и определение его ресурсов;
	организовывать и выполнять наладку, регулировку и проверку аддитивных установок;
	правильно эксплуатировать электрооборудование;
	проводить электроизмерения;
	читать принципиальные электрические схемы устройств/установок;
	менять сменные элементы аддитивных установок
	проводить смазку/ зарядку/ заправку аддитивных установок специальными жидкостями и газами;
	эффективно использовать материалы и оборудование;
	заполнять технологическую документацию;
	анализировать документацию стандартного изделия аддитивного производства;
	анализировать конструктивно-технологические характеристики детали, исходя из ее служебного назначения;
	работать с текстовыми и графическими редакторами, системами инженерной графики (CAD), системами инженерных расчетов (CAE), системами подготовки производства (CAM), системами автоматизированной технологической подготовки производства (CAPP);
	проектировать технологические операции, включая операции аддитивного производства;
	выбирать схемы базирования, формировать маршрут технологического процесса;
	разрабатывать и оформлять технологическую документацию;

	осуществлять поиск в электронном архиве справочной информации, конструкторских и технологических документов о разрабатываемом технологическом процессе аддитивного производства;
	назначать оптимальные технологические режимы;
	выполнять вычисления и обработку данных по разрабатываемому технологическому процессу аддитивного производства;
	использовать вычислительную технику и программные средства для оформления производственной документации;
	оформлять технологическую документацию на процессы изготовления типовых изделий аддитивного производства
	подготавливать электронную модель для изготовления изделия с учетом особенностей оборудования, технологии изготовления и требований конструкторской документации;
	осуществлять выбор параметров аддитивного технологического процесса для обеспечения заданных свойств и требуемой точности изделия;
	разрабатывать управляющие программы;
	читать конструкторскую и технологическую документацию;
	определять режимы резания по справочнику и паспорту станка;
	рассчитывать режимы резания по формулам, находить требования к режимам обработки по справочникам при разных видах обработки;
	составлять технологический процесс обработки деталей, изделий на металлорежущих станках/
	осуществлять поиск неисправностей и их устранение в механических и электрических системах;
	выявлять визуально дефекты обработанных поверхностей простой детали;
	применять универсальные контрольно-измерительные приборы и инструменты для измерения и контроля линейных размеров, точности формы и взаимного расположения обработанных поверхностей простой детали;
	контролировать шероховатость поверхностей простой детали типа визуально-тактильными методами;
	проверять соответствие измеренных параметров простой детали типа тела вращения, изготовленной на универсальном токарном станке с ЧПУ, чертежу.
Знать	устройства для трехмерного сканирования и области их применения;
	принцип действия различных систем бесконтактной оцифровки;
	методы трехмерного сканирования объектов;
	правила калибровки и проверки на точность устройств для трехмерного сканирования;
	требования к электронным моделям, предназначенным для реверсивного инжиниринга и производства на аддитивных установках;
	виды, методы, объекты и средства измерений;
	методы и приемы проекционного черчения;
	правила оформления и чтения конструкторской и технологической документации;
	требования к электронным моделям, предназначенным для производства на аддитивных установках;
	критерии качества изделия по точности размеров и формы, структуре материала;
	требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации;
	виды, методы и средства измерений;
	основы взаимозаменяемости и нормирование точности;
	система допусков и посадок;

	квалитеты и параметры шероховатости;
	методы определения погрешностей измерений;
	назначение основных компонентов систем автоматизированного проектирования;
	возможности и методы практического применения программных средств систем автоматизированного проектирования;
	методика моделирования трехмерной объемной конструкции, оформления чертежей и текстовой конструкторской документации;
	специализированное программное обеспечение для реверсивного инжиниринга;
	требования к полигональным моделям для целей реверсивного инжиниринга;
	методы определения необходимого для полигональной модели уровня детализации и оптимизации полигональной сети в соответствии с ним;
	способы определения необходимых секущих плоскостей для выровненных полигональных моделей и применения этих плоскостей для построения векторных сечений полигональных моделей;
	способы разделения полигональных моделей на сегменты в соответствии с кривизной исходных поверхностей;
	методы восстановления геометрии сегментов полигональных моделей с помощью поверхностей-примитивов и поверхностей свободной формы;
	методы проекционного черчения;
	приемы выполнения геометрических построений;
	правила выполнения чертежей, технических рисунков, эскизов и схем;
	принципы нанесения размеров;
	порядок и последовательность деталирования сборочных чертежей;
	правила нанесения допусков, посадок, параметров шероховатости поверхности, геометрических отклонений формы и расположения поверхностей на чертежах при деталировке;
	правила оформления и чтения конструкторской и технологической документации;
	типы и назначение спецификаций, правила их чтения и составления;
	требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации
	порядок контроля расхода исходного материала в аддитивном производстве;
	методика проверки исходных материалов для использования в аддитивных установках;
	типы материалов, используемых в качестве исходных для аддитивного производства;
	виды форм и состояний исходного материала для аддитивного производства;
	принципы формообразования в аддитивном производстве;
	типовая структура изделия, созданного методом послойного синтеза;
	виды дефектов изделий, созданных методом послойного синтеза;
	назначение и область применения существующих типов аддитивных установок и используемые в них материалы;
	технические параметры, характеристики и особенности различных типов аддитивных установок;
	конструкции аддитивных установок;
	порядок работ при изготовлении изделия на аддитивной установке;
	правила безопасной эксплуатации аддитивных установок;
	особенности обеспечения работы различных видов аддитивных установок;
	нормативная документация, регулирующая технологические процессы аддитивного производства;
	основы организации производства, мотивации и управления персоналом;

	принципы, формы и методы организации производственного и технологического процессов;
	принципы делового общения в коллективе;
	правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности;
	особенности обеспечения безопасных условий труда в сфере профессиональной деятельности;
	причины брака, дефектов изделий;
	методы контроля процесса создания изделий на аддитивных установках;
	проблемы совместимости исходных материалов, технологического оборудования и технологических режимов;
	устройство систем оптического контроля процесса и принципы их работы, признаки наличия ошибок, методы их выявления;
	принципы функционирования автоматизированных систем управления технологическим процессом;
	состав и принцип работы мехатронных модулей;
	типы привода (электрический, гидравлический, пневматический);
	типы и назначение датчиков
	критерии качества изделия по точности размеров и форме, структуре материала;
	методы финишной обработки изделий, созданных посредством аддитивных технологий;
	причины брака, дефектов изделий;
	технические параметры, характеристики и особенности современных токарных и фрезерных станков с ЧПУ, координатно-расточных станков, установок гидроабразивной обработки, обработки сжатым воздухом, пескодробеструйной обработки;
	методы работы с аппаратами обработки сжатым воздухом, пескодробеструйной обработки;
	правила безопасной эксплуатации механического оборудования;
	физические процессы, протекающие при создании изделий на аддитивных установках различных типов;
	конструкция, принцип действия, типовые неисправности аддитивных установок разных типов;
	устройство систем оптического контроля процесса и принципы их работы;
	признаки наличия ошибок при изготовлении изделий на аддитивных установках, методы их выявления;
	алгоритм выявления и устранения неисправностей аддитивных установок;
	приемы диагностического контроля технического состояния аддитивных установок;
	электроизмерительные приборы, их назначение и правила использования;
	правила электробезопасности;
	профилактические мероприятия по охране окружающей среды, технике безопасности и производственной санитарии;
	физические принципы работы, конструкцию, технические характеристики, правила технического обслуживания аддитивных установок;
	элементы систем автоматики, основные характеристики и принципы их применения в аддитивных установках и вспомогательном оборудовании;
	регламент технического обслуживания аддитивных установок различных типов;
	методы повышения долговечности оборудования;
	приемы проведения операций по техническому обслуживанию аддитивных установок различных типов;

	требования охраны труда, пожарной и экологической безопасности;
	требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации;
	правила технической эксплуатации и порядок работы на технологическом, измерительном и исследовательском оборудовании организации;
	основы физических явлений формирования объектов с применением аддитивных технологий;
	взаимовлияние параметров аддитивного технологического процесса;
	влияние режимов технологического процесса аддитивного производства на качество получаемых изделий;
	порядок согласования технологической документации, методы разработки технологических процессов и технологической документации;
	методы абразивной резки, шлифования, полирования и травления материалов, применяемых в постобработке изделий, изготовленных методами аддитивных технологий;
	приемы применения систем автоматизированного проектирования при разработке конструкции изделий, изготовляемых методами аддитивных технологий;
	взаимосвязь между изменением режимов аддитивной установки и качеством изделия;
	устройство технологического, измерительного и исследовательского оборудования и принципы его работы;
	критерии качества изделия по точности размеров и формы, структуре материала;
	правила чтения конструкторской и технологической документации;
	требования к электронным моделям, предназначенным для производства на аддитивных установках;
	критерии качества изделия по точности размеров и формы, структуре материала;
	требования государственных стандартов ЕСКД и ЕСТД;
	система допусков и посадок;
	квалитеты и параметры шероховатости;
	влияние параметров технологических режимов на качество получаемых изделий;
	причины брака, дефектов изделий;
	основы теории резания металлов в пределах выполняемой работы;
	правила определения режимов резания по справочникам и паспорту станка;
	принцип базирования;
	основные понятия и определения технологических процессов изготовления деталей и режимов обработки;
	назначение и правила применения, правила термообработки режущего инструмента, изготовленного из инструментальных сталей, с пластинками твердых сплавов или керамическими, его основные углы и правила заточки и установки;
	наименование, назначение и условия применения наиболее распространенных универсальных и специальных приспособлений;
	порядок оформления технологической документации;
	инструментальные материалы и их выбор для изготовления инструмента;
	общие сведения о проектировании технологических процессов изготовления деталей и режимов обработки;
	устройство, кинематические схемы и принцип работы металлообрабатывающих станков и станков с программным управлением, и правила их наладки;
	правила технического обслуживания и способы проверки, нормы точности станков токарной, фрезерной группы и станков с ЧПУ;
	системы программного управления станками и станочными системами;

	правила настройки и регулировки контрольно-измерительных инструментов и приборов;
	порядок применения контрольно-измерительных инструментов;
	грузоподъемное оборудование, применяемое в металлообрабатывающих цехах;
	системы программного управления станками;
	правила установки перфолент в считывающее устройство;
	способы возврата программоносителя к первому кадру;
	основные способы подготовки программы;
	порядок работы станка в автоматическом режиме и в режиме ручного управления;
	конструкцию приспособлений для установки и крепления деталей на станках с программным управлением;
	технологический процесс обработки деталей;
	причины возникновения неисправностей станков с программным управлением и способы их обнаружения и предупреждения;
	корректировку режимов резания по результатам работы станка;
	правила определения режимов резания по справочникам и паспорту станка;
	правила чтения технологической и конструкторской документации;
	обозначения на рабочих чертежах деталей допусков и посадок типовых соединений, допусков форм и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости поверхностей;
	система допусков и посадок, степеней точности; квалитеты и параметры шероховатости;
	виды дефектов поверхностей и способы их предупреждения и устранения;
	виды, конструкции, назначение, возможности и правила использования контрольно-измерительных инструментов для измерения и контроля шероховатости;
	виды, конструкции, назначение, возможности и правила использования контрольно-измерительных инструментов для измерения и контроля линейных размеров;
	виды, конструкции, назначение, возможности и правила использования контрольно-измерительных инструментов для измерения и контроля точности формы и взаимного расположения.

1.2. Количество часов на освоение программы практики:
всего – **639** часов, в том числе:
ПМ 01 – **174** часа,
ПМ 02 – **210** часов,
ПМ 03 – **69** часов,
ПМ 04 – **186** часов.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

2.1. Тематический план программы учебной практики

Коды профессиональных	Наименования профессиональных модулей	Всего часов	Распределение часов по семестрам					
			1 сем.	2 сем.	3 сем	4 сем.	5 сем.	6 сем.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПК 1.1 –ПК 1.4	ПМ 01. Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования	174	102	72	-	-	-	-
ПК 2.1 –ПК 2.7	ПМ 02. Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства	210	-	66	36	57	51	-
ПК 3.1 –ПК 3.3	ПМ 03. Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий	69	-	-	-	-	51	18
ПК 4.1-ПК 4.3	ПМ 04. Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)	186	-	-	72	114	-	-
	Всего:	**639**	**102**	**138**	**108**	**171**	**102**	**18**

2.**2. Содержание обучения по учебной практике**

Наименование разделов профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК) и тем учебной практики	**Содержание учебного материала**		**Объем часов**
1	**2**		**3**
ПМ 01. Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования			**174**
Тема 1.1 Понятие бесконтактной оцифровки	**Всего часов по теме**		**42**
	1.1.1	Изучение принципа действия различных систем бесконтактной оцифровки	6
	1.1.2	Основные сведения о назначении и свойствах полимеров, керамик, металлов и сплавов, о технологии их производства, а также особенности их строения	12
	1.1.3	Выбор необходимой системы бесконтактной оцифровки в соответствии с поставленной задачей (руководствуясь необходимой точностью, габаритами объекта, его подвижностью или неподвижностью, световозвращающей способностью и иными особенностями)	12
	1.1.4	Выполнение работы по бесконтактной оцифровке реальных объектов при помощи систем оптической оцифровки различных типов	12
Тема 1.2 Оцифровка реальных объектов с помощью ручного измерительного инструмента	**Всего часов по теме**		**12**
	1.2.1	Изучение различных видов ручного измерительного инструмента	6
	1.2.2	Измерение выданной детали с использованием штангенинструмента, микрометрического инструмента, инструмента для измерения углов	6
Тема 1.3 Подготовка к сканированию и	**Всего часов по теме**		**54**
	1.3.1	Изучение устройства, принципа работы и обслуживания сканера 3DQScan: подготовка сканера, калибровка и проверка на точность; подготовка детали к	18

оцифровка реальных объектов с помощью 3D сканеров		сканированию; выполнение работы по оцифровке изделия; обработка результатов сканирования в программе CloudCompare; сшивка сканов и создание stl модели. Доводка и контроль качества готовых изделий. Осуществление проверки и исправление ошибок в оцифрованных моделях. Осуществление оценки точности оцифровки посредством сопоставления с оцифровываемым объектом	
	1.3.2	Изучение устройства, принципа работы и обслуживания сканеров EinScan-SP: подготовка сканера, калибровка и проверка на точность; подготовка детали к сканированию; выполнение работы по оцифровке изделия; обработка результатов сканирования в программе EinScan-S; сшивка сканов и создание stl модели; исправление и доработка отсканированных моделей в программе MeshMixer. Осуществление оценки точности оцифровки посредством сопоставления с оцифровываемым объектом	18
	1.3.3	Изучение устройства, принципа работы и обслуживания сканеров EinScan Pro: подготовка сканера, калибровка и проверка на точность; подготовка детали к сканированию; выполнение работы по оцифровке изделия; обработка результатов сканирования в программе ExScanPro; сшивка сканов и создание stl модели; исправление и доработка отсканированных моделей в программе MeshMixer. Осуществление оценки точности оцифровки посредством сопоставления с оцифровываемым объектом	18
Тема 1.4 Создание трехмерных моделей в CAD системах	**Всего часов по теме**		**66**
	1.4.1	Создание трехмерной модели по чертежу детали	6
	1.4.2	3D моделирование в Компас 3D	6
	1.4.3	Построение сборок в Компас 3D	6
	1.4.4	Практические задачи 3D моделирования в Компас 3D	12
	1.4.5	Проектирование литейных форм в Компас 3D	6
	1.4.6	Привязка объектов и массивы объектов в 3dx Max	6
	1.4.7	Editable Poly. Деформация сетки в 3ds Max	6
	1.4.8	Модификаторы в 3ds Max	6
	1.4.9	Модификаторы «Cloth», «Garment Maker» и «HSDS» в 3ds Max	6
	1.4.10	Дифференцированный зачет	6
ПМ 02. Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства			**210**

Тема 2.1 Технические требования к прототипу 3D принтера		**Всего часов по теме**	**24**
	2.1.1	Основания для выбора конкретных аддитивных технологий	6
	2.1.2	Характеристики вещества, используемого для создания моделей	6
	2.1.3	Размеры рабочей зоны для установления габаритов формируемого объекта	6
	2.1.4	Выбор аддитивной установки с учетом области использования будущих моделей	6
Тема 2.2. Создание 3D модели принтера		**Всего часов по теме**	**18**
	2.2.1	Программное обеспечение для цифрового моделирования изделий	6
	2.2.2	Требования и стандарты к моделям	6
	2.2.3	Основные операции быстрого прототипирования	6
Тема 2.3. Подготовка модели 3D принтера к печати	**Всего часов по теме**		**6**
	2.3.1	Программное обеспечение для преобразования файла модели в программный код принтера (слайсинга)	6
Тема 2.4. Печать и сборка прототипа Dпринтера	**Всего часов по теме**		**18**
	2.4.1	Послойное построение прототипа изделия	6
	2.4.2	Удаление поддержек и другие постпроцессы	6
	2.4.3	Изучение расходных материалов для АП	6
Тема 2.5. Печать моделей на 3D принтере	**Всего часов по теме**		**60**
	2.5.1	Подготовка и настройка 3D принтера FDM к печати. Заправка пластика, настройка стола и экструдера	9
	2.5.2	Подготовка печати в программах слайсинга (Polygon X, Repiter-Host)	6
	2.5.3	Печать геометрических примитивов на 3D принтерах с технологией печати FDM. Контроль процесса печати. Контроль качества напечатанных деталей и поверхностей	9

	2.5.4	Печать деталей со сложной геометрией на 3D принтерах с технологией печати FDM. Печать деталей с поддержкой. Контроль процесса печати. Контроль качества напечатанных деталей и поверхностей	12
	2.5.5	Подготовка и настройка 3D принтера SLA к печати. Заправка пластика, настройка стола и экструдера	6
	2.5.6	Подготовка печати в программе слайсинга (Pre Form)	6
	2.5.7	Печать деталей со сложной геометрией на 3D принтерах с технологией печати SLA. Печать деталей с поддержкой. Контроль процесса печати. Контроль качества напечатанных деталей и поверхностей	12
Тема 2.6. Доводка и финишная обработка изделий на станках с ЧПУ	**Всего часов по теме**		**72**
	2.6.1	Применение токарных и фрезерных станков с числовым программным управлением для финишной обработки изделий, полученных посредством аддитивных технологий	12
	2.6.2	Технологическое оборудование, станки, инструменты и оснастка для финишной обработки изделий	6
	2.6.3	Оптимальный технологический цикл финишной обработки изделия	6
	2.6.4	Технические параметры, характеристики и особенности современных установок гидроабразивной обработки	6
	2.6.5	Особенности и требования технологий последующей обработки деталей на гидроабразивных установках	6
	2.6.6	Приемы использования гидроабразивных установок для финишной обработки	6
	2.6.7	Технические параметры, характеристики и особенности современных координатно-расточных станков	6
	2.6.8	Использование координатно-расточных станков для целей финишной обработки изделий, полученных на аддитивных установках	9
	2.6.9	Ручные инструмента для финишной обработки, приемы работы	6
	2.6.10	Прочие технологии финишной обработки изделий, полученных посредством аддитивных технологий: финишная полировка, химическая обработка, обработка	9

		лазером	
Тема 2.7. Основы заполнения документации	**Всего часов по теме**		**12**
	2.7.1	Заполнение маршрутно-технологической документации на эксплуатацию оборудования	6
	2.7.2	Дифференцированный зачет	6
ПМ 04. Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)			**186**
Тема 3.1. Обработка наружных цилиндрических и торцовых поверхностей	**Всего часов по теме**		**12**
	3.1.1	Точение цилиндрических поверхностей на заданную глубину резания с установкой заготовок в патроне. Подрезание торцов.	6
	3.1.2	Центрование заготовок. Точение цилиндрических поверхностей с установкой заготовок в центрах. Точение торцевых поверхностей подрезными резцами и с установкой заготовок в патроне и на оправах. Контроль обработанных поверхностей штангенциркулем, линейкой	6
Тема 3.2. Вытачивание канавок, отрезание, обработка уступов	**Всего часов по теме**		**6**
	3.2.1	Вытачивание наружных канавок прямоугольного профиля на цилиндрических и торцевых поверхностях. Отрезание. Обработка уступов	6
Тема 3.3. Обработка цилиндрических отверстий	**Всего часов по теме**		**6**
	3.3.1	Выбор сверл для центрования (по таблице). Сверление центрового отверстия. Определение припуска на растачивание. Предварительное и окончательное растачивание сквозных и глухих отверстий. Обработка уступа и канавки. Вытачивание фасок и притупление кромок. Контроль качества обработки отверстий контрольно- измерительными инструментами	6
Тема 3.4 Обработка конических	**Всего часов по теме**		**12**
	3.4.1	Обработка конических поверхностей поворотом верхней части суппорта;	6

поверхностей		предварительное и чистовое обтачивание. Обработка конических поверхностей при смещении корпуса задней бабки. Определение величины и направления поперечного смещения корпуса задней бабки для обработки наружных конических поверхностей. Проверка величины смещения и закрепление корпуса задней бабки.	
	3.4.2	Обработка конической поверхности по конусной линейке (установка линейки на заданный угол, наладка суппорта станка на работу с копировальной линейкой, обработка поверхности). Обработка конических поверхностей широким резцом (наладка резца при помощи установочного шаблона и обработка поверхности). Растачивание конусных отверстий. Развертывание конусных отверстий. Контроль качества обработки поверхностей контрольно-измерительными инструментами	6
Тема 3.5. Обработка фасонных поверхностей	**Всего часов по теме**		**12**
	3.5.1	Освоение приемов обработки фасонных поверхностей методом сочетания двух подач, приемов установки резцов и обработки фасонных поверхностей специальными резцами.	6
	3.5.2	Освоение приемов заточки и доводки специальных резцов. Освоение приемов контроля и измерения базовых размеров детали универсальными инструментами	6
Тема 3.6. Фрезерование плоских поверхностей		**Всего часов по теме**	**12**
	3.6.1	Имитация процессов фрезерования поверхностей заготовок. Фрезерование плоских поверхностей цилиндрическими и торцовыми фрезами с проверкой по линейке, торцовых поверхностей с проверкой по угольнику; параллельных поверхностей. Фрезерование сопряженных поверхностей с проверкой по угольнику; параллельных поверхностей. Фрезерование сопряженных поверхностей, расположенных под прямым углом, с перестановкой заготовки в тисках и приспособлениях; сопряженных поверхностей под тупым и острым углом с перестановкой заготовки в поворотных и универсальных тисках.	6
	3.6.2	Фрезерование накладных поверхностей и скосов цилиндрическими, торцовыми и угловыми фрезами с закреплением в тисках и специальных приспособлениях. Проверка обработанных поверхностей штангенциркулем, рейсмусом, угольником и шаблонами.	6
Тема 3.7.	**Всего часов по теме**		**18**

Фрезерование прямоугольных пазов, уступов, канавок. Разрезание металла	3.7.1	Фрезерование сквозных прямоугольных пазов дисковыми фрезами при закреплении заготовок в тисках, приспособлениях и на столе фрезерного станка; шпоночных пазов (сквозных, открытых и закрытых) на валах шпоночными фрезами и фрезами для пазов под сегментные шпонки (дисковыми и грибковыми фрезами).	6
	3.7.2	Фрезерование уступов с одной и двух сторон. Фрезерование пазов и канавок. Контроль размеров и форм пазов, канавок, шлицев и уступов.	6
	3.7.3	Резание профильного проката с применением встречного и попутного методов фрезерования. Контроль отрезной части заготовки	6
Тема 3.8. Фрезерование фасонных и криволинейных поверхностей	**Всего часов по теме**		**18**
	3.8.1	Фрезерование поверхностей заготовок фасонными фрезами и набором фрез; методом комбинирования ручных подач без размера и в размер, по разметке и по шаблонам.	6
	3.8.2	Обработка на круглом столе (установка стола, фрезерование с применением ручной и механической подачи, фрезерование по контуру). Контроль качества обработки Фрезерование поверхностей заготовок фасонными фрезами и набором фрез; методом	6
	3.8.3	Комбинирования ручных подач без размера и в размер, по разметке и по шаблонам.	6
Тема 3.9. Сверлильные работы	**Всего часов по теме**		**6**
	3.9.1	Пуск и остановка станков; изменение числа оборотов и реверса вращения шпинделя; изменение величины подачи вручную и механически; заточка закрепление и удаление сверл в отверстии шпинделя и патроне; сверление по разметке, по кондуктору глухих отверстий на заданную глубину отверстий, расположенных под углом друг к другу; зенкерование, зенкование, декование, развертывание	6
Тема 3.10. Шлифовальные работы	**Всего часов по теме**		**6**
	3.10.1	Пуск, остановка, ручное и техническое управление узлами шлифовального станка; шлифование плоских цилиндрических наружных и внутренних поверхностей; контроль качества поверхности	6
Тема 3.11	**Всего часов по теме**		**6**

Выполнение операций на тренажере УЧПУ FANUC OiM	3.11.1.	Изучение эмулятора фрезерного станка с УЧПУ FANUC OiM, настройки установочного размера. Установка нуля станка, заготовки и инструмента, нуля детали. Выбор управляющих программ обработки паза и кармана. Обработка детали в режиме MDI. Разбор технологических параметров	6
Тема 3.12 Выполнение операций на тренажере УЧПУ Sinumerik 810/840 M	**Всего часов по теме**		**6**
	3.12.1.	Изучение эмулятора фрезерного станка с УЧПУ Sinumerik 810/840 M, настройки установочного размера. Установка нуля станка, нуля детали, заготовки и инструмента. Выбор управляющих программ обработки паза и кармана. Обработка детали в режиме MDI. Разбор технологических параметров	6
Тема 3.13 Работа с системой КОМПАС 3Д	**Всего часов по теме**		**12**
	3.13.1.	Ознакомление с основными элементами интерфейса системы КОМПАС 3Д. Предварительная настройка системы. Моделирование поверхностей. Построение тел вращения.	6
	3.13.2	Кинематические элементы и пространственные кривые. Построение элементов по сечениям. Моделирование листовых деталей	6
Тема 3.14 Работа с системой MasterCam	**Всего часов по теме**		**12**
	3.14.1	Технология обработки 3D фрезерования. Циклы обработки 3 осевое 3D фрезерования. Создание УП, использование редактора УП.	6
	3.14.2	Технология обработки 3D точение, циклы обработки. Программирование передачи детали, синхронизация передачи детали.	6
Тема 3.15 Обслуживание и наладка станков с ЧПУ	**Всего часов по теме**		**12**
	3.15.1.	Обслуживание станка: заливка охлаждающей жидкости, масла, подбор, сборка, установка режущего инструмента.	6
	3.15.2	Ввод УП, изготовления пробной детали, коррекция длины инструмента	6
Тема 3.16 Выполнение работ операторов станков с ЧПУ	**Всего часов по теме**		**18**
	3.16.1	Обработка детали в ручном режиме и автоматическом режиме.	6
	3.16.2	Корректировка режимов резания по результатам работы станка.	6
	3.16.3	Подналадка узлов и механизмов в процессе работы	6
Тема 3.17	**Всего часов по теме**		**12**

Выполнение работ по наладке манипуляторов и комплектов оборудования	3.17.1	Работа на станках с ПУ с использованием промышленных роботов. Наладка комплекса станков на автоматический цикл работы с робототехническими устройствами.	6
	3.17.2	Дифференцированный зачет	6
ПМ 03. Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий			**69**
Тема 4.1. Последовательность проектирования технологического процесса	**Всего часов по теме**		**69**
	4.1.1	Составление рабочего чертежа детали	6
	4.1.2	Выбор технологических баз изделия	6
	4.1.3	Оформление технологического процесса в CAPP	6
	4.1.4	Оформление операционной карты технологического процесса	6
	4.1.5	Оформление маршрутно-операционной карты технологического процесса	6
	4.1.6	Определение технологичности изделия	6
	4.1.7	Определение методов изготовления изделия	6
	4.1.8	Расчет параметров изготовления изделия	9
	4.1.9	Составление технологической документации	12
	4.1.10	Дифференцированный зачет	6
		ВСЕГО УП	**639**

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация программы учебной практики предполагает наличие кабинетов «Социально-экономических и гуманитарных дисциплин», «Общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей», лаборатории «Материаловедения», мастерских «Слесарная», «Участок механообработки», «Участок аддитивных установок».

Реализация профессионального модуля предполагает обязательную производственную практику, которую рекомендуется проводить концентрированно.

Оборудование и технологическое оснащение рабочих мест: производственная практика проходит на рабочих местах предприятия.

3.2. Информационное обеспечение обучения

Основные печатные издания

1. Зубарев, Ю. М. Процессы обработки и инструмент для формообразования поверхностей деталей : учебник для спо / Ю. М. Зубарев, В. П. Максименко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 152 с. — ISBN 978-5-8114-8890-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/183093;

2. Каменев, С. В. Технологии аддитивного производства : учебное пособие для СПО / С. В. Каменев, К. С. Романенко. — Саратов : Профобразование, 2020. — 144 с. — ISBN 978-5-4488-0564-6. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROFобразование : [сайт]. — URL: https://profspo.ru/books/92180;

3. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. CAD : учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 220 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-12484-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/541923

4. Копылов, Ю. Р. Компьютерные технологии в машиностроении. Практикум / Ю. Р. Копылов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 500 с. — ISBN 978-5-507-48772-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/362315 (дата обращения: 15.03.2024). — Режим доступа: для авториз.

5. Сурина Е.С. Разработка управляющих программ для системы ЧПУ: уч. Пособие для СПО.- 2-е изд., стер. – Санкт- Петербург: Лань, 2021.- 268с.

3.3. Общие требования к организации образовательного процесса учебной практики

Учебная практика проводится дискретно, параллельно с изучением теоретической части МДК соответствующих направлений, пропорционально количеству часов на каждый модуль, начиная с первого семестра в учебно-производственных мастерских образовательного учреждения или на предприятиях города.

В первом, втором, третьем, четвертом, пятом и шестом семестрах практика проводится по 6 часов в неделю по ПМ 01, ПМ 02 (66 часов), ПМ 03, ПМ 04; также по ПМ 02 (144 часа) в третьем, четвертом и пятом семестре практика проводится по 3 часа.

Учебная практика по каждому модулю заканчивается дифференцированным зачетом. Дифференцированный зачет может проходить в форме проверочной работы, устанавливающей освоение видов профессиональной деятельности и профессиональный компетенций по каждому модулю.

Приведенная схема организации учебной практики является примерной: каждое образовательное учреждение организует учебную практику в соответствии с имеющимися у него условиями.

В конце обучения проводится производственная практика на рабочих местах предприятий, во время которой обучающиеся в составе рабочих бригад самостоятельно выполняют работы, предусмотренные квалификационными характеристиками.

3.4. Кадровое обеспечение учебной практики

Реализация программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих обеспечивается педагогическими кадрами, имеющими среднее профессиональное или высшее образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины (модуля). Мастера производственного обучения должны иметь на 1 - 2 разряда по профессии рабочего выше, чем предусмотрено ФГОС СПО для выпускников. Опыт деятельности в организациях соответствующей профессиональной сферы является обязательным для преподавателей, отвечающих за освоение обучающимся профессионального учебного цикла, эти преподаватели и мастера производственного обучения получают дополнительное профессиональное образование по программам повышения квалификации, в том числе в форме стажировки в профильных организациях не реже 1 раза в 3 года.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

Результаты (освоенные профессиональные компетенции)	**Формы и методы контроля и оценки**
ПК 1.1 Применять средства бесконтактной оцифровки и ручные измерительные инструменты для разработки электронной модели изделия, входного и выходного контроля изделия	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе учебной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по учебной практике.
ПК 1.2 Разрабатывать и корректировать с помощью систем автоматизированного проектирования трехмерные электронные модели изделий	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе учебной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по учебной практике.
ПК 1.3 Производить обратное проектирование (реверсивный инжиниринг) изделий на основе данных бесконтактной оцифровки и/или данных, снятых вручную	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе учебной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по учебной практике.
ПК 1.4 Создавать чертежи для целей разработки электронной модели изделия и на основе электронной модели изделия	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе учебной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по учебной практике.
ПК 2.1 Проводить входной контроль исходного сырья	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе учебной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по учебной практике.
ПК 2.2 Запускать технологический процесс	Дифференцированный зачет.

при производстве изделий на аддитивных установках	Наблюдение в процессе учебной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по учебной практике.
ПК 2.3 Организовывать работу и обеспечивать технологический процесс на участках с аддитивными установками	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе учебной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по учебной практике.
ПК 2.4 Контролировать функционирование аддитивной установки, регулировать её элементы, корректировать параметры работы	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе учебной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по учебной практике.
ПК 2.5 Выявлять дефекты, проводить доводку и финишную обработку изделий, созданных на аддитивных установках, с применением технологического оборудования и ручных инструментов	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе учебной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по учебной практике.
ПК 2.6 Диагностировать неисправности аддитивных установок	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе учебной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по учебной практике.
ПК 2.7 Выполнять операции технического обслуживания аддитивных установок	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе учебной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по учебной практике.
ПК 3.1 Разрабатывать маршрутный технологический процесс на участках аддитивного производства	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе учебной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по учебной практике.
ПК 3.2 Проектировать операции аддитивного производства, генерировать и корректировать управляющие программы аддитивных установок	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе учебной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по учебной практике.
ПК 3.3 Проводить анализ конструкторской документации с целью повышения технологичности применительно к аддитивным технологиям	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе учебной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по учебной практике.
ПК 4.1 Выполнять обработку заготовок, деталей на сверлильных, токарных, фрезерных станках, станках с программным управлением с использованием пульта управления	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе учебной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по учебной практике.
ПК 4.2 Осуществлять наладку обслуживаемых станков	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе учебной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по учебной практике.
ПК 4.3 Проверять качество обработки деталей	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе учебной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по учебной практике.

Приложение 1. 6
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ
ПМ.01
РАЗРАБОТКА И КОРРЕКТИРОВКА ЭЛЕКТРОННЫХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ИЗДЕЛИЙ, ЧЕРТЕЖЕЙ И/ИЛИ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ПМ.02
ПОДГОТОВКА, ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ НА УЧАСТКАХ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА
ПМ.03
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ПМ.04
ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО ОДНОЙ ИЛИ НЕСКОЛЬКИМ ПРОФЕССИЯМ РАБОЧИХ, ДОЛЖНОСТЯМ СЛУЖАЩИХ
(16045 Оператор станков с программным управлением)

2025

Программа производственной практики разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее СПО), входящей в состав укрупненной группы профессий **15.00.00 «Машиностроение»,**

15.02.09 Аддитивные технологии.

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий»

Разработчики:

Тихомирова Н.В., мастер производственного обучения СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ 123

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ 133

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ 141

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ 143

1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

1.1. Область применения программы

Программа производственной практики – является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности среднего профессионального образования (далее – СПО), входящей в состав укрупненной группы профессий **15.00.00 «Машиностроение»,**

15.02.09 Аддитивные технологии

в части освоения основного вида профессиональной деятельности (ВПД):

5. **Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования**
6. **Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства**
7. **Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий**
8. **Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)**

и соответствующие ему общие и профессиональные компетенции:

1.1.2. Перечень общих компетенций

Код	*Наименование общих компетенций*
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности
ОК 03	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях
ОК 04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде
ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста
ОК 06	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения;
ОК 07	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях
ОК 08	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности
ОК 09	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

1.1.2. Перечень профессиональных компетенций

Код	*Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций*
ВД 1	**Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования**

ПК 1.1	Применять средства бесконтактной оцифровки и ручные измерительные инструменты для разработки электронной модели изделия, входного и выходного контроля изделия
ПК 1.2	Разрабатывать и корректировать с помощью систем автоматизированного проектирования трехмерные электронные модели изделий
ПК 1.3	Производить обратное проектирование (реверсивный инжиниринг) изделий на основе данных бесконтактной оцифровки и/или данных, снятых вручную
ПК 1.4	Создавать чертежи для целей разработки электронной модели изделия и на основе электронной модели изделия
ВД 2	**Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства**
ПК 2.1	Проводить входной контроль исходного сырья
ПК 2.2	Запускать технологический процесс при производстве изделий на аддитивных установках
ПК 2.3	Организовывать работу и обеспечивать технологический процесс на участках с аддитивными установками
ПК 2.4	Контролировать функционирование аддитивной установки, регулировать её элементы, корректировать параметры работы
ПК 2.5	Выявлять дефекты, проводить доводку и финишную обработку изделий, созданных на аддитивных установках, с применением технологического оборудования и ручных инструментов
ПК 2.6	Диагностировать неисправности аддитивных установок
ПК 2.7	Выполнять операции технического обслуживания аддитивных установок
ВД 3	**Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий**
ПК 3.1	Разрабатывать маршрутный технологический процесс на участках аддитивного производства
ПК 3.2	Проектировать операции аддитивного производства, генерировать и корректировать управляющие программы аддитивных установок
ПК 3.3	Проводить анализ конструкторской документации с целью повышения технологичности применительно к аддитивным технологиям
ВД 4	**Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)**
ПК 4.1	Выполнять обработку заготовок, деталей на сверлильных, токарных, фрезерных станках, станках с программным управлением с использованием пульта управления
ПК 4.2	Осуществлять наладку обслуживаемых станков
ПК 4.3	Проверять качество обработки деталей

1.1.3. В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен:

Владеть навыками	сканирования физических объектов;
	применения измерительных инструментов;
	проверки соответствия готовых изделий техническому заданию;
	работы в системах автоматизированного проектирования (САПР);
	разработки трехмерных моделей изделий для целей аддитивного производства;
	подготовки трехмерные модели изделия для переноса в устройства числового программного управления аддитивных установок;
	создания редактируемых параметрических моделей, пригодных для аддитивного производства, на основе полигональных моделей изделий;
	разработки чертежей для создания электронной модели изделия;
	создания сборочных чертежей, рабочих чертежей и чертежей общего вида на основе

	электронной модели;
	выполнения операций по входному контролю исходного сырья и определению расхода сырья;
	подготовки аддитивных установок к запуску;
	подготовки и загрузки рабочих материалов;
	контроля процесса создания изделия на аддитивной установке;
	управления процессами аддитивного производства;
	организации работы участка аддитивного производства;
	контроля технологического процесса аддитивной установки;
	выполнения работ по доводке и финишной обработке изделий, полученных посредством аддитивных технологий с применением станков, в том числе с ЧПУ, установок и аппаратов механической обработки, ручного инструмента;
	проверки соответствия готовых изделий технической документации с применением измерительных инструментов;
	выявления и устранения неисправностей аддитивных установок;
	диагностического контроля технического состояния аддитивных установок;
	проведения операций технического обслуживания аддитивных установок;
	проектирования технологических маршрутов изготовления деталей и технологических операций;
	разработки технологической документации;
	проектирования операций аддитивного производства;
	оформления технологической документации на операции аддитивного производства;
	анализа проблем совместимости исходных материалов, технологического оборудования и технологических режимов;
	разработки управляющих программ создания изделий на аддитивных установках;
	анализа конструкторской документации на технологичность конструкции;
	подготовки электронной модели для изготовления с учетом особенностей оборудования и технологии изготовления;
	работы на фрезерных станках;
	наладки фрезерных и токарных станков на различные виды работ;
	контроля качества выполненных работ;
	определение дефектов обработанных поверхностей простой детали;
	контроль линейных размеров, точности формы и взаимного расположения поверхностей, шероховатости поверхностей простой детали.
Уметь	выбирать систему бесконтактной оцифровки в соответствии с поставленной задачей и особенностями объекта;
	осуществлять наладку и калибровку систем бесконтактной оцифровки;
	производить подготовку объекта к сканированию;
	выбирать средства измерений;
	определять уровень детализации при сканировании и полигонизации;
	измерять и контролировать параметры изделий с применением контрольно-измерительных приборов и инструментов;
	сканировать объекты с использованием устройств бесконтактной оцифровки;
	оценивать точность оцифровки;
	выбирать САПР в соответствии с поставленными задачами на основании их функциональных возможностей;
	подготавливать технологическую модель для изготовления с учетом особенностей оборудования и технологии изготовления изделия;
	выполнять геометрические построения в ручной и машинной графике;

	читать конструкторскую и технологическую документацию;
	моделировать объекты, предназначенные для последующего аддитивного производства с помощью аппаратных и программных средств систем автоматизированного проектирования;
	осуществлять проверку и исправление ошибок в электронных моделях;
	определять пригодность полигональной модели для реверсивного инжиниринга;
	проверять и исправлять ошибки в трехмерных моделях;
	выравнивать полигональную модель в заданной системе координат;
	выравнивать отдельные полигональные модели фрагментов изделия в единой системе координат с применением вспомогательной геометрии и построений;
	осуществлять экспорт полигональной модели в САПР для последующего её изменения с учетом задач проектирования и выбираемых аддитивных технологий;
	создавать твердотельную модель либо твердотельную параметрическую модель в САПР-системе для последующего её изготовления посредством аддитивных технологий;
	осуществлять анализ отклонений построенной параметрической модели от исходной полигональной и исходного изделия;
	выполнять графические изображения в ручной и машинной графике;
	выполнять эскизы, технические рисунки и чертежи деталей, их элементов и узлов;
	читать чертежи, спецификации и технологическую документацию по профилю специальности;
	оформлять технологическую и конструкторскую документацию;
	оценивать соответствие исходного материала для изготовления изделий аддитивного производства предъявляемым технологическим требованиям по химическому составу и форме;
	снимать данные о текущем значении расхода исходного материала с датчиков аддитивных установок;
	осуществлять предпусковую калибровку и послеэксплуатационную чистку оборудования;
	загружать исходные материалы в аддитивную установку, устанавливать технологическую подложку (платформу);
	выполнять экстренный останов процесса производства изделия и продолжение работы после экстренного останова;
	извлекать изделия из рабочей зоны аддитивной установки;
	выполнять измерения и контроль параметров изделий;
	определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации;
	рационально организовывать рабочие места, определять задачи для исполнителей, обеспечивать их предметами и средствами труда;
	рассчитывать показатели, характеризующие эффективность работы основного и вспомогательного оборудования;
	оптимизировать загрузку оборудования;
	принимать и реализовывать управленческие решения;
	мотивировать работников на решение производственных задач;
	управлять конфликтными ситуациями, стрессами и рисками;
	определять опасные и вредные факторы в сфере профессиональной деятельности;
	оценивать состояние техники безопасности на производственном объекте;
	проводить инструктаж по технике безопасности;
	защищать свои права и права работников в соответствии с гражданским и трудовым законодательством Российской Федерации;

	анализировать виды и последствия потенциальных отказов оборудования и нарушения технологических процессов;
	анализировать визуальную сигнализацию контрольных приборов аддитивной установки;
	выявлять нарушение параметров технологического процесса;
	правильно эксплуатировать электрооборудование;
	использовать электронные приборы и устройства;
	выбирать технологическое оборудование, инструменты для финишной обработки изделий, полученных методами аддитивных технологий;
	выявлять дефекты изделий;
	анализировать структурные и конструкционные недостатки изделия, погрешности изготовления и обработки;
	анализировать причины дефектов изделий;
	определять оптимальный технологический процесс финишной обработки изделия;
	выбирать средства измерений;
	выполнять измерения и контроль параметров изделий;
	определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации;
	определять оптимальные методы контроля качества;
	осуществлять финишную обработку изделий, изготовленных на аддитивных установках, на станках, механизированным инструментом и вручную;
	использовать аппараты обработки сжатым воздухом, пескодробеструйной обработки;
	проводить визуальную проверку механических и оптических узлов аддитивной установки;
	проводить проверку электронных узлов аддитивной установки посредством средств автоматизированного контроля;
	прогнозировать отказы и обнаруживать неисправности аддитивных установок, осуществлять технический контроль при их эксплуатации;
	производить диагностику оборудования и определение его ресурсов;
	организовывать и выполнять наладку, регулировку и проверку аддитивных установок;
	правильно эксплуатировать электрооборудование;
	проводить электроизмерения;
	читать принципиальные электрические схемы устройств/установок;
	менять сменные элементы аддитивных установок;
	проводить смазку/ зарядку/ заправку аддитивных установок специальными жидкостями и газами;
	эффективно использовать материалы и оборудование;
	заполнять технологическую документацию;
	анализировать документацию стандартного изделия аддитивного производства;
	анализировать конструктивно-технологические характеристики детали, исходя из ее служебного назначения;
	работать с текстовыми и графическими редакторами, системами инженерной графики (CAD), системами инженерных расчетов (CAE), системами подготовки производства (CAM), системами автоматизированной технологической подготовки производства (CAPP);
	проектировать технологические операции, включая операции аддитивного производства;
	выбирать схемы базирования, формировать маршрут технологического процесса;

	разрабатывать и оформлять технологическую документацию;
	осуществлять поиск в электронном архиве справочной информации, конструкторских и технологических документов о разрабатываемом технологическом процессе аддитивного производства;
	назначать оптимальные технологические режимы;
	выполнять вычисления и обработку данных по разрабатываемому технологическому процессу аддитивного производства;
	использовать вычислительную технику и программные средства для оформления производственной документации;
	оформлять технологическую документацию на процессы изготовления типовых изделий аддитивного производства
	подготавливать электронную модель для изготовления изделия с учетом особенностей оборудования, технологии изготовления и требований конструкторской документации;
	осуществлять выбор параметров аддитивного технологического процесса для обеспечения заданных свойств и требуемой точности изделия;
	разрабатывать управляющие программы;
	читать конструкторскую и технологическую документацию;
	определять режимы резания по справочнику и паспорту станка;
	рассчитывать режимы резания по формулам, находить требования к режимам обработки по справочникам при разных видах обработки;
	составлять технологический процесс обработки деталей, изделий на металлорежущих станках/
	осуществлять поиск неисправностей и их устранение в механических и электрических системах;
	выявлять визуально дефекты обработанных поверхностей простой детали;
	применять универсальные контрольно-измерительные приборы и инструменты для измерения и контроля линейных размеров, точности формы и взаимного расположения обработанных поверхностей простой детали;
	контролировать шероховатость поверхностей простой детали типа визуально-тактильными методами;
	проверять соответствие измеренных параметров простой детали типа тела вращения, изготовленной на универсальном токарном станке с ЧПУ, чертежу.
Знать	устройства для трехмерного сканирования и области их применения;
	принцип действия различных систем бесконтактной оцифровки;
	методы трехмерного сканирования объектов;
	правила калибровки и проверки на точность устройств для трехмерного сканирования;
	требования к электронным моделям, предназначенным для реверсивного инжиниринга и производства на аддитивных установках;
	виды, методы, объекты и средства измерений;
	методы и приемы проекционного черчения;
	правила оформления и чтения конструкторской и технологической документации;
	требования к электронным моделям, предназначенным для производства на аддитивных установках;
	критерии качества изделия по точности размеров и формы, структуре материала;
	требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации;
	виды, методы и средства измерений;
	основы взаимозаменяемости и нормирование точности;

	система допусков и посадок;
	квалитеты и параметры шероховатости;
	методы определения погрешностей измерений;
	назначение основных компонентов систем автоматизированного проектирования;
	возможности и методы практического применения программных средств систем автоматизированного проектирования;
	методика моделирования трехмерной объемной конструкции, оформления чертежей и текстовой конструкторской документации;
	специализированное программное обеспечение для реверсивного инжиниринга;
	требования к полигональным моделям для целей реверсивного инжиниринга;
	методы определения необходимого для полигональной модели уровня детализации и оптимизации полигональной сети в соответствии с ним;
	способы определения необходимых секущих плоскостей для выровненных полигональных моделей и применения этих плоскостей для построения векторных сечений полигональных моделей;
	способы разделения полигональных моделей на сегменты в соответствии с кривизной исходных поверхностей;
	методы восстановления геометрии сегментов полигональных моделей с помощью поверхностей-примитивов и поверхностей свободной формы;
	методы проекционного черчения;
	приемы выполнения геометрических построений;
	правила выполнения чертежей, технических рисунков, эскизов и схем;
	принципы нанесения размеров;
	порядок и последовательность деталирования сборочных чертежей;
	правила нанесения допусков, посадок, параметров шероховатости поверхности, геометрических отклонений формы и расположения поверхностей на чертежах при деталировке;
	правила оформления и чтения конструкторской и технологической документации;
	типы и назначение спецификаций, правила их чтения и составления;
	требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации
	порядок контроля расхода исходного материала в аддитивном производстве;
	методика проверки исходных материалов для использования в аддитивных установках
	типы материалов, используемых в качестве исходных для аддитивного производства;
	виды форм и состояний исходного материала для аддитивного производства;
	принципы формообразования в аддитивном производстве;
	типовая структура изделия, созданного методом послойного синтеза;
	виды дефектов изделий, созданных методом послойного синтеза;
	назначение и область применения существующих типов аддитивных установок и используемые в них материалы;
	технические параметры, характеристики и особенности различных типов аддитивных установок;
	конструкции аддитивных установок;
	порядок работ при изготовлении изделия на аддитивной установке;
	правила безопасной эксплуатации аддитивных установок;
	особенности обеспечения работы различных видов аддитивных установок;
	нормативная документация, регулирующая технологические процессы аддитивного производства;

	основы организации производства, мотивации и управления персоналом;
	принципы, формы и методы организации производственного и технологического процессов;
	принципы делового общения в коллективе;
	правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности;
	особенности обеспечения безопасных условий труда в сфере профессиональной деятельности;
	причины брака, дефектов изделий;
	методы контроля процесса создания изделий на аддитивных установках;
	проблемы совместимости исходных материалов, технологического оборудования и технологических режимов;
	устройство систем оптического контроля процесса и принципы их работы, признаки наличия ошибок, методы их выявления;
	принципы функционирования автоматизированных систем управления технологическим процессом;
	состав и принцип работы мехатронных модулей;
	типы привода (электрический, гидравлический, пневматический);
	типы и назначение датчиков
	критерии качества изделия по точности размеров и форме, структуре материала;
	методы финишной обработки изделий, созданных посредством аддитивных технологий;
	причины брака, дефектов изделий;
	технические параметры, характеристики и особенности современных токарных и фрезерных станков с ЧПУ, координатно-расточных станков, установок гидроабразивной обработки, обработки сжатым воздухом, пескодробеструйной обработки;
	методы работы с аппаратами обработки сжатым воздухом, пескодробеструйной обработки;
	правила безопасной эксплуатации механического оборудования;
	физические процессы, протекающие при создании изделий на аддитивных установках различных типов;
	конструкция, принцип действия, типовые неисправности аддитивных установок разных типов;
	устройство систем оптического контроля процесса и принципы их работы;
	признаки наличия ошибок при изготовлении изделий на аддитивных установках, методы их выявления;
	алгоритм выявления и устранения неисправностей аддитивных установок;
	приемы диагностического контроля технического состояния аддитивных установок;
	электроизмерительные приборы, их назначение и правила использования;
	правила электробезопасности;
	профилактические мероприятия по охране окружающей среды, технике безопасности и производственной санитарии;
	физические принципы работы, конструкцию, технические характеристики, правила технического обслуживания аддитивных установок;
	элементы систем автоматики, основные характеристики и принципы их применения в аддитивных установках и вспомогательном оборудовании;
	регламент технического обслуживания аддитивных установок различных типов;
	методы повышения долговечности оборудования;
	приемы проведения операций по техническому обслуживанию аддитивных

	установок различных типов;
	требования охраны труда, пожарной и экологической безопасности;
	требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации;
	правила технической эксплуатации и порядок работы на технологическом, измерительном и исследовательском оборудовании организации;
	основы физических явлений формирования объектов с применением аддитивных технологий;
	взаимовлияние параметров аддитивного технологического процесса;
	влияние режимов технологического процесса аддитивного производства на качество получаемых изделий;
	порядок согласования технологической документации, методы разработки технологических процессов и технологической документации;
	методы абразивной резки, шлифования, полирования и травления материалов, применяемых в постобработке изделий, изготовленных методами аддитивных технологий;
	приемы применения систем автоматизированного проектирования при разработке конструкции изделий, изготовляемых методами аддитивных технологий;
	взаимосвязь между изменением режимов аддитивной установки и качеством изделия;
	устройство технологического, измерительного и исследовательского оборудования и принципы его работы;
	критерии качества изделия по точности размеров и формы, структуре материала;
	правила чтения конструкторской и технологической документации;
	требования к электронным моделям, предназначенным для производства на аддитивных установках;
	критерии качества изделия по точности размеров и формы, структуре материала;
	требования государственных стандартов ЕСКД и ЕСТД;
	система допусков и посадок;
	квалитеты и параметры шероховатости;
	влияние параметров технологических режимов на качество получаемых изделий;
	причины брака, дефектов изделий;
	основы теории резания металлов в пределах выполняемой работы;
	правила определения режимов резания по справочникам и паспорту станка;
	принцип базирования;
	основные понятия и определения технологических процессов изготовления деталей и режимов обработки;
	назначение и правила применения, правила термообработки режущего инструмента, изготовленного из инструментальных сталей, с пластинками твердых сплавов или керамическими, его основные углы и правила заточки и установки;
	наименование, назначение и условия применения наиболее распространенных универсальных и специальных приспособлений;
	порядок оформления технологической документации;
	инструментальные материалы и их выбор для изготовления инструмента;
	общие сведения о проектировании технологических процессов изготовления деталей и режимов обработки;
	устройство, кинематические схемы и принцип работы металлообрабатывающих станков и станков с программным управлением, и правила их наладки;
	правила технического обслуживания и способы проверки, нормы точности станков токарной, фрезерной группы и станков с ЧПУ;

	системы программного управления станками и станочными системами;
	правила настройки и регулировки контрольно-измерительных инструментов и приборов;
	порядок применения контрольно-измерительных инструментов;
	грузоподъемное оборудование, применяемое в металлообрабатывающих цехах;
	системы программного управления станками;
	правила установки перфолент в считывающее устройство;
	способы возврата программоносителя к первому кадру;
	основные способы подготовки программы;
	порядок работы станка в автоматическом режиме и в режиме ручного управления;
	конструкцию приспособлений для установки и крепления деталей на станках с программным управлением;
	технологический процесс обработки деталей;
	причины возникновения неисправностей станков с программным управлением и способы их обнаружения и предупреждения;
	корректировку режимов резания по результатам работы станка;
	правила определения режимов резания по справочникам и паспорту станка;
	правила чтения технологической и конструкторской документации;
	обозначения на рабочих чертежах деталей допусков и посадок типовых соединений, допусков форм и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости поверхностей;
	система допусков и посадок, степеней точности; квалитеты и параметры шероховатости;
	виды дефектов поверхностей и способы их предупреждения и устранения;
	виды, конструкции, назначение, возможности и правила использования контрольно-измерительных инструментов для измерения и контроля шероховатости;
	виды, конструкции, назначение, возможности и правила использования контрольно-измерительных инструментов для измерения и контроля линейных размеров;
	виды, конструкции, назначение, возможности и правила использования контрольно-измерительных инструментов для измерения и контроля точности формы и взаимного расположения.

1.2. Количество часов на освоение программы практики:
всего – **684** часа, в том числе:
ПМ 01 – **144** часа,
ПМ 02 – **180** часов,
ПМ 03 – **180** часов,
ПМ 04 – **180** часов.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ производственной ПРАКТИКИ

2.1. Тематический план программы производственной практики

Коды профессиональных	Наименования профессиональных модулей	Всего часов	Распределение часов по семестрам		
			3 сем.	4 сем.	6 сем
1	2	3	4	5	6
ПК 1.1 –ПК 1.4	ПМ 01. Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования	144	144	-	-
ПК 2.1 –ПК 2.7	ПМ 02. Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства	180	-	-	180
ПК 3.1 –ПК 3.3	ПМ 03. Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий	180	-	-	180
ПК 4.1-ПК 4.3	ПМ 04. Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)	180	-	180	-
	Всего:	**684**	**144**	**180**	**360**

2.2. Содержание обучения по производственной практике

Наименование разделов профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК) и тем учебной практики	Содержание учебного материала		Объем часов
1	2		3
ПМ 01. Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования			**144**
Тема 1.1 Техника безопасности при работе с аддитивными установками на производстве	**Всего часов по теме**		**7**
	1.1.1	Техника безопасности на производстве с аддитивными технологиями, при работе со сканером, при предварительной работе по оцифровке изделия, при подготовке 3D сканера к работе, калибровке 3D сканера	7
Тема 1.2 Виды производственных сканеров	**Всего часов по теме**		**21**
	1.2.1	Технические характеристики, применение, принцип действия, калибровка и проверка на точность лазерного 3D-сканера, времяпролетного 3D-сканера	7
	1.2.2	Технические характеристики, применение, принцип действия, калибровка и проверка на точность триангуляционного 3D-сканера, фотограмметрической установки,	7
	1.2.3	Технические характеристики, применение, принцип действия, калибровка и проверка на точность 3D-сканера с LED подсветкой, 3D SL сканера	7
Тема 1.3 Применение программного обеспечения 3D сканеров	**Всего часов по теме**		**44**
	1.3.1	Настройка программного обеспечения	8
	1.3.2	Создание компьютерных моделей	7
	1.3.3	Технологические расчеты методов создания и корректировки компьютерных моделей	7
	1.3.4	Изучение программного обеспечения предприятия для моделирования 3D прототипов	7
	1.3.5	Изучение программного обеспечения проверки цифровой модели отсканированного объекта для печати на 3D принтере	7
	1.3.6	Создание в программном обеспечении предприятия 3D прототипа модели	8

Тема 1.4 Сканирование на производственных 3D сканерах	**Всего часов по теме**		**43**
	1.4.1	Бесконтактное сканирование лазерным 3D сканером	7
	1.4.2	Бесконтактное сканирование времяпролетным 3D сканером	7
	1.4.3	Бесконтактное сканирование триангуляционным 3D сканером	7
	1.4.4	Бесконтактное сканирование фотограмметрической установкой	7
	1.4.5	Бесконтактное сканирование 3D сканером с LED подсветкой	8
	1.4.6	Бесконтактное сканирование 3D SL сканером	7
Тема 1.5 Создание 3D модели	**Всего часов по теме**		**29**
	1.4.1	Создание детали с нуля в Autodesk Inventor. Просмотр и редактирование параметров. Создание массива отверстий. Создание элементов вращения	7
	1.4.2	Создание сечения. Проецирование вида. Нанесение осевых линий и маркеров центра. Нанесение размеров. Нанесение угловых размеров	7
	1.4.3	Подготовка 3D модели в формате SDL	7
	1.4.4	Дифференцированный зачет	8
ПМ 04. Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)			**180**
Тема 2.1 Токарная обработка металлических и неметаллических деталей		**Всего часов по теме**	**21**
	2.1.1	Инструктаж по охране труда и пожарной безопасности. Токарная обработка металлических и неметаллических деталей с применением охлаждающей жидкости, с применением различного режущего инструмента и универсальных приспособлений с соблюдением последовательности обработки и режимов резания.	7
	2.1.2	Проверка качества обработки деталей.	7
	2.1.3	Выполнение работ по наладке токарного станка	7
Тема 2.2 Фрезерная обработка металлических и неметаллических деталей	**Всего часов по теме**		**22**
	2.2.1	Инструктаж по охране труда и пожарной безопасности. Фрезерная обработка металлических и неметаллических деталей с применением охлаждающей жидкости, с применением разного режущего инструмента и универсальных приспособлений с соблюдением последовательности обработки и режимов резания.	7

	2.2.2	Проверка качества обработки деталей.	8
	2.2.3	Выполнение работ по наладке фрезерного станка	7
Тема 2.3 Сверление деталей	**Всего часов по теме**		**14**
	2.3.1	Сверление деталей на сверлильном станке.	7
	2.3.2	Проверка качества обработки деталей	7
Тема 2.4 Шлифование деталей	**Всего часов по теме**		**15**
	2.4.1	Шлифование деталей на шлифовальном станке.	7
	2.4.2	Проверка качества обработки деталей	8
Тема 2.5 Разработка управляющих программ для обработки деталей на токарных станках с ПУ	**Всего часов по теме**		**14**
	2.5.1	Разработка управляющих программ с применением систем автоматического программирования и CAD/CAM систем для обработки деталей на токарных станках с ПУ	7
	2.5.2	Выполнение программирования с пульта управления на токарных станках для обработки деталей	7
Тема 2.6 Разработка управляющих программ для обработки деталей на фрезерных станках с ПУ	**Всего часов по теме**		**14**
	2.6.1	Разработка управляющих программ с применением систем автоматического программирования и CAD/CAM систем для обработки деталей на фрезерных станках с ПУ.	7
	2.6.2	Выполнение программирования с пульта управления на токарных станках для обработки деталей	7
Тема 2.7 Разработка управляющих программ для обработки деталей на сверлильно-фрезерных станках с ПУ	**Всего часов по теме**		**8**
	2.7.1	Разработка управляющих программ с применением систем автоматического программирования и CAD/CAM систем для обработки деталей на сверлильно-фрезерных станках с ЧПУ	8
Тема 2.8 Рабочее место оператора токарного станка с ПУ	**Всего часов по теме**		**21**
	2.8.1	Выполнение подготовительных работ и обслуживание рабочего места оператора токарного станка с программным управлением.	7

	2.8.2	Обработка и доводка деталей, заготовок и инструментов на токарных станках с программным управлением.	7
	2.8.3	Контроль качества	7
Тема 2.9 Рабочее место оператора фрезерного станка с ПУ	**Всего часов по теме**		**22**
	2.9.1	Выполнение подготовительных работ и обслуживание рабочего места оператора фрезерного станка с программным управлением.	7
	2.9.2	Обработка и доводка деталей, заготовок и инструментов на фрезерных станках с программным управлением.	8
	2.9.3	Контроль качества	7
Тема 2.10 Обработка деталей на шлифовальных станках с ПУ	**Всего часов по теме**		**7**
	2.10.1	Наладка и подналадка шлифовальных станков с программным управлением, осуществление обработки деталей	7
Тема 2.11 Техническое обслуживание станков с ПУ	**Всего часов по теме**		**22**
	2.11.1	Техническое обслуживание станков с ПУ	14
	2.11.2	Комплексный дифференцированный зачет по ПМ 01, ПМ 02, ПМ 03	8
ПМ 02. Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства			**180**
Тема 3.1 Основы производства изделий с использованием аддитивных технологий		**Всего часов по теме**	**21**
	3.1.1	Проверка и подготовка оборудования к работе. Послойное построение изделий	7
	3.1.2	Удаление поддержек и другие постпроцессы на изготовленных прототипах	7
	3.1.3	Изучение основных операций быстрого прототипирования	7
Тема 3.2 Проектирование конструкции изделия аддитивного производства		**Всего часов по теме**	**15**
	3.2.1	Анализ документации на проектирование изделия аддитивного производства	7
	3.2.2	Применение конструкторских систем автоматизированного проектирования для моделирования конструктивных решений и структурно-компоновочных вариантов изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий	8
Тема 3.3.		**Всего часов по теме**	**28**

Проектирование технологической оснастки для аддитивного производства	3.3.1	Применение конструкторских систем автоматизированного проектирования для моделирования конструктивных решений и структурно-компоновочных вариантов технологической оснастки	7
	3.3.2	Создание чертежей технологической оснастки с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования	7
	3.3.3	Выбор способа формообразования изделия методами аддитивных технологий с использованием оборудования	7
	3.3.4	Разработка необходимой технологической оснастки при помощи средств автоматизированного проектирования	7
Тема 3.4. Эксплуатация установок для аддитивного производства	**Всего часов по теме**		**29**
	3.4.1	Изучение расходных материалов для аддитивного производства	8
	3.4.2	Загрузка файла используемого формата на изделие в автоматизированную систему управления машиной аддитивного производства	7
	3.4.3	Произведение в файле используемого формата при помощи вычислительных средств технологического оборудования аддитивного производства исправление размеров, позиционирование и ориентацию для изготовления несложного изделия	7
	3.4.4	Настройка при помощи системы автоматизированного управления технологическое оборудование аддитивного производства с учетом конструкции, материала и технологии изготовления несложного изделия	7
Тема 3.5. Разработка технологической документации на процессы изготовления изделий на оборудовании аддитивного производства	**Всего часов по теме**		**15**
	3.5.1	Оформление при помощи вычислительной техники и прикладных программ технологической документации на процессы изготовления изделия аддитивного производства	7
	3.5.2	Оформление при помощи вычислительных средств и прикладных программ технологических карт последующей обработки изделия аддитивного производства	8
Тема 3.6. Финишная обработка и контроль качества готовых изделий	**Всего часов по теме**		**43**
	3.6.1	Изучение инструментовки, основанной на моделях прототипирования	7
	3.6.2	Работа с моделями, изготовленными на аддитивных установках	7
	3.6.3	Проверка документации изделия на соответствие стандартам	7

	3.6.4	Контроль качества при производстве изделий с использованием аддитивных технологий	7
	3.6.5	Анализ результатов изготовления изделий аддитивного производства	8
	3.6.6	Уточнение технологических параметров изготовления изделия аддитивного производства	7
Тема 3.7. Систематизация и цифровизация данных о фактическом уровне качества изделий аддитивных производств	**Всего часов по теме**		**29**
	3.7.1	Применение методики испытаний на прочность изделий аддитивного производства	7
	3.7.2	Применение в отношении изделий аддитивного производства методов неразрушающего контроля: оптического, теплового, рентгеновского, ультразвукового, компьютерной томографии	7
	3.7.3	Использование компьютерно-измерительных систем для контроля параметров технологии изготовления изделий аддитивного производства	7
	3.7.4	Дифференцированный зачет	8
ПМ 03. Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий			**180**
Тема 4.1. Базирование изделий	**Всего часов по теме**		**28**
	4.1.1	Анализ исходных данных	7
	4.1.2	Составление рабочего чертежа детали	14
	4.1.3	Выбор технологических баз изделий	7
Тема 4.2. Последовательность проектирования технологического процесса	**Всего часов по теме**		**44**
	4.2.1	Определение технологичности изделия	8
	4.2.2	Определение методов изготовления изделия	7
	4.2.3	Подбор измерительного инструмента	7
	4.2.4	Составление управляющей программы для операций аддитивного производства	22
Тема 4.3. Оформление документов на	**Всего часов по теме**		**72**
	4.3.1	Оформление технологического процесса в CAPP	14

технологические процессы	4.3.2	Выбор технологических баз изделия	14
	4.3.3	Оформление технологических операций в CAPP	15
	4.3.4	Оформление маршрута изготовления изделия в CAPP	14
	4.3.5	Оформление карт эскизов в CAPP	15
Тема 4.4. Техническое нормирование	**Всего часов по теме**		**36**
	4.1.1	Расчет параметров изготовления изделий на аддитивной установке	14
	4.1.2	Расчет затрат рабочего времени	7
	4.1.3	Расчет штучного времени	7
	4.1.10	Дифференцированный зачет	8
		ВСЕГО УП	**639**

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Производственную практику обучающиеся проходят на предприятиях и других организациях, имеющих в своем составе службы или подразделения, выполняющие металлообработку, на основе прямых договоров, заключаемых между образовательным учреждением и каждым предприятием/организацией, куда направляются обучающиеся.

Во время прохождения производственной практики на предприятии обучающиеся выполняют учебные и производственные задания, выдаваемые руководителями практики, ведут дневник и собирают практический материал для отчета.

Предприятие, предоставляющее место практики, назначает руководителя практики из числа своих работников, обладающих необходимой квалификацией. Руководитель практики от предприятия должен осуществлять технический контроль, прием и учет выполненных работ, периодически проводить проверку знаний учащихся по правилам техники безопасности (ТБ) и эксплуатации станков, не допускать использования обучающихся на работах, не предусмотренных программой, консультировать по возникающим вопросам и предоставлять информацию для составления отчета по практике.

Контроль прохождения обучающимися производственной практики ведется мастером производственного обучения колледжа. По окончании практики проверяется дневник, отчет по практике, выполнение индивидуального задания и оценивается работа обучающегося.

Проверка знаний, умений и навыков по окончании производственной практики проводится в виде дифференцированного зачета, после производственной практики проверяется дневник практики, производственная характеристика, отчет о практике и осуществляется защита индивидуального задания.

Формой промежуточной аттестации по производственной практике является дифференцированный зачет по каждому профессиональному модулю.

3.2. Информационное обеспечение обучения

Основные печатные издания

3. Зубарев, Ю. М. Процессы обработки и инструмент для формообразования поверхностей деталей : учебник для спо / Ю. М. Зубарев, В. П. Максименко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 152 с. — ISBN 978-5-8114-8890-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/183093;

4. Каменев, С. В. Технологии аддитивного производства : учебное пособие для СПО / С. В. Каменев, К. С. Романенко. — Саратов : Профобразование, 2020. — 144 с. — ISBN 978-5-4488-0564-6. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROFобразование : [сайт]. — URL: https://profspo.ru/books/92180;

3. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. CAD : учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 220 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-12484-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/541923

4. Копылов, Ю. Р. Компьютерные технологии в машиностроении. Практикум / Ю. Р. Копылов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 500 с. — ISBN 978-5-507-48772-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/362315 (дата обращения: 15.03.2024). — Режим доступа: для авториз.

5. Сурина Е.С. Разработка управляющих программ для системы ЧПУ: уч. Пособие для СПО.- 2-е изд., стер. – Санкт- Петербург: Лань, 2021.- 268с.

3.3. Общие требования к организации образовательного процесса производственной практики

Производственная практика проводится в сроки, указанные в учебном плане по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии со сроком обучения 2 года 10 месяцев.

Производственная практика проводится концентрированно в рамках каждого профессионального модуля. Условием допуска обучающихся к производственной практике является освоенная учебная практика.

Базами проведения производственной практики являются организации, учреждения и предприятия, имеющие структурные подразделения, соответствующие профилю профессиональной деятельности обучающихся-практикантов, с которыми колледж заключил двусторонний договор, возможно прохождение практики обучающимися в структурных подразделениях учебного заведения.

Направление обучающихся на практику производится на основе приказа по учебному заведению.

Перед началом практики мастер производственного обучения проводит организационное собрание, на котором обучающиеся получают разъяснения по прохождению практики, выполнению индивидуальных заданий, а также необходимых документов (дневник практики, программу практики, индивидуальное задание).

Руководство производственной практикой осуществляется с двух сторон:

- со стороны колледжа руководителями практики являются мастера производственного обучения,
- со стороны принимающей организации – квалифицированными специалистами, назначенными руководителем организации приказом.

С момента зачисления обучающихся на производственную практику на них распространяются правила охраны труда и правила внутреннего распорядка, действующего в организации.

Продолжительность рабочего дня обучающихся: при прохождении производственной практики для обучающихся в возрасте от 16 до 18 лет – не более 36 часов в неделю (ст.43 ТК РФ); в возрасте от 18 и старше – не более 40 часов в неделю (ст.42 ТК РФ).

3.4. Кадровое обеспечение производственной практики

Реализация образовательной программы обеспечивается педагогическими работниками образовательной организации, а также лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на условиях гражданско-правового договора, в том числе из числа руководителей и работников организаций, направление деятельности которых соответствует области профессиональной деятельности настоящего ФГОС СПО (имеющих стаж работы в данной профессиональной области не менее 3 лет).

Квалификация педагогических работников образовательной организации должна отвечать квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках, и (или) профессиональных стандартах (при наличии).

Педагогические работники, привлекаемые к реализации образовательной программы, должны получать дополнительное профессиональное образование по программам повышения квалификации, в том числе в форме стажировки в организациях направление деятельности которых соответствует области профессиональной деятельности настоящего ФГОС СПО, не реже 1 раза в 3 года с учетом расширения спектра профессиональных компетенций.

Доля педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), обеспечивающих освоение обучающимися профессиональных модулей, имеющих опыт деятельности не менее 3 лет в организациях, направление деятельности которых соответствует области профессиональной деятельности настоящего ФГОС СПО, в общем числе

педагогических работников, реализующих образовательную программу, должна быть не менее 25 процентов.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

Результаты (освоенные профессиональные компетенции)	**Формы и методы контроля и оценки**
ПК 1.1 Применять средства бесконтактной оцифровки и ручные измерительные инструменты для разработки электронной модели изделия, входного и выходного контроля изделия	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе производственной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по производственной практике.
ПК 1.2 Разрабатывать и корректировать с помощью систем автоматизированного проектирования трехмерные электронные модели изделий	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе производственной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по производственной практике.
ПК 1.3 Производить обратное проектирование (реверсивный инжиниринг) изделий на основе данных бесконтактной оцифровки и/или данных, снятых вручную	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе производственной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по производственной практике.
ПК 1.4 Создавать чертежи для целей разработки электронной модели изделия и на основе электронной модели изделия	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе производственной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по производственной практике.
ПК 2.1 Проводить входной контроль исходного сырья	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе производственной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по производственной практике.
ПК 2.2 Запускать технологический процесс при производстве изделий на аддитивных установках	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе производственной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по производственной практике.
ПК 2.3 Организовывать работу и обеспечивать технологический процесс на участках с аддитивными установками	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе производственной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по производственной практике.
ПК 2.4 Контролировать функционирование аддитивной установки, регулировать её элементы, корректировать параметры работы	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе производственной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по производственной практике.
ПК 2.5 Выявлять дефекты, проводить	Дифференцированный зачет.

доводку и финишную обработку изделий, созданных на аддитивных установках, с применением технологического оборудования и ручных инструментов	Наблюдение в процессе производственной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по производственной практике.
ПК 2.6 Диагностировать неисправности аддитивных установок	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе производственной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по производственной практике.
ПК 2.7 Выполнять операции технического обслуживания аддитивных установок	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе производственной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по производственной практике.
ПК 3.1 Разрабатывать маршрутный технологический процесс на участках аддитивного производства	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе производственной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по производственной практике.
ПК 3.2 Проектировать операции аддитивного производства, генерировать и корректировать управляющие программы аддитивных установок	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе производственной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по производственной практике.
ПК 3.3 Проводить анализ конструкторской документации с целью повышения технологичности применительно к аддитивным технологиям	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе производственной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по производственной практике.
ПК 4.1 Выполнять обработку заготовок, деталей на сверлильных, токарных, фрезерных станках, станках с программным управлением с использованием пульта управления	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе производственной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по производственной практике.
ПК 4.2 Осуществлять наладку обслуживаемых станков	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе производственной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по производственной практике.
ПК 4.3 Проверять качество обработки деталей	Дифференцированный зачет. Наблюдение в процессе производственной практики. Экспертная оценка выполнения заданий по производственной практике.

Приложение 1.1
к рабочим программам по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ МОДУЛЯМ

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. **МДК 01.01. Методы создания и корректировки электронных моделей**
2. **МДК 01.02. Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование**
3. **МДК 02.01. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий**
4. **МДК 02.02. Ведение технологического процесса на аддитивных установках**
5. **МДК 02.03 Техническое обслуживание аддитивных установок**
6. **МДК. 02.04. Методы финишной обработки и контроля качества готовых изделий**
7. **МДК 03.01. Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок**
8. **МДК 04.01. Технология изготовление деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса**

Приложение 1.1. (01.01)
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ

«ПМ.01 Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования»

МДК 01.01. Методы создания и корректировки электронных моделей

2025

Методические рекомендации по выполнению практических работ разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее ФГОС) и в соответствии с рабочей программой по МДК.01.01 Методы создания и корректировки электронных моделей (ПМ.01 Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования) для специальности среднего профессионального образования (далее СПО) **15.02.09 Аддитивные технологии**.

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Ринейская Я.В., - преподаватель СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Пояснительная записка

Методические рекомендации по выполнению практических занятий составлены в соответствии с рабочими программами по профессиональному модулю «ПМ.01 Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования» МДК 01.01. Методы создания и корректировки электронных моделей для профессии 15.02.09 Аддитивные технологии.

Выполнение практических занятий по профессиональному циклу для профессии 15.02.09 Аддитивные технологии является одним из важнейших условий реализации основной профессиональной образовательной программы.

Целью выполняемых работ является получение умений и знаний, которые необходимы обучающемуся для овладения им соответствующего вида профессиональной деятельности.

При выполнении практических работ основными задачами являются:

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;

2) выработка практических навыков самостоятельной работы;

3) подготовка обучающихся к будущей практической работе.

Содержание

№ пр. занятия	Название практической работы	Стр.
1.	История развития технологий печати. Формирование объемных моделей. Программные средства для работы с 3D моделями.	5
2.	Компьютерное моделирование. Особенности компьютерного моделирования.	7
3.	Выбор метода создания математической модели. Сравнение различных моделей по классификации	9
4.	Методы исследования сложных систем. Метод имитационного моделирования. Аппаратно-программное моделирование.	17
5.	Представление о возможностях CAD/CAM систем. Принципы построения 3D моделей, параметризация, виды и способы привязок, система координат, базовые элементы построения модели.	25
6	Классификация САПР. Назначение, термины и определения.	31
7.	Fusion 360 и Fusion Team Создание проектов. Основные понятия компьютерной среды «Fusion 360». Настройка системы	37
8.	Среда работы с листовым металлом.	39
9.	Список литературы	42

Практическое занятие
История развития технологий печати. Формирование объемных моделей. Программные средства для работы с 3D моделями. Цели и задачи создания и корректировки компьютерных моделей

Цель: Познакомиться с историей развития технологий печати. Узнать принципы формирование объемных моделей. Структурировать по принципу работы программные средства для работы с 3d моделями

Необходимое оборудование: ПК, доступ к Интернет.

Теоретический материал.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕЧАТИ. ФОРМИРОВАНИЕ ОБЪЕМНЫХ МОДЕЛЕЙ. ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ РАБОТЫ С 3D МОДЕЛЯМИ.

1.1 ТЕХНОЛОГИИ 3D ПЕЧАТИ

Существуют различные технологии трёхмерной печати. Разница между ними заключается в способе наложения слоёв изделия.

Наиболее распространенными являются SLS (селективное лазерное сплетение), HPM (наложение слоев расплавленных материалов) и SLA (стереолитиография).

Наиболее широкое распространение благодаря высокой скорости построения объектов получила технология стереолитографии или SLA.

Технология SLA

Технология работает так: лазерный луч направляется на фотополимер, после чего материал затвердевает.

В качестве фотополимера используется полупрозрачный материал, который деформируется под действием атмосферной влаги.

После отвердевания он легко поддаётся склеиванию, механической обработке и окрашиванию. Рабочий стол (элеватор) находится в ёмкости с фотополимером. После прохождения через полимер лазерного луча и отвердения слоя рабочая поверхность стола смещается вниз.

Технология SLS

Спекание порошковых реагентов под действием лазерного луча – оно же SLS — единственная технология 3D печати, которая применяется при изготовлении форм, как для металлического, так и пластмассового литья.

Пластмассовые модели обладают отличными механическими качествами, благодаря которым они могут использоваться для изготовления полнофункциональных изделий. В SLS технологии используются материалы, близкие по свойствам к маркам конечного продукта: керамика, порошковый пластик, металл.

Устройство 3d принтера выглядит следующим образом: порошковые вещества наносятся на поверхность элеватора и спекаются под действием лазерного луча в твёрдый слой, соответствующий параметрам модели и определяющий её форму.

Технология DLP

Технология DLP – новичок на рынке трехмерной печати. Стереолитографические печатные аппараты сегодня позиционируются, как основная альтернатива FDM оборудованию. Принтеры данного типа используют технологию цифровой обработки светом. Многие задаются вопросом, чем печатает 3d принтер данного образца?

Вместо пластиковой нити и нагревающей головки для создания трехмерных фигур используются фотополимерные смолы и DLP-проектор.

Впервые услышав про DLP 3d принтер, что это такое – вполне резонный вопрос. Несмотря на замысловатое название, устройство почти не отличается от других настольных печатных аппаратов. К слову, его

Разработчики, в лице компании

QSQM Technology Corporation, уже запустили в серию первые образцы высокотехнологичного оборудования.

Технология EBM

Стоит отметить, технологии SLS/DMLS – далеко не единственные в области печати металлом. В настоящее время для создания металлических трехмерных объектов широко используется электронно-лучевая плавка. Лабораторные исследования показали, что использование металлической проволоки для послойного наплавления при изготовлении высокоточных деталей малоэффективно, поэтому инженеры разработали специальный материал – металлоглину.

Металлическая глина, использующаяся в качестве чернил во время электронно-лучевой плавки, изготавливается из смеси органического клея, металлической стружки и определенного количества воды. Для того чтобы превратить чернило в твердый объект, его нужно нагреть до температуры, при которой клей и вода выгорят, а стружка сплавится между собой в монолит.

Примечательно, что данный принцип также используется при работе с SLS принтерами. Но в отличие от них, EBM-аппараты генерируют для плавки металлоглины направленные электронные импульсы вместо лазерного луча. Нужно сказать, что данный метод обеспечивает высокое качество печати и отличную прорисовку мелких деталей.

На сегодняшний день продаются только промышленные принтеры, использующие EBM технологию.

Технология HPM (FDM) HPM

Даёт возможность создавать не только модели, но и конечные детали из стандартных, конструкционных и высокоэффективных термопластиков. Это единственная технология, использующая термопластики производственного класса, обеспечивающие не имеющую аналогов механическую, термическую и химическую прочность деталей.

Печать по технологии HPM выгодно отличается чистотой, простотой использования и пригодностью для применения в офисе. Детали из термопластика устойчивы к высоким температурам, механическим нагрузкам, различным химическим реагентам, влажной или сухой среде.

Растворимые вспомогательные материалы позволяют создавать сложные многоуровневые формы, полости и отверстия, которые было бы проблематично получить обычными методами. 3D-принтеры, действующие по технологии HPM, создают детали слой за слоем, разогревая материал до полужидкого состояния и выдавливая его в соответствии созданными на компьютере путями.

Для печати по технологии HPM используется два различных материала — из одного (основного) будет состоять готовая деталь, и вспомогательного, который используется для поддержки. Нити обоих материалов подаются из отсеков 3D-принтера в печатающую головку, которая передвигается зависимости от изменения координат X и Y, и наплавляет материал, создавая текущий слой, пока основание не переместится вниз и не начнется следующий слой.

Когда 3D-принтер завершит создание детали, остаётся отделить вспомогательный материал механически, или растворить его моющим средством, после чего изделие готово к использованию.

Как и технологии, отличаются друг от друга и сами принтеры. Если у вас принтер, работающий по SLA, то технологию SLS на нём применить будет невозможно, т. Е. Каждый принтер создан только под определённую технологию печати.

Задание.
Составить сравнительную таблицу по существующим технологиям печати.

Технология	Преимущества	Недостатки

Сдайте работу преподавателю.

Практическое занятие
Компьютерное моделирование. Особенности компьютерного моделирования

Цель: продемонстрировать учащимся разнообразие применения моделей в реальной практике.

Оснащение кабинета: ПК, методические указания к лабораторной работе, установочные диски.

Теоретический материал.

Моделирование - метод познания, состоящий в создании и исследовании моделей. ***Модель*** – это некий новый объект, который отражает некоторые существенные свойства изучаемого явления или процесса

Причины, по которым используют построение модели:

1. В реальном времени оригинал уже не существует или его нет в действительности. Теория вымирания динозавров.
2. Объект имеет много свойств. Чтобы изучить одно свойство, отказываются от менее существенных.
3. Объект очень велик, очень мал

• Глобус, модель Солнечной системы, модель атома

4. Процесс протекает очень быстро или очень медленно

• Модель двигателя внутреннего сгорания, геологическая модель

5. Исследование объекта может привести к разрушению

• Модель самолета, автомобиля

Один и тот же объект может иметь множество моделей, а разные объекты могут описываться одной моделью

Человек: (реальный объект – оригинал) **Модели:**

• Кукла
• Манекен
• Скелет
• Скульптура **Признаки классификации моделей.**

1. По области использования;

• Учебные
• Опытные
• Научно-технические
• Игровые
• Имитационные

2. С учетом временного фактора;

• Статические (описывают состояние системы в момент времени)
• Динамические (описывают процессы изменения и развития систем)

3. По способу представления моделей.

• Материальные (Отражают геометрические и физические свойства объекта (макеты, игрушки, опыты)
• Информационные (Строятся на информации)

Информационная модель - описание реального объекта (процесса, явления) на одном из языков (разговорным или формальном).

Формы представления информационных моделей:

1. Словесные модели (устные и письменные описания, с использованием иллюстраций)
2. Математические модели (формулы, отражающие связь различных параметров объектов и процессов)
3. Геометрические модели (графические формы и объемные конструкции)
4. Структурные модели (схемы, графики, таблицы)

5. Логические модели (выбор действий на основе умозаключений и анализе условий)
6. Специальные модели (ноты, химические формулы)

Процесс описания объекта с помощью языков называется Формализацией. Формализация – замена реального объекта его информационной моделью.

Задача1.

Вставьте пропущенные слова, выбрав их из предложенного ниже списка.

Химическое взаимодействие веществ на молекулярном уровне моделируется (1). Узнать незнакомого человека можно по (2) его внешности, которое можно рассматривать как модель внешности человека.

В кабинете биологии часто используются (3) фруктов и овощей, чтобы наглядно продемонстрировать особенности их сортов.

Моделью, образцом сборки какого-нибудь прибора является сборочный (4).

Чтобы сделать наглядными предложения архитекторов по застройке района, строится (5) в определенном масштабе, который является моделью застройки.

Модель движения поездов по железнодорожной станции, предназначенная для пассажиров, - это (6) расписания.

Прежде чем приступить к решению какой-либо сложной задачи, нужно продумать(7), т.е. Смоделировать процесс решения.

Чтобы объяснить, как работает какое-то устройство, лучше нарисовать(8) его функционирования.

Слова для вставки (падеж не учитывается)

- Муляж;
- Макет;
- Таблица;
- Химическая формула;
- Словесное описание;
- Схема;
- Чертеж;
- План действий.

Задание 2. Заполните таблицу:

Объект	Человек	Земля	Автомобиль
Модели			

Задание 3. Ниже приведены некоторые виды моделей, с которыми человеку нередко приходится иметь дело. Укажите у каждой модели к какому виду она относится.

1. План местности
2. Формула химического вещества
3. Литературная повесть
4. Формула равноускоренного движения
5. Классный журнал
6. Железнодорожное расписание движения поездов
7. Электрическая схема

8. Второй закон Ньютона
9. Прямоугольный параллелепипед.

Задача 4.

Объясните, что подразумевается под словом «модель» в приведенных ниже фразах.

О каких моделях – вещественных, воображаемых или информационных – в них едет речь?

1. Модель метра находится в Париже в Палате мер и весов и представляет собой платиноиридиевый эталон (первоначально считалось, что длина эталона равна 1/40000000 доле Парижского меридиана).
2. Формула S=Vt является математической моделью отношений между скоростью тела, временем его движения и пройденным им путем.

Свойства реальных газов можно изучать на модели идеального газа в которой молекулы мыслятся как упругие шарики, равномерно распределенные по всему заданному ограниченному пространству

Контрольные вопросы:

1. Что такое модель?
2. Что такое моделирование?
3. По каким признакам можно классифицировать модели?
4. Приведите примеры учебных моделей.
5. Что такое материальные модели?
6. Что такое информационная модель?

Оформление отчета

1. Тема, цель
2. Краткое описание хода работы
3. Ответы на контрольные вопросы

4. Вывод по работе.

Сдайте работу преподавателю

Практическое занятие
Выбор метода создания математической модели. Сравнение различных моделей по классификации

Цель: научить различать типы информационных моделей. Продемонстрировать учащимся разнообразие применения математических моделей в реальной практике.

Оснащение кабинета: ПК, методические указания к лабораторной работе.

Ход работы:

1. Прочитайте общие указания.

2.Решите задачи.

3. Ответьте на контрольные вопросы.

Общие указания

Модель - это некий новый объект, который отражает существенные особенности изучаемого объекта, явления или процесса.

Классификация по области использования: учебные модели, опытные модели, научно-технические модели, игровые модели, имитационные модели.

Классификация с учетом фактора времени и области использования: статические модели, динамические модели, биологические, исторические, физические и т.д. ***Классификация по способу представления: материальные и информационные***. В свою очередь информационные модели имеют следующую структуру: знаковые, компьютерные, некомпьютерные, вербальные.

Информационная модель - совокупность информации, характеризующая свойства и состояния объекта, процесса, явления, а также взаимосвязь с внешним миром. Знаковые информационные модели:

В табличной модели перечень однотипных объектов или свойств размещены в первом столбце (или строке) таблицы, а значения их свойств размещаются в следующих столбцах (или строках) таблицы.

Таблица типа "объект-свойство": в одной строке содержится информация об одном объекте или одном событии.

Таблица типа "объект-объект": отражают взаимосвязи между разными объектами. **Таблица типа "двойная матрица":** отражают качественный характер связи между объектами.

Примеры.

Таблица типа "объект-свойство"

Дата	осадки	темп
15.03	снег	- 15
16.03	дождь	- 20

Таблица типа "объект-объект"

Ученик	Русский	Алгебра
Иванов	4	4
Сидоров	5	3

Таблица типа "двойная матрица"

	1	2
1	1	2
2	2	4

Граф - это средство для наглядного представления состава и структуры системы

Иерархическая модель - система, элементы которой находятся друг с другом в отношении вложенности или подчиненности.

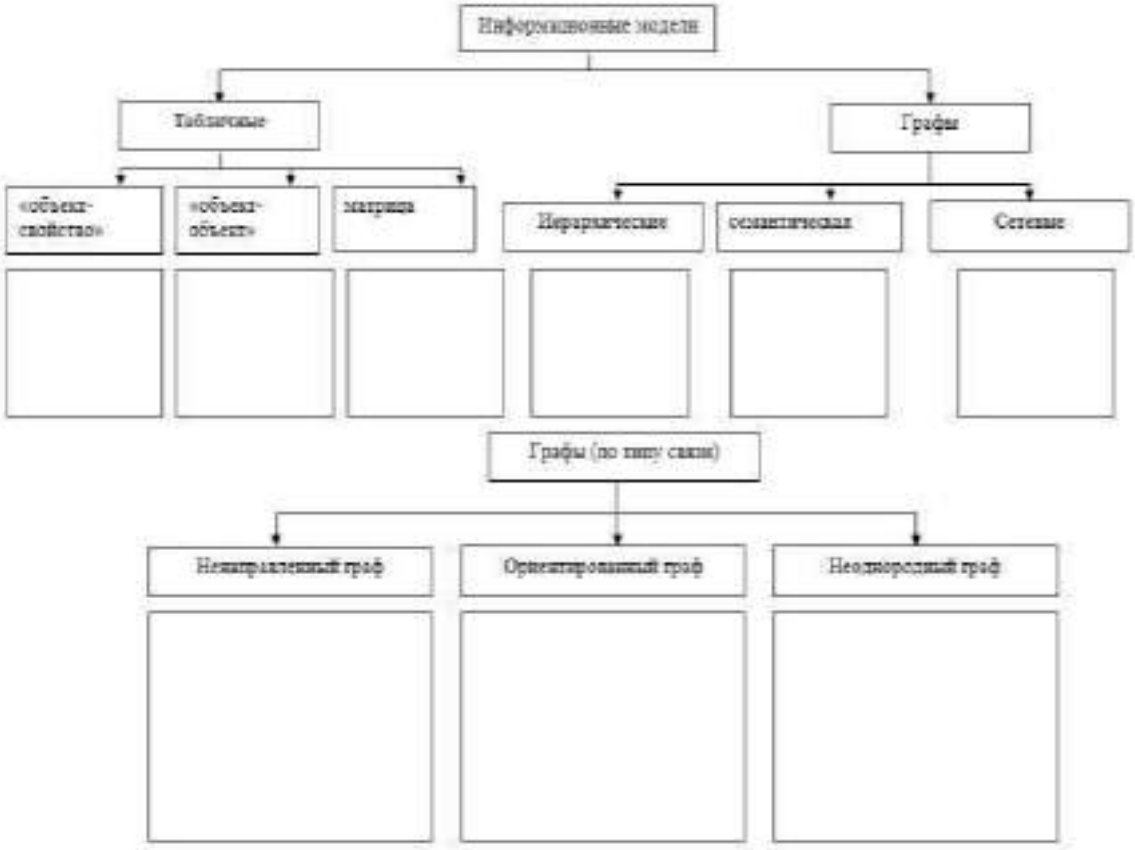
Иерархическая модель - граф, в которой вершины верхнего уровня связаны с вершинами нижнего уровня как "один ко многим" *Пример: весь животный мир*

Сетевая модель - граф, в которой вершины различных уровней связаны между собой по принципу "многие ко многим" Пример: Интернет

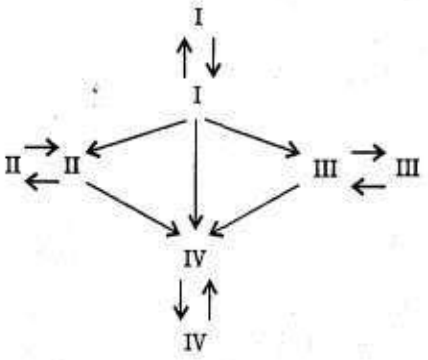
Семантическая модель - модель знаний в форме графа, в основе которой лежит идея о том, что любые знания можно представить в виде совокупности объектов (понятий) и связей (отношений) между ними.

Задача 1.

Распределите карточки с моделями по следующей схеме:

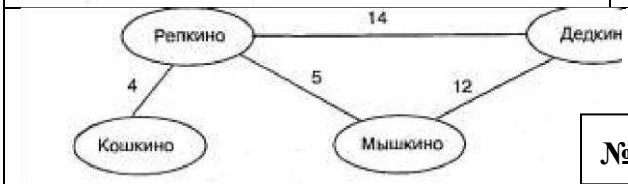

Информационные модели
Табличные
Графы
«объект-свойство»
«объект-объект»
матрица
Иерархическая
семантическая
Сетевые
Графы (по типу связи)
Неориентированный граф
Ориентированный граф
Неоднородный граф

Карточки с моделями:

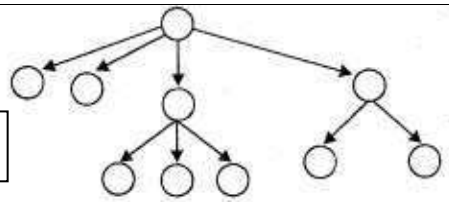


№1

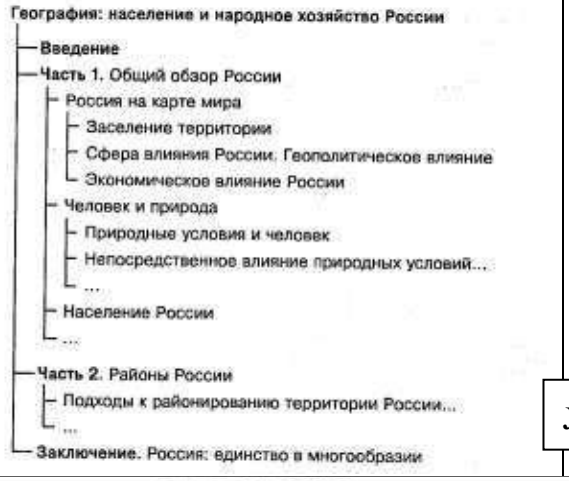
№2



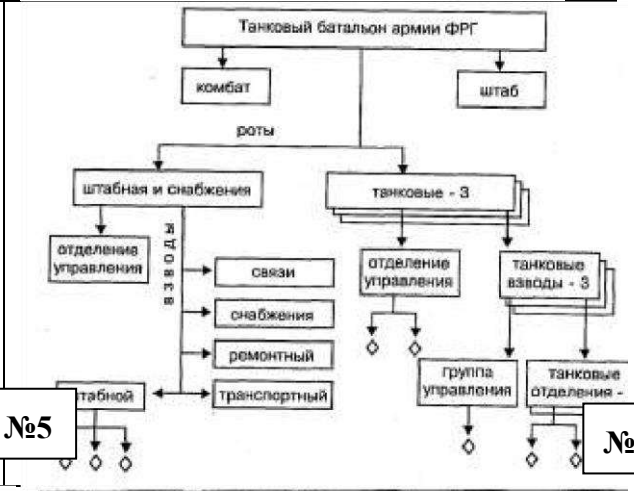
№3



№4



№5



№6

№6

Свойство	Кот	Сова	Человек	Уж	Анаконда	Электр
Передвигается на двух ногах	–	+	+	–	–	–
Покрыто перьями	–	+	–	–	–	–
Ловит мышей	+	+	–	+	–	–
Глаза горят	+	+	–	–	+	+
Умеет втягивать когти	+	–	–	–	–	–

№8

Член семьи	Имя	Отчество	Год рождения	Место работы
Мама	Ольга	Игоревна	1960	Университ
Папа	Иван	Петрович	1958	»
Я	Петр	Иванович	1989	школа 10
Любимая черепаха	Тортя	...	...	–

№9

Товар	Цена, руб.	Понедельник		Вторник		Среда	
		Кол-во	Ст-ть, руб.	Кол-во	Ст-ть, руб.	Кол-во	Ст-ть, руб.
Масло	24	1 кг	24	0	0	1 кг	2
Сыр	22	1 кг	22	1 кг	22	0	
Яблоки	5	3 кг	15	2 кг	10	0	
Кефир	4	0	0	4 бут.	16	2 бут.	
Творог	5	0	0	2 кг	10	3 кг	1

№10

№11

Государство		Год		
		1995	1996	1997
Германия	Добыча нефти			
	Добыча газа			
Франция	Добыча нефти			
	Добыча газа			

№12

Ученик	Год рождения	Рост (см)	Вес (кг
Иванов Петя			
Петров Ваня			
Рыжиков Коля			

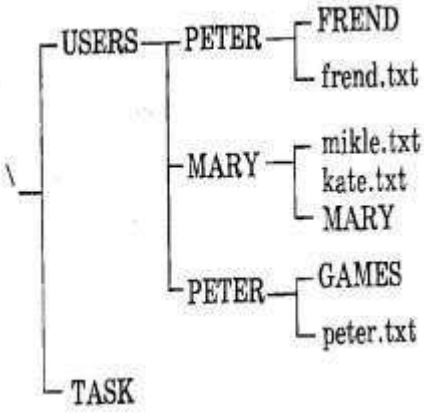
№13

Человечек	Капуста, кг	Морковь, кг	Огурцы, кг	Лук, кг
Незнайка	40	15	10	18
Торопыжка	50	25	12	2
Кнопочка	30	30	20	5

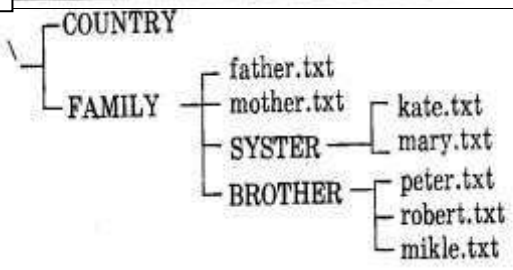
№14

Фамилия	Предмет		
	Русский язык	Математика	Природоведение
Иванов Петя			
Петров Ваня			
Рыжиков Коля			
Симонова Оксана			

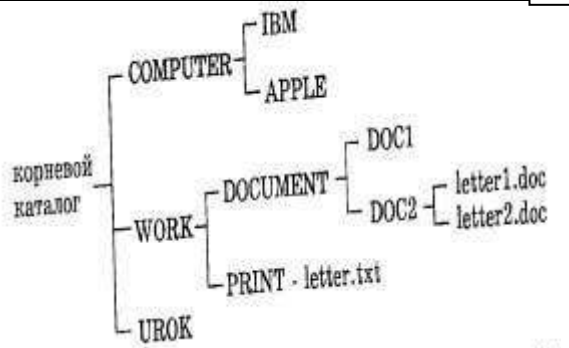
№15



№16



№17



№18

№ варианта	номера заданий		
	1	2	3
1	1450	-1450	F67D
2	1341	-1341	F7AA
3	1983	-1983	F6D7
4	1305	-1305	F700
5	1984	-1984	F7CB
6	1453	-1453	F967
7	1833	-1833	F83F
8	2331	-2331	F6E5
9	1985	-1985	F8D7
10	1689	-1689	FA53
11	2101	-2101	F840
12	2304	-2304	FAE7
13	2345	-2345	F841
14	2134	-2134	FAC3
15	2435	-2135	FA56

Задача 2.

Приведите примеры различных форм информационных моделей

Задача 3

Творческое задание*. Разработайте мультимедийную модель физического процесса (по выбору учащегося).

Этапы	Краткое описание
1 Этап. Постановка задачи.	Задача - это некоторая проблема, которую необходимо решить.
- описание задачи	Проблема формулируется на обычном языке и описание должно быть понятным. Главное определить объект моделирования и представить результат. Все задачи по характеру постановки делятся на две группы: Первая группа- задачи, в которых требуются исследовать изменение характеристик объекта в данном диапазоне с некоторым шагом или исследовать, как изменятся характеристики объекта при некотором воздействии на него. Постановка такой задачи звучит "Что будет, если:?". Вторая группа- задачи, в которых необходимо выяснить, какое надо произвести действие на объект, чтобы его параметры удовлетворяли некоторому заданному условию. Постановка такой задачи звучит "Как сделать чтобы:?".
- цель моделирования	Цель показывает, для чего необходимо создать модель. Цели моделирования менялись в ходе развития человеческого общества.
- анализ объекта	Анализ объекта подразумевает четкое выделение моделируемого объекта и его основных свойств. Этот процесс называется системным анализом и мы его рассматривали.
2 Этап. Разработка модели.	После того, как выполнен системный анализ объекта, можно приступать к построению его информационной модели.
- информационная модель	Одним из основных действий при построении информационной модели является сбор различной информации об объекте. В зависимости, от того с какой целью исследуется объект, какими средствами и знаниями обладает человек, будет получена разная по объему и содержания информация.
- математическая (знаковая) модель	Когда мы определились с объектом и содержанием данных, необходимых для построения информационной модели, а также определили все связи между компонентами объекта, можно представить информационную модель в знаковой форме.
- компьютерная модель	При построении компьютерной модели необходимо правильно выбрать программную среду. Тогда легко можно преобразовать знаковую информационную модель в компьютерную и провести эксперимент.
3 Этап. Компьютерный эксперимент	После того, как модель создана, необходимо выяснить ее работоспособность или внедрить в производство. Для этого нужно провести эксперимент. До появления компьютеров все эксперименты прово-

План моделирования Технологии моделирования	дились либо в лабораторных условиях, либо на настоящем образце изделия. При этом натуральные и лабораторные эксперименты требовали больших затрат средств и времени. С развитием вычислительной техники появился новый метод исследования - компьютерный эксперимент. Он основан на тестирование модели. Тестирование- процесс проверки правильности построения и функционирования модели. Тест- набор исходных данных, для которых результат известен заранее.
4 Этап. **Анализ результата моделирования.** Результаты соответствуют цели Результаты не соответствуют цели	Конечный этап моделирования - принятие решения. Этот этап решающий - либо вы заканчиваете исследование, либо продолжаете. Этап анализа результатов не может существовать автономно. Полученные выводы часто приводят к проведению дополнительных экспериментов или изменению модели. Основой для принятия решения служат результаты тестирования. Если они не соответствуют целям поставленной задачи, значит, были допущены ошибки на предыдущих этапах. Причины могут быть разными. Ошибки необходимо выявить и исправить. Процесс продолжается до тех пор, пока результаты эксперимента не станут отвечать целям моделирования. Главное, надо всегда помнить: выявленная ошибка - то же результат!

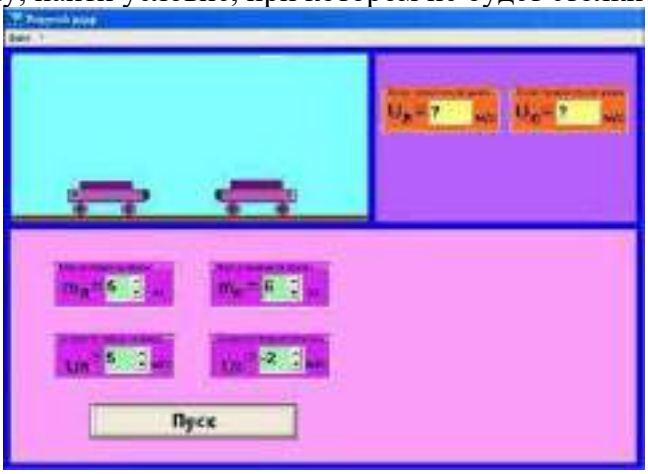
Задание1

Практическая работа "Моделирование движения тележек».

1 Этап. Описание задачи.

Задача.

Тележки с разным грузом едут навстречу друг другу, ударяются и откатываются назад. Экспериментально установить от каких величин зависит движение тележек в одну сторону, найти условие, при котором не будет столкновения, найти импульс тела.



Цель моделирования исследовать процесс движения тележек.

2 Этап. Разработка модели.

Информационная модель.

С помощью компьютерной модели определить, как масса и скорость тележек влияют на

импульс тела, на направления тележек. Найти условие, при котором не будет столкновения. Найти условие, при котором тележки будут двигаться одновременно в одну сторону.

Математическая модель.

Записать формулу для расчета импульса тела до столкновения и после столкновения.

Компьютерная модель.

В программе Excel разработать таблицу " Моделирование движения тележек", где информационная и математическая модель объединяются в таблицу, которая содержит три области:

- *Исходные данные* (масса, скорость до удара); - *промежуточны*е расчеты (скорость после удара);
- *Результаты* (импульс тележек по формуле).

3 этап. Компьютерный эксперимент.

Провести тестовые расчеты компьютерной модели (для моделирования открыть папку "Физика упругий удар") и заполнить таблицу "Моделирование движения тележек".

План моделирования

Эксперимент 1

Исследовать движение столкновения тележек с разными массами (скорость не меняется, а масса меняется). Построить график компьютерного исследования.

3 эксперимента.

Эксперимент 2

Исследовать зависимость скорости движение тележек от массы (масса не меняется, скорость меняется). Построить график компьютерного исследования.

3Эксперимента.

Эксперимент 3

Найти условие, при котором не будет столкновения.

Эксперимент 4

Найти условие, при котором тележки будут двигаться одновременно в одну сторону.

4**Этап. Анализ результатов моделирования.**

Исследовать результаты тестирования, полученные компьютерной моделью.

Построить график компьютерного исследования (параметры выбрать самостоятельно). Анализируя график, можно сделать вывод :::

Задание 2

В электронной таблице построить модель, соблюдая, по возможности, основные этапы моделирования.

Задача: рассчитать минимальное количество обоев и их стоимость, необходимые для оклейки жилой комнаты размером 4х4х2,5 метра. Рулон обоев имеет ширину 55 см. И длину 10м.

Контрольные вопросы:

- Что такое объект? Модель?
- Перечислите причины создания моделей.
- Что такое формализация?
- Что определяют отношения между объектами?
- Какие отношения могут возникать между объектами?

Сдайте работу преподавателю.

Практическое занятие
Методы исследования сложных систем. Метод имитационного моделирования. Аппаратно-программное моделирование

1. **Цель:** Определить CAD/CAM/CAE -системы, их назначение, необходимость их применения в условиях растущей потребности общества в новых разработках и технологиях.
2. Классифицировать современные cad/cam/cae-системы.
3. Сформировать представление об истории развития мирового рынка CAD/CAM/CAE-систем

Необходимое оборудование: ПК, доступ к Интернет.

Теоретический материал.

Имитационное моделирование

Процедура имитационного моделирования.

Определение метода имитационного моделирования. Метод ИМ заключается в создании логико-аналитической (математической модели системы и внешних воздействий), имитации функционирования системы, т.е. В определении временных изменений состояния системы под влиянием внешних воздействий и в поучении выборок значений выходных параметров, по которым определяются их основные вероятностные характеристики. Данное определение справедливо для стохастических систем.

При исследовании детерминированных систем отпадает необходимость изучения выборок значений выходных параметров.

Модель системы со структурным принципом управления представляет собой совокупность моделей элементов и их функциональные взаимосвязи. Модель элемента (агрегата, обслуживающего прибора) - это, в первую очередь, набор правил (алгоритмов) поведения устройства по отношению к выходным воздействиям (заявкам) и правил изменений состояний элемента. Элемент отображает функциональное устройство на том или ином уровне детализации. В простейшем случае устройство может находится в работоспособном состоянии или в состоянии отказа. В работоспособном состоянии устройство может быть занято, например, выполнение операции по обслуживанию заявки или быть свободным. К правилам поведения устройства относятся правила выборки заявок из очереди; реакция устройства на поступление заявки, когда устройство занято или к нему имеется очередь заявок; реакция устройства на возникновение отказа в процессе обслуживания заявки и некоторые другие. Имитационное моделирование (ИМ) — это метод исследования, который основан на том, что анализируемая динамическая система заменяется имитатором и с ним производятся эксперименты для получения об изучаемой системе. Роль имитатора зачастую выполняет программа ЭВМ.

Основная идея метода ИМ состоит в следующем. Пусть необходимо определить функцию распределения случайной величины **y**. Допустим, что искомая величина **y** может быть представлена в виде зависимости: **y=f(**□□□□□□□□□□□, где □□□□□□□□□□ случайные величины с известными функциями распределения.

Для решения задач такого вида применяется следующий алгоритм:

1) По каждой из величин производится случайное испытание, в результате каждого определяется некоторое конкретное значение случайной величины □ᵢ□□ᵢ□□□□□□□ᵢ;

2) Используя найденные величины, определяется одно частное значение y_i по выше приведённой зависимости;

3) Предыдущие операции повторяются N раз, в результате чего определяется N значений случайной величины **y**;

4) На основании N значений величины находится её эмпирическая функция распределения.

Имитация функционирования системы.

Предположим, исследуется вычислительная система (ВС), состоящая из процессора 1 с основной памятью, устройство вода перфокарт 4, АЦПУ 2 и дисплея 3 (рис. 4.1.).

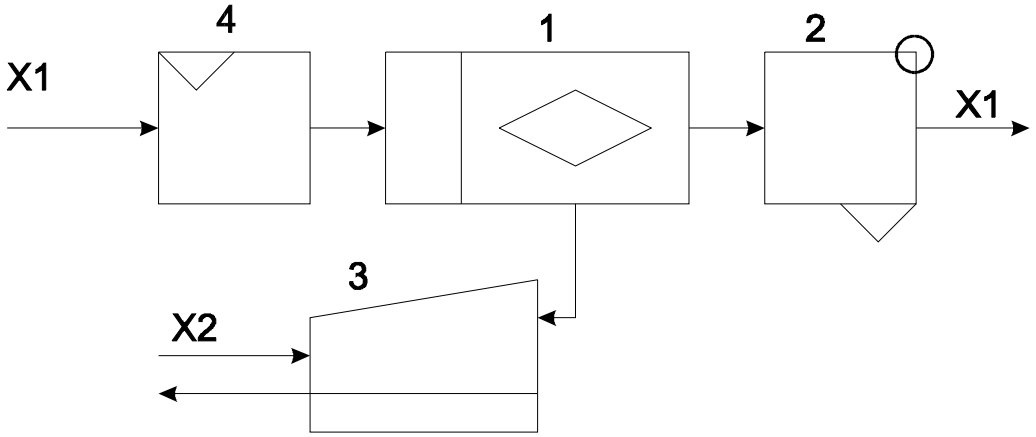


Рис. 4.1. Упрощённая схема моделируемой системы.

Через устройство 4 поступает поток заданий X1. Процессор обрабатывает задания и результаты выдаёт на АЦПУ 2. Одновременно с этим ВС используется, например, как информационно-справочная система. Оператор-пользователь, работающий за дисплеем, посылает в систему запросы X2, которые обрабатываются процессором и ответы выводятся на экран дисплея. Процессор работает в 2-х программном режиме: в одном разделе обрабатываются задания X1, в другом, с более высоким относительным приоритетом запросы X2. Представим данную ВС в упрощённом варианте в виде стохастической сети из 4-х СМО. Потоки заданий и запросы будем называть потоками заявок. Считаем потоки X1 и X2 независимыми. Известны ф.р. Периодов следования заявок τ_1 и τ_2 и длительность обслуживания T_{1K} , T_{2K} заявок в к-ом устройстве. Требуется определить времена загрузки каждого устройства и времена реакции по каждому из потоков.

Вначале определяется момент поступления в систему 1-ой заявки потока X1 по результатам случайного испытания в соответствии с ф.р. Периода следования заявок.

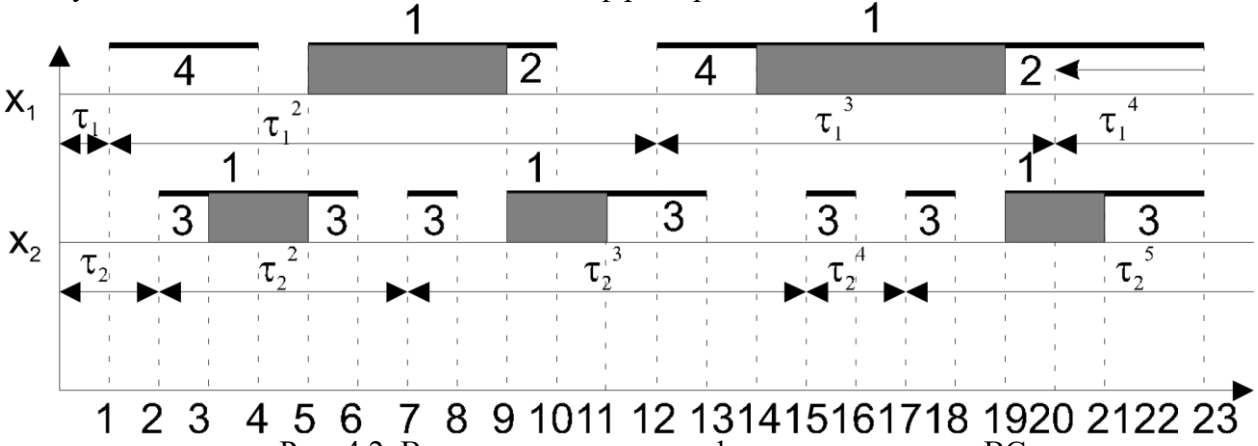


Рис. 4.2. Временная диаграмма функционирования ВС.

На рис. 2 это момент времени $t_1=0+\tau_1^1$ (здесь и далее верхний индекс обозначает порядковый номер заявки данного потока). То же самое делается для потока X2. На рис.2 момент поступления 1-ой заявки потока X2 $t_2=0+\tau_2^1$. Затем находится минимальное время, т.е. Наиболее раннее событие. В примере это время t_1. Для 1-ой заявки потока x1определяется время обслуживания устройством ввода перфокарт T^1_{14} методом случайного испытания и отмечается момент окончания обслуживания $t_4=t_1+ T^1_{14}$. На рис. Показан переход устройства 4 в состояние "занято". Одновременно определяется момент поступления следующей заявки потока X1: $t_{12}=t_1+\tau_1^2$. Следующее минимальное время - это момент поступления заявки потока X2 - t_2. Для этой заявки находится время обслуживания на дисплее T^1_{23} и отслеживается время окончания обслуживания $t_3=t_2+ T^1_{23}$. Определяется момент поступления второй заявки потока X2: $t_7=t_2+\tau_2^2$. Снова выбирается минимальное время — это t_3. В этот момент заявка потока X2 начинает обрабатываться процессором. По результату случайного испытания определяется время её обслу-

живания T^1_{21} и отмечается момент $t_5=t_3+ T^1_{21}$ окончания обслуживания. Следующее минимальное время t_4 - момент завершения обслуживания заявки потока X1 устройством 4. С этого момента заявка может начать обрабатываться процессором, но он занят обслуживанием потока X2. Тогда заявка потока X1 переходит в состояние ожидания, становиться в очередь. В следующий момент времени t_5 освобождается процессор. С этого момента процессор начинает обрабатывать заявку потока X1, а заявка потока X2 переходит на обслуживание дисплеем, т.е. Ответ на запрос пользователя передаётся из основной памяти в буферный накопитель дисплея. Далее определяются соответствующие времена обслуживания: T^1_{11} и T^1_{23} и отмечаются моменты времени $t_9=t_5+ T^1_{11}$ и $t_6=t_5+ T^1_{23}$. В момент t_6 полностью завершается обработка первой заявки потока X2. По разности времени t_6 и t_2 вычисляется время реакции по этой заявке $u^1_2= t_6- t_2$. Следующий минимальный момент t_7 - это наступление 2-ой заявки потока X2. Определяет время поступления очередной заявки этого потока $t_{15}= t_7+\square_2^3$. Затем вычисляется время обслуживания 2-ой заявки на дисплее T^2_{23} и отмечается момент $t_8=t_7+ T^2_{23}$, после чего заявка становится в очередь, т.к. Процессор занят. Эта заявка поступит на обслуживание в процессор только после его освобождения в момент t_9 . В этот момент заявка потока X1 начинает обслуживаться в АЦПУ. Определяются времена обслуживания T^2_{21} и T^1_{12} по результатам случайных испытаний и отмечаются моменты окончания обслуживания $t_{11}= t_9+T^2_{23}$ и $t_{10}= t_9+T^1_{12}$. В момент времени t_{10} завершается полное обслуживание 1-ой заявки потока X1. Разность между этим моментом и моментом времени t_1 даёт 1-ое значение времени реакции по потоку X1 $u^1_1= t_{10}- t_1$.

Указанные процедуры выполняются до истечения времени моделирования. В результате получается некоторое количество (выборка) случайных значений времени реакции (u_1) и (u_2) по 1-ому и 2-ому потокам. По этим значениям могут быть определены эмпирические функции распределения и вычислены количественные вероятностные характеристики времени реакции. В процессе моделирования можно суммировать продолжительности занятости каждого устройства обслуживанием всех потоков. Например, на рис. 2 занятость процессора 1 выделена заштрихованными ступеньками. Если результаты суммирования разделить на время моделирования, то получатся коэффициенты загрузки устройств.

Можно определить время ожидания заявок в очереди, обслуженных системой, среднюю и максимальную длину очереди заявок к каждому устройству, требуемая ёмкость памяти и др.

Имитация даёт возможность учесть надёжностные характеристики ВС. В частности, если известны времена наработки на отказ и восстановления всех входящих в систему устройств, то определяются моменты возникновения отказов устройств в период моделирования и моменты восстановления. Если устройство отказало, то возможны решения:

- Снятие заявки без возврата;
- Помещение заявки в очередь и дообслуживание после восстановления;
- Поступление на повторное обслуживание из очереди;

Моделирование систем и языки программирования.

Большое значение при реализации модели на ЭВМ имеет вопрос правильного выбора языка программирования.

Язык программирования должен отражать внутреннюю структуру понятий при описании широкого круга понятий. Высокий уровень языка моделирования значительно упрощает программирование моделей.

Основными моментами при выборе ЯМ является:

- Проблемная ориентация;
- Возможности сбора, обработки, вывода результатов;
- Быстродействие;
- Простота отладки;
- Доступность восприятия.

Этими свойствами обладают процедурные языки высокого уровня. Для моделирования могут быть использованы языки Имитационного моделирования (ЯИМ) и общего назначения (ЯОМ). Более удобными являются ЯИМ. Они обеспечивают: удобство программирования модели системы; проблемная ориентация.

Недостатки ЯИМ:

 неэффективность рабочих программ;

 сложность отладки;

 недостаток документации.

Основные функции языка программирования:

 управление процессами (согласование системного и машинного времени);

 управление ресурсами (выбор и распределение ограниченных средств описываемой системы).

Как специализированные языки, ЯИМ обладают некоторыми программными свойствами и понятиями, которые не встречаются в ЯОН. К ним относятся: **Совмещение.** Параллельно протекающие в реальных системах S процессы представляются с помощью последовательно работающей ЭВМ. ЯИМ позволяют обойти эту трудность путём введения понятий системного времени.

Размер. ЯИМ используют динамическое распределение памяти (компоненты модели системы М появляются в ОЗУ и исчезают в зависимости от текущего состояния. Эффективность моделирования достигается так же использованием блочных конструкций: блоков, подблоков и т.д. **Изменения.** ЯИМ предусматривают обработку списков, отражающих изменения состояний процесса функционирования моделируемой системы на системном уровне.

Взаимосвязь. Для отражения большого количества между компонентами модели в статике и динамике ЯИМ включаем системно организованные логические возможности и реализации теории множеств.

Стохастичность. ЯИМ используют специальные программные генерации последовательностей случайных чисел, программы преобразования в соответствующие законы распределения.

Анализ. ЯИМ предусматривают системные способы статистической обработки и анализа результатов моделирования.

Наиболее известными языками моделирования являются SIMULA, SIMSCRIPT, GPSS, SOL, CSL.

Для языков, используемых в задачах моделирования, можно составить классификацию следующего вида. (см. Рис. 9.1.)

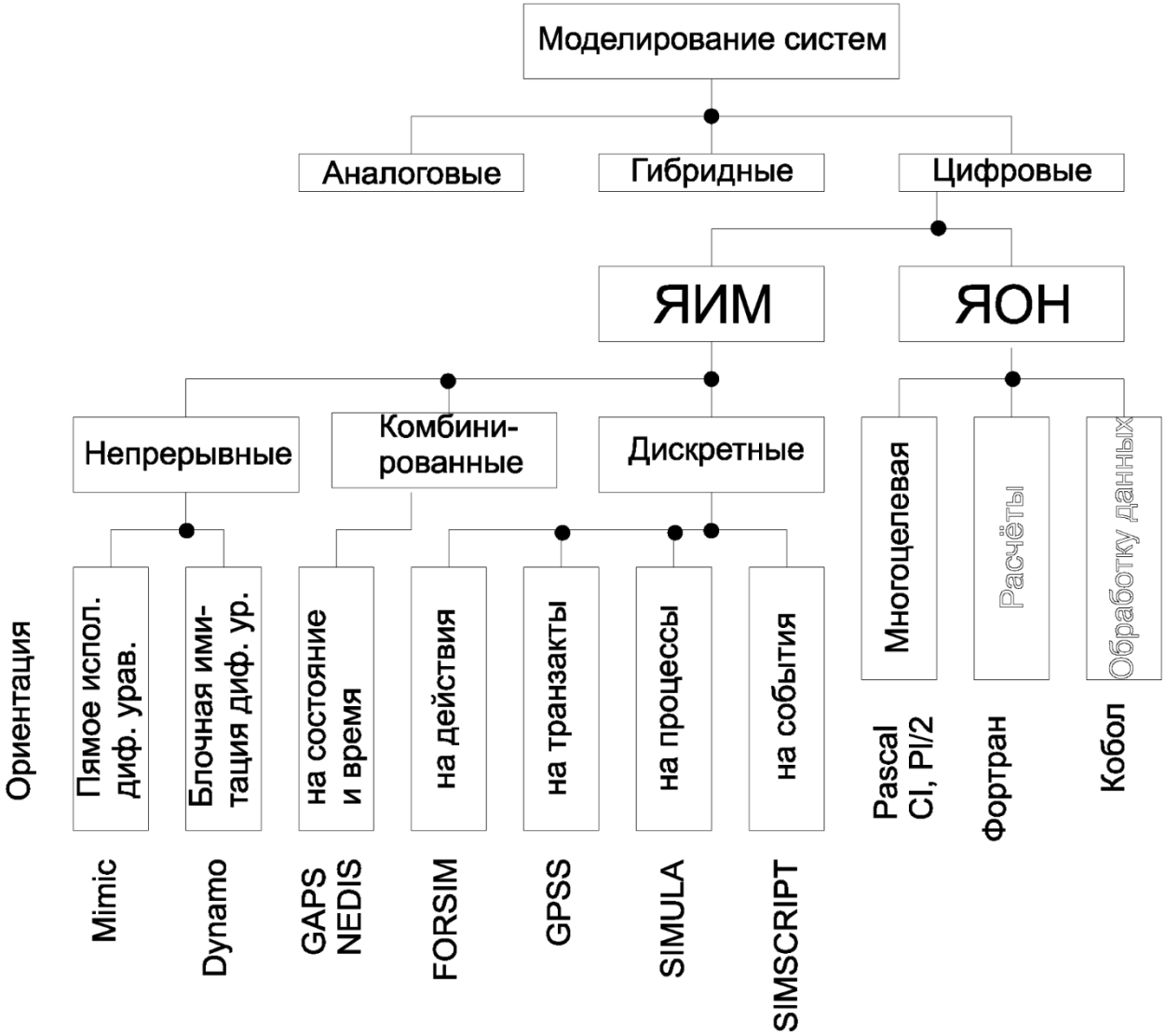


Рис. 9.1. Классификация языков моделирования.

Практическая часть.

Задача 1.

Интервалы прихода клиентов в парикмахерскую с одним креслом распределены равномерно на интервале (28+N) ± (16+N/2) мин. Время стрижки также распределено равномерно на интервале (16+N) ± (4+N/4) мин. Клиенты приходят в парикмахерскую, стригутся в порядке очереди: «первым пришел - первым обслужился». Необходимо построить GPSS-модель парикмахерской, которая должна обеспечить сбор статистических данных об очереди и загрузке парикмахера. Работу парикмахерской промоделировать в течение 8 часов. Определить коэффициент загрузки парикмахера и среднее время ожидания клиентов в очереди.

Текст программы:

```
GENERATE 31,17.5; равномерное поступление клиентов каждые 31+-17,5
QUEUE STRIG; поставновка клиента в очередь STRIG
SEIZE PARIK; занять парикмахера (клиент сел в кресло)
DEPART STRIG; освобождение из очереди
ADVANCE 19,4.75; процесс стрижки
RELEASE PARIK;освобождение парикмахера
TERMINATE; вывод транзакта, тело программы закончилось
GENERATE 480
TERMINATE 1
START 1
Отчет
GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.6.1
```

```
Wednesday, January 19, 2011 09:41:05
START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES
0.000 480.000 9 1 0
NAME VALUE
PARIK 10001.000
STRIG 1000.000
LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY
1 GENERATE 15 0 0
2 QUEUE 15 0 0
3 SEIZE 15 0 0
4 DEPART 15 0 0
5 ADVANCE 15 1 0
6 RELEASE 14 0 0
7 TERMINATE 14 0 0
8 GENERATE 1 0 0
9 TERMINATE 1 0 0
FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY
PARIK 15 0.577 18.459 1 16 0 0 0 0
QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY STRIG 1 0 15 14 0.006 0.203
3.040 0
FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE
16 0 490.195 16 5 6
17 0 513.975 17 0 1
18 0 960.000 18 0 8
```

Из отчета видно, что коэффициент загрузки парикмахера при заданных условиях равен 0.577, а среднее время ожидания клиентов в очереди - 0.006 минуты.

Задача 2.

В стоматологический кабинет с одним креслом поступают пациенты с интервалом (25+N)±(10+N/2) мин. Время обслуживания пациента составляет (20+N/2)±(15+N/4) мин. Пациенты обслуживаются поочерёдно в порядке прихода. Необходимо построить GPSS-модель стоматологического кабинета, которая должна обеспечить сбор статистических данных об очереди. Промоделировать работу стоматологического кабинета в течение 12 часов.

Текст программы:

```
GENERATE 28,11.5; равномерное поступление пациентов каждые 28+-11,5 мин
QUEUE ZUB; постановка пациента в очередь ZUB
SEIZE STOMATOLOG; занять стоматолога (пациент сел в кресло)
DEPART ZUB; освобождение из очереди
ADVANCE 21.5,15.75; процесс лечения зубов
RELEASE STOMATOLOG;освобожде ие стоматолога
TERMINATE; вывод транзакта, тело программы закончилось
GENERATE 720
TERMINATE 1
START 1
Отчет
GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.23.1
Wednesday, January 19, 2011 10:18:59
START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES
0.000 720.000 9 1 0
NAME VALUE
STOMATOLOG 10001.000
ZUB 1000.000
LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY
1 GENERATE 25 0 0
2 QUEUE 25 0 0
3 SEIZE 25 0 0
4 DEPART 25 0 0
5 ADVANCE 25 1 0
6 RELEASE 24 0 0
```

```
7 TERMINATE 24 0 0
8 GENERATE 1 0 0
9 TERMINATE 1 0 0
FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY
STOMATOLOG 25 0.753 21.693 1 26 0 0 0 0
UEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY
ZUB 1 0 25 17 0.093 2.667 8.333 0
FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE
26 0 720.762 26 5 6
27 0 726.760 27 0 1
28 0 1440.000 28 0 8
```

Из отчета видно, что за двенадцати часовой рабочий день стоматологический кабинет принял 25 пациента. Коэффициент загрузки стоматологического кабинета равен 0,753. Среднее время обслуживания пациента равно 21,693 минуты. Среднее время ожидания в очереди пациентом составило 2,667 минуты.

Задача 3.

Электронный терминал самообслуживания осуществляет оплату счетов с использованием электронных карт. Интервалы прихода клиентов распределены равномерно на интервале (14+N/4)±(10+N/2) мин. Время обслуживания также распределено равномерно на интервале 6 ±4 мин. Клиенты обслуживаются в порядке очереди: «первым пришел - первым обслужился». Необходимо построить GPSS-модель работы терминала, которая должна обеспечить сбор статистических данных об очереди и загрузке терминала в течение 24+N часов. Определить коэффициент загрузки терминала и среднее время ожидания клиентов в очереди.

Текст программы:

```
GENERATE 14.75,11.5; равномерное поступление клиентов каждые 14,75+-11,5 мин
QUEUE BANK; постановка клиента в очередь BANK
SEIZE TERM; занять терминал
DEPART BANK; освобождение из очереди
ADVANCE 6,4; обслуживание клиента терминалом
RELEASE TERM;освобождение терминала
TERMINATE; вывод транзакта, тело программы закончилось
GENERATE 1620
TERMINATE 1
START 1
Отчет
GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.24.1
Wednesday, January 19, 2011 10:26:52
START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES
0.000 1620.000 9 1 0
NAME VALUE
BANK 1000.000
TERM 10001.000
LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY
1 GENERATE 105 0 0
2 QUEUE 105 0 0
3 SEIZE 105 0 0
4 DEPART 105 0 0
5 ADVANCE 105 1 0
6 RELEASE 104 0 0
7 TERMINATE 104 0 0
8 GENERATE 1 0 0
9 TERMINATE 1 0 0
FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY
```

```
TERM 105 0.383 5.906 1 106 0 0 0 0
QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY
BANK 2 0 105 90 0.023 0.353 2.469 0
FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE
106 0 1625.606 106 5 6
107 0 1636.380 107 0 1
108 0 3240.000 108 0 8
```

Исходя из данных отчета видно, что коэффициент загрузки терминала равен 0.383, а среднее время ожидания в очереди составило 0,353 минуты.

Задача 4.

В парикмахерскую с одним креслом приходят клиенты двух типов. Клиенты первого типа желают только стричься. Распределение интервалов их прихода 35±(10+N/2) мин. Клиенты второго типа желают постричься и побриться. Распределение интервалов их прихода 60±(20+N/2) мин. Парикмахер обслуживает клиентов в порядке очереди (первым пришел - первым обслужился). Время, затраченное на стрижку, составляет 18±6мин, а на бритье - 10±2мин. Написать GPSS-модель работы парикмахерской в течение 10+N часов, обеспечив сбор данных об очереди клиентов и загрузке парикмахера.

Текст программы:

```
GENERATE 35,11.5; приход первого типа клиентов (только стрижка)
QUEUE OCH1; постановка клиента в очередь OCH1
SEIZE PARIK; занять парикмахера
DEPART OCH1; освобождение из очереди
ADVANCE 18,6; стрижка клиента
RELEASE PARIK;освобождение парикмахера
TERMINATE; вывод транзакта


GENERATE 60,21.5; приход второго типа клиентов (стрижка+бритье)
QUEUE OCH1; постановка клиента в очередь OCH1
SEIZE PARIK; занять парикмахера
DEPART OCH1; освобождение из очереди
ADVANCE 28,8; стрижка клиента
RELEASE PARIK;освобождение парикмахера
TERMINATE; вывод транзакта

GENERATE 780
TERMINATE 1
START 1
Отчет
GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.9.1


Wednesday, January 19, 2011 09:46:33

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES
0.000 780.000 16 1 0


NAME VALUE
OCH1 1000.000
PARIK 10001.000


LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY
1 GENERATE 22 0 0
2 QUEUE 22 1 0
3 SEIZE 21 0 0
4 DEPART 21 0 0
5 ADVANCE 21 0 0
```

```
6 RELEASE 21 0 0
7 TERMINATE 21 0 0
8 GENERATE 12 0 0
9 QUEUE 12 0 0
10 SEIZE 12 0 0
11 DEPART 12 0 0
12 ADVANCE 12 1 0
13 RELEASE 11 0 0
14 TERMINATE 11 0 0
15 GENERATE 1 0 0
16 TERMINATE 1 0 0


FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY
PARIK 33 0.891 21.059 1 33 0 0 0 1


QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY
OCH1 2 1 34 6 0.587 13.460 16.344 0


FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE
33 0 785.986 33 12 13
36 0 786.252 36 0 8
37 0 796.630 37 0 1
38 0 1560.000 38 0 15
```

Из отчета можно сделать вывод, что максимальная длина очереди составила 2 человека, текущая длина очереди (на момент окончания рабочего дня) - 1, средняя длина очереди составила 0,587 человека, среднее время пребывания пациента в очереди равно 13,46 минуты. Коэффициент загрузки парикмахера равен 0,891.

Сдайте работу преподавателю в формате ppn.

Практическое занятие
Представление о возможностях CAD/CAM систем. Принципы построения 3D моделей, параметризация, виды и способы привязок, система координат, базовые элементы построения модели

Цель: Определить CAD/CAM/CAE -системы, их назначение, необходимость их применения в условиях растущей потребности общества в новых разработках и технологиях.

Классифицировать современные cad/cam/cae-системы.

Сформировать представление об истории развития мирового рынка CAD/CAM/CAE-систем

Необходимое оборудование: ПК, доступ к Интернет.

Теоретический материал.

Основные понятия

По мнению ведущих мировых аналитиков, основными факторами успеха в современном промышленном производстве являются:

- Сокращение срока выхода продукции на рынок,
- Снижение ее себестоимости
- Повышение качества.

К числу наиболее эффективных технологий, позволяющих выполнить эти требования, принадлежат так называемые **CAD/CAM/CAE-системы** (системы автоматизированного проектирования, технологической подготовки производства и инженерного анализа).

Прежде всего, определимся, что такое **проектирование**.

Под проектированием понимается процесс составления описания, необходимого для построения в заданных условиях еще не существующего объекта на основе первичного описания этого объекта. Главная особенность проектирования: это процесс создания описания именно **нового объекта**.

Если этот процесс осуществляется человеком при взаимодействии с компьютером, то проектирование называется **автоматизированным**, если нет, то, соответственно, - **неавтоматизированным**.

Проектирование, при котором все преобразования описания объекта и алгоритма его функционирования осуществляются компьютером без участия человека, называется **автоматическим**.

Нас будет интересовать, в первую очередь, автоматизированное проектирование, которое и является предметом САПР.

Дадим теперь определение САПР.

САПР (система автоматизированного проектирования) - это комплекс средств автоматизации проектирования, взаимосвязанных с коллективом специалистов (пользователей системы), выполняющих автоматизированное проектирование.

САПР - Системы автоматизированного проектирования. Сокращение, обозначающее комплекс программно-аппаратных средств автоматизации проектных конструкторско-технологических, а также производственных работ.

САПР - это не системы автоматического проектирования. Понятие “автоматический” подразумевает самостоятельную работу системы без участия человека. В САПР часть функций выполняет человек, а автоматическими являются только отдельные проектные операции и процедуры. Слово “автоматизированный”, по сравнению со словом “автоматический”, подчёркивает участие человека в процессе.

Направление САПР возникло и широко оформилось на западе, поэтому основные термины англоязычные, на сегодня широко известны и используются в среде специалистов.

В ряде зарубежных источников устанавливается определённая соподчиненность понятий CAD, CAE, CAM. Термин CAE (computer-aided engineering) определяется как наиболее общее понятие, включающее любое использование компьютерных технологий в инженерной деятельности, включая CAD и CAM (computer-aided manufacturing). Для обозначений всего спектра различных технологий автоматизации с помощью компьютера, в том числе средств САПР, используется термин cax (англ. Computer-aided technologies).

CAD – computer Aided Design

Общий термин для обозначения всех аспектов проектирования с использованием средств вычислительной техники. Обычно охватывает **создание геометрических моделей изделия**. А также генерацию чертежных изделий и их сопровождений.

CAM – Computer Aided Manufacturing

Общий термин для обозначения системы **автоматизированной подготовки производства**, общий термин для обозначения ПС подготовки информации для станков с ЧПУ. Традиционно исходными данными для таких систем были геометрические модели деталей, полученных из систем CAD.

CAE– Computer Aided Engineering

Система автоматического анализа проекта. Общий термин для обозначения информационного обеспечения условий **автоматизированного анализа проекта**, имеет целью обнаружение ошибок (прочностные расчеты) или оптимизация производственных возможностей.

PDM – Product Data Management

Система **управления производственной информацией**. Инструментальное средство, которое помогает администраторам, инженерам, конструкторам управлять как данными, так и процессами разработки изделия на современных производственных предприятиях или группе смежных предприятий.

CAD/CAM/CAE/PDM = САПР

История развития

Идея автоматизировать проектирование зародилась в конце 50-х годов прошлого века, почти одновременно с появлением коммерческих компьютеров. А уже в начале 60-х ее воплотила компания General Motors в виде первой интерактивной графической системы подготовки производства. В 1971 г. Создатель этой системы доктор ***Патрик Хэнретти*** (Patrick Hanratty) основал компанию Manufacturing and Consulting Services (MCS) и разработал методики, которые составили основу большинства современных САПР.

Аналитики считают, что именно компания Manufacturing and Consulting Services (***MCS)*** оказала огромное влияние на развитие отрасли и 70 процентов современных САПР составляют идеи MCS.

В 70-х годах внимание уделялось в основном системам автоматизированного черчения, так как стало ясно по результатам, что проектирование можно реализовать машинными средствами.

Вскоре появились и другие CAD-пакеты. В то время они работали на мэйнфреймах и миникомпьютерах и стоили очень дорого. Лишь крупные предприятия могли позволить себе идти в ногу со временем и использовать современное оборудование для выполнения сложных математических расчетов.

Параллельно с развитием CAD-систем бурное развитие получили CAM-системы автоматизации технологической подготовки производства.

В 80-е годы компьютеры становятся доступными большому количеству крупных и даже мелких компаний.

К середине 80-х годов системы САПР для машиностроения обрели форму, которая существует и сейчас. Появление микропроцессоров положило начало революционным преобразованиям в области аппаратного обеспечения — наступила эра персональных компьютеров. Но для трехмерного моделирования мощности первых ПК не хватало.

К началу 90-х средняя цена рабочего места значительно снизилась — САПР становились доступнее. Но в массовый продукт они превратились лишь тогда, когда компания Autodesk разработала свой знаменитый пакет ***autocad*** стоимостью на тот момент всего 1 тыс. Долл., что было в десятки раз меньше существовавших до этого систем. Правда, в те времена мощности ПК хватало лишь для двумерных построений — черчения и создания эскизов. Однако это не помешало новинке иметь огромный успех у пользователей.

Появляется 3D-моделирование. Вначале было только поверхностное моделирование, при котором конструктор определял изделие семейством поверхностей. Оно получило большое распространение в инструментальном производстве. Со временем появилось твердотельное моделирование широко распространенное в машиностроении, когда конструктор строит модель из твердотельных примитивов. Они определяются формой, размерами, ориентацией и точкой привязки. Современные системы позволяют работать с телами и с отдельными поверхностями.

Наиболее бурное развитие САПР происходило в 90-х годах, когда ***Intel*** выпустила процессор ***Pentium Pro***, а ***Microsoft*** — систему ***Windows NT***. Тогда на поле вышли новые игроки «средней весовой категории», которые заполнили нишу между дорогими продуктами, обладающими множеством функций, и программами типа autocad. В результате сложилось существующее и поныне деление САПР на три класса: тяжелый, средний и легкий.

Классы

Традиционно, продукты САПР для машиностроения разделены на три класса: тяжелый, средний и легкий. Такая классификация сложилась исторически, и хотя уже давно идут разговоры о том, что грани между классами вот-вот сотрутся, они остаются, так как системы по-прежнему различаются и по цене, и по функциональным возможностям.

САПР Легкий вес

- Эти САПР служат для выполнения почти всех работ с двумерными чертежами и имеют ограниченный набор функций по трехмерному моделированию.
- С помощью этих систем выполняются порядка 80% всех работ по проектированию, хотя имеющиеся ограничения делают их не всегда довольно удобными.

• Область их работы - создание чертежей отдельных деталей. Характерные представители таких САПР - autocad, T-flexcad 2D, datacad, surfcam 2D, intellicad, Medusa, truecad, КОМПАС и т.д..

САПР Средний вес

• По своим возможностям они полностью охватывают САПР «легкого веса» плюс позволяют работать со сборками, и по некоторым параметрам они уже не уступают тяжелым САПР. А в удобстве работы даже превосходят.

• Обязательным условием является наличие интеграции с CAM программами.

• Это не просто программы, а программные комплексы, в частности ADEM, Autodesk Mechanical Desktop, Intergraph, Solid Edge, Solid Works, cadkey, Cimatron, T-Flex,

САПР Тяжелый вес

Эти системы применяются для решения наиболее трудоемких задач:

• Моделирования поведения сложных механических систем в реальном масштабе времени

• Оптимизирующих расчетов с визуализацией результатов

• Расчетов температурных полей и теплообмена и т.д.

Обычно в состав системы входят:

• Графические модули

• Модули для проведения расчетов

• Постпроцессоры для станков с ЧПУ

Примерами «тяжелых» САПР могут служить такие продукты, как CATIA, CADDS 5, EMS, Pro/ENGINEER, Unigraphics NX, Pro/Engineer, EUCLID, I-DEAS

Это лишь часть довольно известных продуктов, представленных на мировом рынке. Кроме этого существуют еще и специализированные САПР для строительного, промышленного, архитектурного проектирования.

Для дальнейшего развития после 90-х годов характерна интеграция CAD/CAM/CAE-систем с системами PDM, другими средствами информационной поддержки изделий.

Сегодня невозможно представить себе, как, например, изготовить самолет или корабль без использования CAD/CAM/CAE-систем. Они охватывают весь процесс от эскизного проектирования до технологической подготовки производства, проведением испытаний, сопровождением. CAD/CAM/CAE-системы помогают повысить надежность выпускаемых изделий, улучшить качество, в конце концов, экономить на стоимости прототипа, сократить срок технологической подготовки.

Какую систему выбрать?

• В первую очередь необходимо определится, какой именно круг работ вы хотите автоматизировать. В настоящее время наиболее распространены следующие типы программ для автоматизированного проектирования в машиностроении:

• Системы автоматизированного черчения -CAD;

• Системы автоматизированного построения технологических процессов - CAM;

• Системы автоматизации инженерных расчетов –CAE;

• Системы подготовки данных для станков с ЧПУ(постпроцессоры);

• Специализированные системы (например, для проектирования коробок передач);

• Интегрированные системы, включающие в себя несколько или все или даже более из вышеперечисленных.

1.2 ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ 3D ПЕЧАТИ

3D печать предоставляет возможности в различных сферах.

В архитектуре, например, 3D печать позволяет создавать объёмные макеты зданий, или даже целых микрорайонов со всей инфраструктурой — скверами, парками, дорогами и уличным освещением.

Благодаря используемому при этом дешёвому гипсовому композиту обеспечивается низкая себестоимость готовых моделей. А более 390 тысяч оттенков CMYK позволяют в цвете воплотить любую, даже самую смелую фантазию архитектора.

В строительстве есть все основания предполагать, что в недалёком будущем намного ускорится и упростится процесс возведения зданий. Калифорнийскими инженерами создана система 3D печати для крупногабаритных объектов. Она работает по принципу строительного крана, возводящего стены из слоёв бетона.

Такой принтер может возвести двухэтажный дом всего в течение 20 часов.

После чего рабочим останется лишь провести отделочные работы. 3D House. Постепенно завоёвывают прочные позиции 3D принтеры и в мелкосерийном производстве.

В медицине благодаря технологиям трёхмерной печати врачи получили возможность воссоздавать копии человеческого скелета, что позволяет более точно отработать приёмы, повышающих гарантии успешного проведения операций.

Всё большее применение находят 3D принтеры в области протезирования в стоматологии, так как эти технологии позволяют намного быстрее получить протезы, чем при традиционном изготовлении.

Не так давно немецкими учёными была разработана технология получения человеческой кожи. При её изготовлении используется гель, полученный из клеток донора. А в 2011 году учёным удалось воспроизвести живую человеческую почку.

Возможности, которые открывает 3D печать во многих сферах деятельности человека поистине безграничны.

Задание:

СРАВНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРОВ ДЛЯ 3D ПЕЧАТИ И 3D ПРИНТЕРА

Стремительное развитие технологий аддитивной печати было бы невозможным без современного программного обеспечения. Раньше приходилось подолгу осваивать графические редакторы и изучать азы инженерного моделирования для создания элементарных предметов.

Сегодняшний софт для 3d принтера позволяет практически полностью автоматизировать печатный процесс и значительно упростить обращение с высокотехнологичной техникой.

Программное обеспечение для 3d принтера можно поделить на несколько категорий:

- Приложения для сканирования объектов и создания объемных моделей
- Софт по созданию моделей с чистого листа
- Программы для обработки 2D фотографий

Сравнительная таблица программ трехмерного моделирования

Программный продукт	Free	Экспорт/импорт STL-файлов	3D в реальном времени\виртуальная реальность	ОС	Моделирование
T-Flex Cad 3D					
Google Sketchup					
Autodesk 3Ds Max					
Autodesk Maya					
Blender 3D 2.78					

Autodesk Fusion 360					
Аскон Компас 3D					

Практическое занятие
Классификация САПР. Назначение, термины и определения

Цели и задачи: изучить основные термины и определения САПР, методы и признаки классификации САПР.

1.1 Основные термины и определения

Основные термины и определения в области автоматизированного проектирования установлены ГОСТ 34.003-90 «Автоматизированные системы». Они обязательны для применения во всех видах документации, научно-технической, учебной и справочной литературе.

При проектировании различают следующие объекты: материалы, предметы, процессы, системы (механические, электрические, организационные и др.). Под созданием объекта понимают:

- если объектом является материал или предмет – его изготовление и придание заданных свойств и характеристик, включая заданное взаимодействие его с внешней средой;
- если объектом является процесс – его выполнение в соответствии с заданным алгоритмом процесса;
- если объектом является организационная система – её размещение во времени и пространстве и придание ей заданных свойств и характеристик, включая заданное функционирование в соответствии с заданным алгоритмом функционирования.

Под описанием объекта понимают:

- если объектом является материал, предмет или система – описание заданных свойств и (или) характеристик объекта, включая описание взаимодействия между его частями и взаимодействие объекта с внешней средой и описа-ние его функционирования;
- если объектом является процесс – описание результата процесса и заданных характеристик его выполнения во времени и пространстве.

В промежуточные описания объектов могут быть включены также математические и физические модели.

В преобразование описаний могут быть включены эквивалентные преобразования и преобразования, связанные с вводом новых сведений (параметров, характеристик и т. П.).

Под некорректностью описания понимают противоречивое и (или) недостаточно полное описание объекта, алгоритма его функционирования или алгоритма процесса, ведущее к невозможности создания объекта.

Неавтоматизированное проектирование – проектирование, при котором все преобразования описаний объекта и (или) алгоритма его функционирования или алгоритма процесса, а также представление описаний на различных языках осуществляет человек.

Автоматизированное проектирование – проектирование, при котором отдельные преобразования описаний объекта и (или) алгоритма его функционирования или алгоритма процесса, а также представления описаний на различных языках осуществляется взаимодействием человека и ЭВМ.

К техническим устройствам, позволяющим осуществлять автоматизацию проектирования, могут относиться ЭВМ, их периферийные устройства и другие технические устройства. Автоматизированное проектирование обычно осуществляют в режиме диалога человека с машиной на основе применения специальных языков общения человека с машиной.

Автоматическое проектирование – проектирование, при котором все преобразования описаний объекта и (или) алгоритма его функционирования или алгоритма процесса, а

также представление описаний на различных языках осуществляются без участия человека.

При автоматическом проектировании пуск соответствующего оборудования и ввод в ЭВМ первичного описания объекта осуществляет человек.

В зависимости от *видов объектов проектирования* различают, например, следующие виды проектирования: машиностроительное, строительное, химическое, энергетическое и т. П. Объект проектирования может быть создан заново и на основе существующих объектов, например, такой объект как город создают совершенствованием существующего объекта-города. С точки зрения проектирования заданный город является новым, не существующим в действительности.

Проектное решение – промежуточное или конечное описание объекта проектирования, необходимое и достаточное для рассмотрения и определения дальнейшего направления или окончания проектирования.

Типовое проектное решение – существующее проектное решение, используемое при проектировании.

Результат проектирования – проектное решение (совокупность проектных решений), удовлетворяющее заданным требованиям, необходимое для создания объекта проектирования. В заданные требования должны быть включены требования к форме представления проектного решения.

Алгоритм проектирования – совокупность предписаний, необходимых для выполнения проектирования. Под выполнением проектирования понимается нахождение результата проектирования. Алгоритм проектирования может быть общим (для определённого класса объектов) и специальным (для одного объекта).

Язык проектирования – язык, предназначенный для представления и преобразования описаний при проектировании.

Входной язык проектирования (допускается применение термина «Входной язык») – язык проектирования, предназначенный для представления задания на проектирование.

Базовый язык, проектирования (допускается применение термина «Базовый язык») - язык проектирования, предназначенный для представления дополнительных сведений к первичному описанию объекта проектирования, проектных решений, описаний проектных процедур (в том числе процедур информационного обмена) и их последовательности.

Выходной язык проектирования (допускается применение термина «Входной язык») – язык проектирования, предназначенный для представления какого-либо проектного решения, включая результат проектирования в форме, удовлетворяющей требованиям его дальнейшего применения. Выходной язык должен, например, удовлетворять требованиям, установленным в стандартах ЕСКД, ЕСТД, или требованиям к машинным носителям для автоматизированного изготовления объектов проектирования и т. П.

Проектный документ – документ, выполненный по заданной форме, в котором представлено какое-либо проектное решение, полученное при проектировании.

Проект – совокупность проектных документов в соответствии с установленным перечнем, в которых представлен результат проектирования.

Проектная операция – действие или формализованная совокупность действий, составляющих часть проектной процедуры, алгоритм которых остаётся неизменным для ряда проектных процедур. Проектными операциями являются, например, вычисление, черчение, составление таблиц с данными, ввод и вывод данных и т. П.

Проектная процедура – формализованная совокупность действий, выполнение которых оканчивается проектным решением. Проектными процедурами являются, например, прогнозирование, оптимизация, проверка реальности реализации, контроль, корректировка, моделирование и т. П.

Техническое обеспечение автоматизированного (автоматического) проектирования совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих технических средств, предназначенных для выполнения автоматизированного (автоматического) проектирования.

Математическое обеспечение автоматизированного (автоматического) проектирова-

ния – совокупность математических методов, математических моделей и алгоритмов проектирования, необходимых для выполнения автоматизированного (автоматического) проектирования, представленных в заданной форме.

Программное обеспечение автоматизированного (автоматического) проектирования – совокупность машинных программ, необходимых для выполнения автоматизированного (автоматического) проектирования, представленных в заданной форме.

Пакет прикладных программ проектирования (допускается применение термина «Пакет прикладных программ») – совокупность машинных программ, необходимых для выполнения какой-либо проектной процедуры, представленных в заданной форме.

Информационное обеспечение автоматизированного (автоматического) проектирования - совокупность сведений, необходимых для выполнения автоматизированного (автоматического) проектирования, представленных в задан-ной форме. В информационное обеспечение автоматизированного проектирования включают, например, нормативно-справочные документы, задание государственных планов, прогнозы технического развития, типовые проектные решения, системы классификации и кодирования технико-экономической информации, различные системы документации (ЕСКД, ЕСТД и т. п.). Кроме того, в информационное обеспечение входят различные фонды: нормативный, плановый, прогнозный, фонд типовых решений, фонд алгоритмов и программ.

Лингвистическое обеспечение автоматизированного (автоматического) проектирования – совокупность языков проектирования, включающая термины и определения, правила формализации естественного языка и методы сжатия и развёртывания текстов, необходимых для выполнения автоматизированного (автоматического) проектирования, представленных в заданной форме.

Методическое обеспечение автоматизированного (автоматического) проектирования – совокупность документов, устанавливающих состав и правила отбора и эксплуатации средств обеспечения автоматизированного (автоматического) проектирования, необходимых для выполнения автоматизированного проектирования. Под отбором средств обеспечения автоматизированного проектирования понимают выбор необходимой совокупности средств для выполнения проектирования заданного объекта или класса объектов из имеющейся совокупности средств обеспечения.

Организационное обеспечение автоматизированного (автоматического) проектирования – совокупность документов, устанавливающих состав проектной организации и её подразделений, связи между ними, их функции, а также форму представления результата проектирования и порядок рассмотрения проектных документов, необходимых для выполнения автоматизированного (автоматического) проектирования.

Операционная система автоматизированного (автоматического) пректирования (допускается применение термина «Операционная система проектирования») – часть программного обеспечения автоматизированного (автоматического) проектирования, предназначенная для управления проектированием.

Система автоматизированного проектирования (САПР) – комплекс средств автоматизации проектирования, взаимосвязанных с необходимыми подразделениями проектной организации или коллективом специалистов (пользователем системы), выполняющий автоматизированное проектирование.

Система автоматического проектирования – комплекс средств автоматизации проектирования, взаимосвязанных с необходимыми подразделениями проектной организации или коллективом специалистов (пользователем системы), выполняющий автоматическое проектирование.

Интегрированная система автоматизированного (автоматического) *проектирования* – система автоматизированного (автоматического) проектирования, имеющая альтернативное программное обеспечение и операционную систему автоматизированного (автоматического) проектирования, позволяющую выбирать совокупность машинных программ применительно к заданному объекту проектирования или классу объектов проектирования.

Классификация систем автоматизированного проектирования

Классификацию и обозначения САПР, используемых в различных отраслях промышленности, устанавливает ГОСТ 23501.108-85. При разработке этого ГОСТа использован фасетный метод классификации объектов, при котором классификационные признаки (т. е. объект классификации) характеризуются с разных сторон. Классификация группы САПР приведены на рисунке 1.

По каждому признаку установлены классификационные группы, их характеристики и коды.

Классификация группы САПР

1.2.1 Классификационные группировки САПР по типу объекта проектирования

Код	Наименование
1	САПР изделий машиностроения
2	САПР изделий приборостроения
3	САПР технологических процессов в машиностроении и приборостроении
4	САПР объектов строительства
5	САПР технологических в строительстве
6	САПР программных изделий
7	САПР организационных систем
8	Прочие

1.2.2 Классификационные группировки САПР по сложности объекта проектирования

Код	Наименование	Число составных частей проектируемого объекта
1	САПР простых объектов	$< 10^2$
2	САПР объектов средней сложности	$10^2 \ldots 10^3$
3	САПР сложных объектов	$10^3 \ldots 10^4$
4	САПР очень сложных объектов	$10^4 \ldots 10^6$
5	САПР объектов очень высокой сложности	$> 10^6$

1.2.3 Классификационные группировки САПР по уровню автоматизации проектирования

Код	Наименование	Объем автоматизированных работ от общего количества проектных процедур, %
1	Система низкоавтоматизированного проектирования	< 25
2	Система среднеавтоматизированного проектирования	25…50

3	Система высокоавтоматизированного проектирования	> 50 (применяются методы многовариантного оптимального проектирования)

1.2.4 Классификационные группировки САПР по комплексности автоматизации проектирования

Код	Наименование
1	Одноэтапная САПР
2	Многоэтапная САПР
3	Комплексная САПР (выполняет все этапы проектирования объекта)

1.2.5 Классификационные группировки САПР по количеству выпускаемых проектных документов

Код	Наименование	Число выпускаемых за год проектных документов в пересчёте на формат А4
1	САПР малой производительности	$\leq 10^5$
2	САПР средней производительности	$10^5 \ldots 10^6$
3	САПР высокой производительности	$\geq 10^6$

1.2.6 Классификационные группировки САПР по характеру выпускаемых проектных документов

Код	Наименование	Носитель данных проектного документа
1	САПР, выпускающая документы на бумажной ленте и/или листе	Бумажная лента и/или лист
2	САПР, выпускающая документы на магнитных носителях	Перфоносители (перфокарты, перфоленты) и магнитные носители (магнитные ленты, диски, барабаны)
3	САПР, выпускающая документы на фотоносителях	Микрофильмы, микрофиши, фотошаблоны и т. д.
4	САПР комбинированная	Документы на двух или более типах носителей данных
5	Прочие	

1.2.7 Классификационные группировки САПР по числу уровней в структуре технического обеспечения

Код	Наименование	Характеристика технических средств системы

1	Одноуровневая САПР	ЭВМ среднего или высокого класса со штатным набором периферийных устройств, который может быть дополнен средствами обработки графической информации
2	Двухуровневая САПР	ЭВМ среднего или высокого класса и одно или несколько автоматизированных рабочих мест проектировщика (АРМ)
3	Трёхуровневая САПР	ЭВМ высокого класса, одно или несколько АРМ и периферийное программно-управляемое оборудование

Задание:

По приведённой группе САПР определите её основные характеристики

Вариант	Классификация группы САПР
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	11312222 11431213 11222233 11513211 11132213 11233231 11423212 11231232 11521212 11412233 11131223 11533232 11111233

Контрольные вопросы:

1) Какой ГОСТ устанавливает основные термины и определения САПР?
2) В чём отличие ручного, автоматизированного и автоматического проектирования?
3) Дайте определения понятиям:
а) проектное решение.
б) Результат проектирования
в) Алгоритм проектирования
г) Язык проектирования
д) Проект
е) Проектная процедура
ж) Проектная операция
з) Техническое обеспечение
и) Программное обеспечение
к) Математическое обеспечение
л) Информационное обеспечение
м) Лингвистическое обеспечение
н) Методическое обеспечение
о) Организационное обеспечение.
4) Какой ГОСТ устанавливает классификацию и обозначения САПР

Сдайте работу преподавателю.

Практическое занятие
Fusion 360 и Fusion Team Создание проектов. Основные понятия компьютерной среды «Fusion 360». Настройка системы

Цель: Научиться устанавливать приложение для входа в среду *Autodesk Fusion 360*. Регистрация в среде. Получение ученической лицензии

Необходимое оборудование: ПК, доступ к Интернет.

ВВЕДЕНИЕ

Программное обеспечение *Autodesk Fusion 360* является универсальным продуктом для разработки и сопровождения продукта на всех этапах, от трехмерного моделирования до изготовления. Ниже представлены основные возможности:

- трехмерное моделирование, CAD;
- рендер;
- чертежи;
- анимация;
- конечно-элементные расчеты, CAE;
- система контроля версий;
- подготовка управляющих программ для станков, CAM.

В этом пособии не будут рассмотрены все возможности данного ПО, но будут представлены ссылки на более информативные источники.

Стоит отметить, что хранилище *Fusion* является **облачным** продуктом, все ваши проекты и файлы сохраняются на серверах *Autodesk*, при этом вы можете экспортировать файлы на локальный ПК. Вы также можете создавать групповые проекты, чтобы контролировать доступ к вашим проектным данным и создавать проект командой.

СКАЧИВАНИЕ И УСТАНОВКА

Для скачивания данного продукта необходимо зарегистрироваться на сайте *Autodesk Fusion 360*.

о Персональная лицензия:
[https://www.autodesk.com/products/fusion-360/personal] о Учебная лицензия:
[https://www.autodesk.com/products/fusion-360/students-teachers-educators]

После перехода по указанной выше ссылке на открывшейся странице находим представленный на рисунке ниже раздел (см. рис. 2.1).

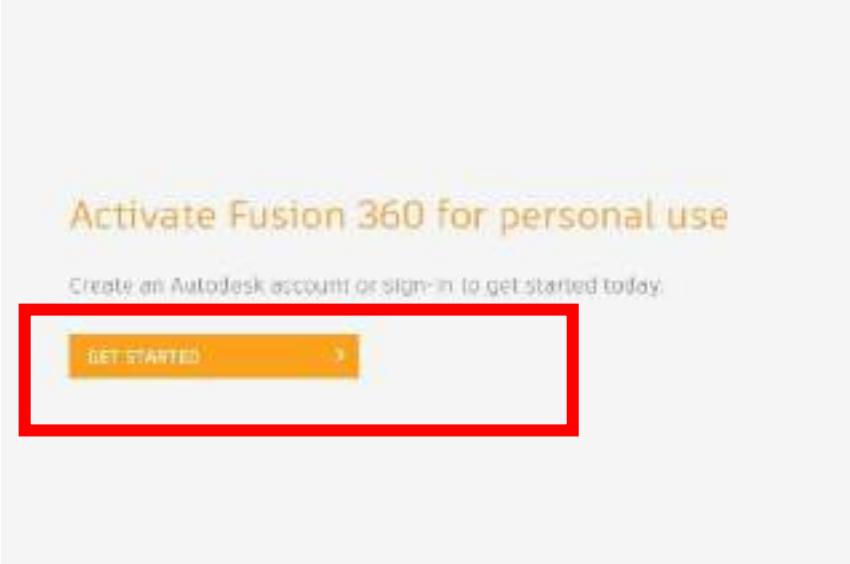


Рисунок 2.1

Для создания нового аккаунта выбираем *CREATE ACCOUNT*. Если вы уже имеете аккаунт *Autodesk*, просто войдите в него с помощью использованной почты.

Рисунок 2.2

Необходимо заполнить все поля на английском языке (см. рис. 2.2).

В пароле должны содержаться латинские буквы, хотя бы одна заглавная буква и хотя бы одна цифра.

Рисунок 2.3

После удачного создания аккаунта вам предложат скачать установщик (клиент).

Рисунок 2.4

После нажатия на *Get started* автоматически начинается скачивание (см. рис. 2.4).

Рисунок 2.5

Находим в загрузках скачанный клиент, двойным кликом запускаем установку и ждем окончания установки (см. рис. 2.5).

Далее на рабочем столе находим установленное приложение и запускаем его, после запуска вам нужно будет зайти в ранее созданный аккаунт *Autodesk*.

Практическое занятие
Среда работы с листовым металлом

Цель работы: познакомиться со средой работы с листовым материалом во «Fusion 360».

Инженеры Autodesk уже некоторое время занимаются разработкой нового модуля для проектирования изделий из листового металла в среде Fusion 360. Давайте сегодня посмотрим поближе на те функции этого модуля, которые появятся в нашем любимом Fusion 360 уже в ближайшее время.

В Autodesk понимают, что проектирование из листового металла должно базироваться на наборе свойств (толщина металла, минимальный радиус изгиба, типы просечек и разрывов и т.д.).

Ход работы:

Свойства листового металла (толщина, радиус изгиба, и т.д.) являются основой для инженера при проектировании. Для наглядности разработчики их назвали «правилами листового металла» во Fusion 360. Сейчас они создают простой инструментарий, который позволит проектировщикам создавать свою «библиотеку правил» при работе над изделиями из листового металла. Этот инструментарий будет основан на «стартовых» правилах, которые пользователи смогут копировать, редактировать и сохранять себе в библиотеку. Для людей, которые не имеют большого опыта работы с листовым металлом, Fusion 360 предоставит простые и понятные правила для начала работы. А для тех, кто уже обладает значительными знаниями, есть возможность увидеть новые удобные пути и возможности в процессе проектирования. Библиотека синхронизируется с вашим профилем, и, откуда бы вы не вошли в систему, вы всегда будете иметь к ней доступ. Просто выберите правило из библиотеки при создании нового компонента из листового металла, и все свойства из этого правила в дальнейшем будут применяться к нему автоматически.

Одной из основных частей процесса проектирования листовых деталей является создание различных сгибов и фланцев. Инженеры Autodesk постарались подойти к этому вопросу философски, хотя во многих системах проектирования различные типы фланцев и сгибов являются лишь разновидностями одного и того же. А наши разработчики хотят максимально упростить этот процесс для новичков во Fusion 360, но опытных инженеров обеспечить при этом более тонким, но таким же надежным функционалом. Идея состоит в том, чтобы вы могли создать новый фланец, затем щелкнуть правой кнопкой мыши, вызвать повтор этой команды, и раз за разом создавать таким образом подобные фланцы сколько потребуется. Если вы новичок, это сократит для вас время на обучение и научит быстро работать. Для опытного же специалиста главная цель – уменьшить количество выполняемых команд, о которых приходится посто-

янно думать. Такой подход позволит не мучиться каждый раз выбором одних и тех же опций, когда необходимо создать несколько однотипных фланцев.

Часто после того, как вы создали несколько сгибов или фланцев, необходимо нанести на них различные вырезы, в том числе через области сгибов. Другие системы проектирования обычно реализуют для таких моментов функции «временного разворачивания» детали, и Fusion 360 будет «уметь» нечто подобное. Но во Fusion 360 это команда будет похожа на создание эскиза или команду «лепки» (sculpt). Вы точно так же сможете «развернуть» своё изделие, сделать в нем необходимые прорези, а затем снова его «свернуть». Все эти прорези потом отразятся в сгруппированном виде на таймлайне, между «разверткой» и «сверткой». Благодаря этому группированию, вам потом будет удобнее при необходимости откатиться назад и что-то исправить в них.

Согласно заявлениям разработчиков, их первостепенная задача – создать с нуля удобный и мощный инструмент для работы с листовым металлом. Благодаря ему, вы сможете создавать новые детали из листового металла и отдельно, и в контексте сборки. Позднее будет также реализована возможность импортирования листовых деталей из сторонних САПР. Это позволит дорабатывать компоненты из листового металла вне зависимости от того, в какой САПР они были созданы. И еще одной нашей задачей станет преобразование твёрдого тела в деталь из листового металла. Пользователи Fusion 360 уже неоднократно просили о возможности начать с создания твердотельного параллелепипеда, затем его оболочки, затем обработки углов и стыков и затем превращением его в листовую деталь или даже разделением его на несколько листовых компонентов.

Сдайте работу преподавателю в формате f3d.

Список литературы

Основные печатные и/или электронные издания

1. Кравченко, Е. Г. Аддитивные технологии в машиностроении: учебное пособие для СПО / Е. Г. Кравченко, А. С. Верещагина, В. Ю. Верещагин. — Саратов: Профобразование, 2021. — 139 с.
2. 1. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. CAD : учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 220 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-12484-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/541923
3. 2. Копылов, Ю. Р. Компьютерные технологии в машиностроении. Практикум / Ю. Р. Копылов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 500 с. — ISBN 978-5-507-48772-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/362315 (дата обращения: 15.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Мещерякова, В.Б. Изготовление деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса: учебник для сред. проф. образования/ В.Б. Мещерякова. – М.: Академия, 2024. – 320 с. ISBN издания: 978-5-0054-2211-8
5. МуленкоВ.В., Компьютерные технологии и автоматизированные системы в машиностроении. -Москва: РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2019. – 723.2.2.
6. Штейнбах, О. Л. Инженерная и компьютерная графика. AutoCAD: учебное пособие для СПО / О. Л. Штейнбах, О. В. Диль. — Саратов: Профобразование, 2021. — 131 с.

3.2.2. Дополнительные источники

1. ГрибовскийА. А., А. И. Щеколдин Аддитивные технологии и быстрое производство в приборостроении. Учебное пособие – СПб: Университет ИТМО, 2018. – 48 с
2. Красильников Н., Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений, - СПб.: БХВ-Петербург, 2019.
3. В.Т.Безручко «Практикум по курсу «Информатика». Работа в Windows, Word, Excel. Москва «Финансы и статистика», 2015г.
4. Е.В.Михеева «Практикум по информационным технологиям в профессиональной деятельности», М, Издательский центр «Академия», 2013г.
5. Н.В. Макарова «Информатика и ИКТ. Задачник по моделированию», СПб., 2016г.
6. В.Т.Безручко «Практикум по курсу «Информатика». Работа в Windows, Word, Excel. Москва «Финансы и статистика», 2015г.
7. Е.В.Михеева «Практикум по информационным технологиям в профессиональной деятельности», М, Издательский центр «Академия», 2013г.
8. Н.В. Макарова «Информатика и ИКТ. Задачник по моделированию», СПб., 2016 г.
9. Все о Fusion 360 from Autodesk [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.autodesk.com/products/fusion-360
10. Getting started for absolute beginners [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://help.autodesk.com/view/fusion360/ENU/courses/
11. Product documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://help.autodesk.com/view/fusion360/ENU/?guid=GUID-1C665B4D-7BF7-4FDF-98B0-AA7EE12B5AC2
12. Forums Fusion 360 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://forums.autodesk.com/t5/fusion-360/ct-p/1234

Приложение 1.1. (01.02)
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ

«ПМ.01 Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования»

МДК 01.02. Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование

2025

Методические рекомендации по выполнению практических разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее ФГОС) и в соответствии с рабочей программой по дисциплине, входящей в профессиональный цикл, «ПМ.01 Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования» МДК 01.01. Методы создания и корректировки электронных моделей для профессии для специальности среднего профессионального образования (далее СПО) **15.02.09 Аддитивные технологии** (базовая подготовка).

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Ринейская Я.В., - преподаватель СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Пояснительная записка

Методические рекомендации по выполнению практических занятий составлены в соответствии с рабочими программами по профессиональному модулю «ПМ.01 Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования» МДК 01.02. Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование для профессии 15.02.09 Аддитивные технологии.

Выполнение практических занятий по профессиональному циклу для профессии 15.02.09 Аддитивные технологии является одним из важнейших условий реализации основной профессиональной образовательной программы.

Целью выполняемых работ является получение умений и знаний, которые необходимы обучающемуся для овладения им соответствующего вида профессиональной деятельности.

При выполнении практических работ основными задачами являются:

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;

2) выработка практических навыков самостоятельной работы;

3) подготовка обучающихся к будущей практической работе.

Содержание

№ пр. занятия	Название практической работы	Стр.
1.	Изучение устройства, принципа работы и алгоритмов построения трехмерных объектов с применением 3-D ручки.	5
2.	Изучение функциональных блоков оборудования для аддитивного производства.	11
3.	Изучение языка программирования G-код оборудования для аддитивного производства.	14
4.	Изучение технологии FDM/FFF.	17
5.	Изучение технологии DLP/LCD.	27
6	Изучение технологии DED/WAAM.	33
7.	Подготовка цифровой модели изделия (на основе физической модели).	38
8.	Подготовка цифровой модели изделия (на основе чертежа модели).	41
9.	Проверка и исправление ошибок в оцифрованных моделях.	44
10.	Список литературы	49

Практическое занятие
Изучение устройства, принципа работы и алгоритмов построения трехмерных объектов с применением 3-D ручки

Цель работы: ознакомление с устройством и принципом работы 3-D ручки.
Оборудование и инструменты: 3-D ручка, конструкционный материал.

Теоретический материал.

3D-ручка – это инструмент, позволяющий создавать трехмерные объекты из пластика. Это устройство появилось в 2013 году, а его разработчиками являются американцы Макс Боуг и Питер Дилворт. Эта идея пришла изобретателям в то время, когда их 3D-принтер отказался работать, а для того, чтобы выполнить заказ в срок, им необходимо было исправить недостаток в напечатанной пластиковой модели. Американцы разработали проект 3D-ручки и представили его на официальном сайте Kickstarter, который используют изобретатели всего мира для привлечения денежных средств на развитие своих творческих и научных проектов. Основной целью было набрать сумму в 30 тыс. долларов США для начала производства изделия. В итоге, инженерам удалось собрать более 2 млн. долларов для своего производства, что подтверждало большую заинтересованность потенциальных покупателей проектом.

3D-ручки отличаются друг от друга принципом работы. В зависимости от применяемого материала и особенностей формирования объектов различают:

- ✓ «горячие», которые используют полимерный сплав в виде пластиковой нити, намотанной на катушку, такие же нити используются и для 3D-принтеров;
- ✓ «холодные», которые работают с быстро затвердевающими пластиками – фотополимерами.

«Горячие» 3D-ручки на задней части корпуса имеют специальное отверстие, в которое заправляется конструкционный материал. Для начала работы необходимо нажать соответствующую кнопку на корпусе 3D-ручки. Внутри 3D-ручки находится автоматический механизм, который подводит нить к экструдеру, в нем пластик плавится и выходит наружу.

Большинство современных моделей 3D-ручек оснащены функцией регулировки скорости подачи материала, температуры нагрева и дисплеем, на котором отображается вся необходимая информация о режимах работы устройства. Металлический наконечник печатающей головки во время работы 3D-ручки нагревается до 240 градусов, что требует соблюдения правил безопасности, а неаккуратное и небрежное отношение при работе с 3D-ручкой увеличивает шансы получения ожога. Каждая «горячая» 3D-ручка оборудована встроенным мини-вентилятором, который способствует быстрому остыванию экструдированного пластика. Большинство «горячих» 3D-ручек работает от электрической сети (220В), но некоторые модели функционируют и от сменных элементов питания. «Горячие» 3D-ручки имеют небольшие размеры и хорошую эргономику, что позволяет легко удерживать ее одной рукой, что повышает ее функциональность. Большинство моделей поддерживают опцию быстрой смены пластиковых нитей, что позволяет комбинировать разные цвета при изготовлении одного объекта. Для таких ручек используются пластиковые нити из материалов ABS (Acrylonitrile butadiene styrene – акрилонитрил бутадиен стирол) или PLA (Polylactic Acid – полилактид). ABS-пластик является более долговечным, износостойким по сравнению с PLA-пластиком, хорошо подходит для ремонта бытовых предметов. Из недостатков ABS-пластика можно отметить наличие сильного запаха жженным материалом. Предметы, смоделированные с помощью PLA-пластика намного качественнее и прочнее, это достигается путем пониженной температуры плавления. PLA-пластик экологически чистый, биоразлагаемый материал, изготавливаемый из натуральных компонентов (возобновляемых источников, в частности из кукурузного крахмала или сахарного тростника).

«Холодные» 3D-ручки не имеют нагревательных элементов, заправляются специальными материалами, которые изменяют свои свойства под воздействием света – фотополимерами (светополимерами). Такие конструкционные материалы не имеют посторонних неприятных за-

пахов и полностью безопасны для человеческого здоровья. Фотополимеры для «холодных» 3D-ручек бывают различных цветов и обладают различными физико- механическими характеристиками (биоразлагаемые, токопроводящие и др.). В отличие от «горячих» 3D-ручек, застывание конструкционного материала происходит под воздействием ультрафиолетового света.

3D-ручки находят применение в различных сферах жизнедеятельности человека. Во-первых, 3D-ручки – это прекрасное устройство для детского творчества. Ребенок легко может справиться с таким устройством, обводя контур изображения, слой за слоем. В итоге получится объемная фигура. Постепенное повышение уровня сложности заданий приведет к тому, что ребенок сможет самостоятельно создавать пластиковые предметы в воздухе (необычные фигурки, кружевные украшения, вазочки и др.) без дополнительных шаблонов. Во-вторых, 3D-ручка является функциональным инструментом для решения различных бытовых проблем. Не редко в быту мы встречаемся с ситуациями, когда необходимо починить какое-либо устройство из пластика, улучшить его внешний вид. Конечно, не стоит сравнивать 3D-ручку и профессиональные 3D-принтеры, которые способны создавать точные изделия на основе 3D-моделей. Однако, 3D-ручка имеет компактные размеры и минимальный вес. Еще одно неоспоримое преимущество 3D-ручек – доступная цена, как на саму ручку, так и расходные материалы.

Наиболее популярными на рынке являются следующие модели:

- ✓ 3D-MAKING;
- ✓ Avocadoffka;
- ✓ Funtastique;
- ✓ Gynobu;
- ✓ Honya;
- ✓ Ihippo;
- ✓ LV&Deluxe;
- ✓ MozgoБум;
- ✓ MyRiwell;
- ✓ UNID.

3-D ручка 3DPEN–2B представляет собой устройство, позволяющее вручную создавать объекты из пластика методом FDM (моделирование методом наплавления). 3-D ручка выполняет те же функции, что и экструдер с нагревающим элементом в 3-D принтерах, работающих по указанной технологии: нагрев и выдавливание конструкционного материала через сопло. В отличие от 3-D принтеров, которые послойно изготавливают детали по точной математической модели, при использовании 3-D ручки необходимо вручную повторять сечения изделия. Из-за этого серьёзно снижается точность и качество изделий, так как при их изготовлении невозможно использовать заранее подготовленные шаблоны.

Несмотря на указанный недостаток при создании 3-D моделей изделий, 3-D ручка позволяет создавать отдельные грани, которые в последующем могут быть соединены тем же конструкционным материалом, так как у 3-D ручки нет ограничений на степени свободы, в отличие от экструдера 3- D принтеров. Это позволяет ускорить создание изделий, которые имеют простую геометрию.

Технические характеристики 3DPEN–2B представлены в таблице 1.

Таблица 1.1 Технические характеристики 3-D ручки 3DPEN–2B

Диаметр сопла, мм	0,4
Диаметр нити, мм	1,75

Конструкционные материалы	Пластиковая нить из ABS или PLA
Регулировка температуры	Ручная
Вес, гр	62

Основными областями применения 3-D ручек являются:

1. Создание двух и трехмерных объектов, не требующих высокой точности изготовления;
2. Декорирование, художественная доработка и др.;
3. Возможность соединения двух и более отдельных частей в единое изделие (в данном случае соединение элементов с помощью 3DPEN–2B является аналогом сварки металлических изделий);
4. Восстановление изделий из пластика, при их разрушении.

На рисунке 1.1 показан общий вид 3-D ручки 3DPEN–2B с указанием основных конструкционных элементов и органов управления.

Рис. 1.1. Общий вид 3-D ручки 3DPEN–2B

A. Разъём питания;
B. Отверстие для загрузки конструкционного материала;
C. Кнопка повышения температуры нагрева конструкционного материала;
D. ЖК-дисплей, показывающий значение температуры нагрева конструкционного материала;
E. Кнопка понижения температуры нагрева конструкционного материала;
F. Кнопка выгрузки конструкционного материала;
G. Кнопка регулировки скорости подачи конструкционного материала;
H. Кнопка загрузки конструкционного материала;
I. Решётка для теплоотвода;
J. Сопло;

К. Наконечник.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с теоретической частью, касающейся устройства и принципа работы 3-D ручки 3DPEN–2B;
2. Подготовить 3-D ручку 3DPEN–2B к работе (подключить устройство к электросети, загрузить конструкционный материал, установить требуемые параметры работы для применяемого материала);
3. После нагрева пластика до требуемой температуры плавления, создать элементы по эскизам шаблонов, приведенных на рисунках 1.2 – 1.4. Толщина каждого элемента ≈ 1,4 мм, что соответствует двум слоям при диаметре сопла 0,7 мм.

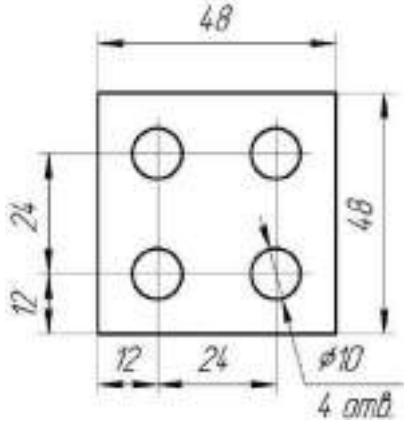


Рис.1.2. Эскиз шаблона крышки (1шт.)

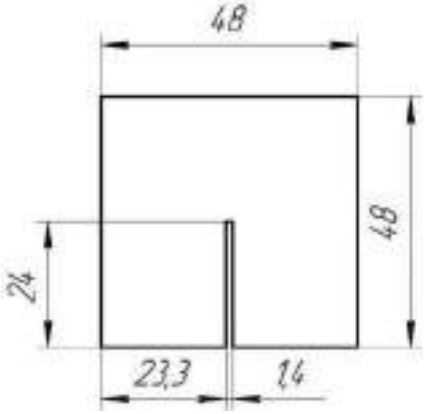


Рис.1.3. Эскиз шаблона ребра жёсткости (2 шт.)

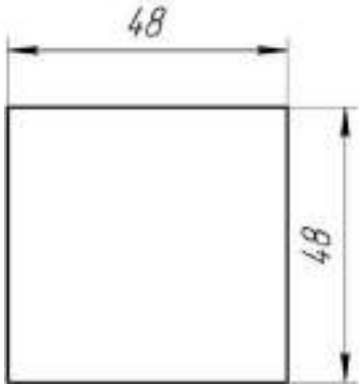


Рис.1.4. Эскиз шаблона стенки (5 шт.)

Произвести сборку отдельных элементов, изготовленных на предыдущем этапе, и соединить их, как показано на рисунках 1.5 – 1.7 (черным цветом показаны места соединения деталей с помощью их сплавления конструкционным материалом);

Рис.1.5. Соединение дна с ребром жёсткости. Паять вдоль стыка, не доходя до середины

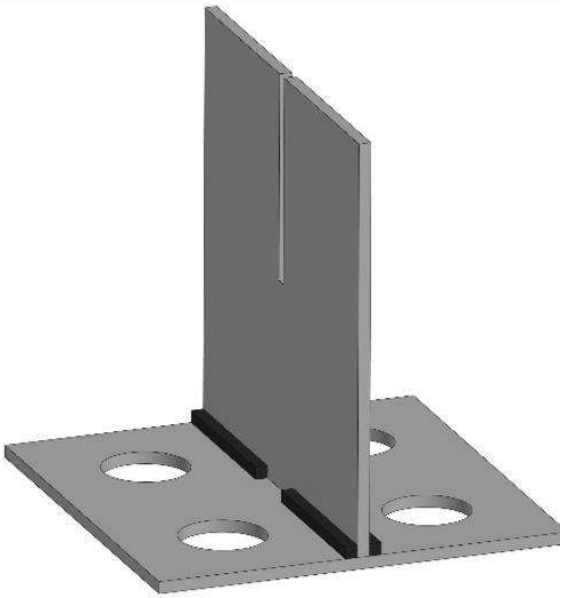


Рис.1.6. Соединение крышки с ребром жёсткости. Паять вдоль стыка, не доходя до середины

Рис.1.7. Соединение двух подсборок без сплавления

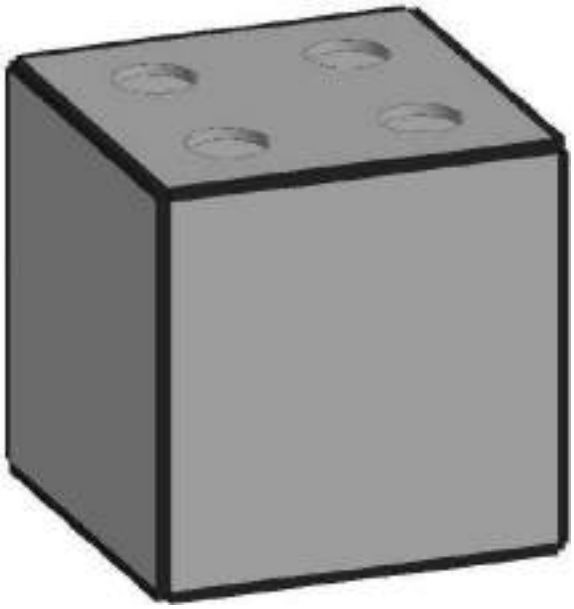


Рис.1.8. Добавление боковых стенок, соединение материалом по периметру

Отчет должен содержать:

1. Цель и краткие теоретические сведения
2. Изображения внешнего вида 3-D ручки 3DPEN–2B с указанием основных конструктивных элементов;
3. Изображения, иллюстрирующие процесс выполнения практической работы в соответствии с приведенным описанием;
4. Вывод по выполненной практической работе.

Контрольные вопросы:

1. Какая технология применяется при создании изделий с использованием 3-D ручки 3DPEN–2B?
2. Какие конструкционные материалы применяются для построения изделий с использованием 3-D ручки 3DPEN–2B? Дайте их характеристику.
3. Укажите основные технические характеристики 3-D ручки 3DPEN– 2B.
4. Укажите основные преимущества и недостатки использования 3-D ручки 3DPEN–2B.
5. Опишите основные этапы изготовления изделий с применением 3-D ручки 3DPEN–2B.

Практическое занятие
Изучение функциональных блоков оборудования для аддитивного производства

Цель: Изучение функциональных блоков оборудования для аддитивного производства.

Оснащение кабинета: ПК, методические указания к лабораторной работе, установочные диски.

Теоретический материал.

Аддитивное производство (АП) (аддитивный технологический процесс) (additive manufacturing) – процесс изготовления деталей, который основан на создании физического объекта по электронной геометрической модели путем добавления материала, как правило, слой за слоем, в отличие от вычитающего (субтрактивного) производства (механической обработки) и традиционного формообразующего производства (литья, штамповки).

Оборудование для аддитивного производства – станок с числовым программным управлением, реализующий только аддитивные операции, то есть добавляющий порции материала к заготовке.

Таблица 1 – Классификация функциональных блоков оборудования для аддитивного производства

Блок /параметр	Тип / значение
Аппаратная часть	
Рама	Цельная
	Сборная
Корпус	Открытый
	Закрытый
Компоновка	Горизонтальная
	Вертикальная
	Наклонная
Кинематика	Картезианская – основаны на декартовой системе координат, оси X, Y и Z («Prusa», консольный принтер, H-bot, Core-XY, «Makerbot», «Ultimaker», Core-XYZ, IDEX, конвейерный тип)
	Параллельная – все оси одновременно отвечают за положение печатающей рабочего инструмента в пространстве (дельта роботы, гексаподы)
	Полярная – отличие в замене декартовых координат на полярные в горизонтальной плоскости
	Роботизированные манипуляторы

	SCARA – основана на перемещение рабочего инструмента в горизонтальной плоскости (X и Y) за счет сочленения рычажного механизма. Перемещение рабочего инструмента вдоль оси Z вместе с этим механизмом происходит по вертикальной направляющей
	Гибридная – сочетает два и более вида кинематики
Количество осей	3 оси
	4 оси
	5 осей
	6 и более осей
Направляющие	Качения (роликовые, шариковые)
	Скольжения (гидростатические, гидродинамические, аэростатические, аэродинамические)
	Комбинированные
Механическая передача	Вращательная (зубчатая, планетарная, волновая, цепная, ременная, фрикционная, циклоидальная, карданная, муфты)
	Прямолинейная (реечная, передача винт-гайка)
	Гальванометрические сканаторы (для лазеров)
Двигатели	Шаговые двигатели (ШД)
	Серводвигатели
Рабочий стол	Неподвижный
	Подвижный
Рабочий инструмент	Устройство подачи материала (экструдер, форсунки, устройство подачи проволоки, порошка)
	Устройство передачи энергии материалу (нагреватель, электрод, лазер, электронно-лучевая пушка, УФ-излучатель)
Устройства обратной связи	Концевые выключатели (оптические, индуктивные, механические)
	Энкодеры вращательные и линейные, накапливающие (инкрементные) и абсолютные (позиционные) (оптические, резистивные, магнитные, индуктивные, механические)
	Терморезисторы, термопары
	Видеокамеры, лидары
Устройства управления	Контроллер
	Устройство ручного ввода информации
	Реле
	Драйверы двигателей
Устройства питания	Постоянного тока
	Переменного тока
	Комбинированное питание
	Цельное
	Раздельное
Вспомогательные системы	Системы нагрева (электронагреватели, термокамера)
	Системы охлаждения (вентиляторы, водяное охлаждение, элементы Пельтье)
	Системы коммуникации (провода, подача газов, жидкостей)
Программная часть	
Программное обеспечение (ПО)	Для формирования и реализации управляющей программы

Технические характеристики	
Производитель	Наименование
Модель	Наименование
Страна	Наименование
Материал печати	Тип
Технология печати	Тип
Область построения	XxYxZ мм
Скорость построения	мм/с; мм/мин; мм/ч
Электропитание	V, Hz
Габариты товара	XxYxZ мм
Вес нетто	кг

Расчет перемещений для наиболее часто используемых механических передач в оборудовании для аддитивного производства:

- расчет количества шагов на 1 оборот ШД

$$x = \frac{360}{\alpha \cdot y}\ [\text{шаг./об.}],$$

где α – величина шага ШД; y – разрешение микрошага;

- расчет количества шагов зубчатой передачи

$$s = \frac{x}{m \cdot z}\ [\text{шаг./мм.}],$$

где m – модуль зубчатого колеса, мм; z – количество зубьев зубчатого колеса;

- расчет количества шагов реечной передачи

$$s = \frac{x}{m \cdot z}\ [\text{шаг./мм.}],$$

где m – модуль зубчатого колеса, мм; z – количество зубьев зубчатого колеса;

- расчет количества шагов ременной передачи

$$s = \frac{x}{t \cdot z}\ [\text{шаг./мм.}],$$

где t – шаг резьбы, мм; z – количество заходов резьбы.

Рисунок 1 – 3D принтер ЛенГрупп NEO

Рисунок 2 – 3D принтер Anycubic Photon M3

Рисунок 3 – 3D принтер ЮЗГУ WAAM

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с техникой безопасности и правилами поведения в лаборатории;
2. Выполнить расчеты в соответствии с заданием преподавателя;
3. Внимательно изучить устройство и правила эксплуатации 3D принтера;
4. Внимательно изучить ПО;
5. Выполнить классификацию функциональных блоков оборудования для аддитивного производства (Таблица 2).
6. Оформить отчёт о выполнении практической работы.

Таблица 2 – Форма таблицы классификации

Блок / параметр	**Тип / значение**
Аппаратная часть	
Программная часть	
Технические характеристики	

Контрольные вопросы

1. Дайте определение аддитивному производству (АП) (аддитивный технологический процесс) (additive manufacturing);
2. Дайте определение оборудованию для аддитивного производства;
3. Какие существуют функциональные блоки оборудования для аддитивного производства?

Практическое занятие
Изучение языка программирования G-код оборудования для аддитивного производства

Цель: Изучение языка программирования G-code оборудования для аддитивного

Краткие теоретические сведения

G-код (G-code) – условное именование языка программирования устройств с числовым программным управлением (ЧПУ). Был создан компанией Electronic Industries Alliance в начале 1960-х. Окончательная доработка была одобрена в феврале 1980 года как стандарт RS274D. Комитет ISO утвердил G-код как стандарт ISO 6983-1:2009, Госкомитет по стандартам СССР – как ГОСТ 20999-83. В советской технической литературе G-код обозначается как код ИСО 7-бит (ISO 7-bit), это вызвано тем, что G-код кодировали на 8- дорожечную перфоленту в коде ISO 7-bit (разработан для представления информации УЧПУ в виде машинного кода так же, как и коды AEG и PC8C), восьмая дорожка использовалась для контроля чётности.

Производители систем УЧПУ (CNC), как правило, используют ПО управления станком, для которого написана (оператором) программа обработки в качестве осмысленных команд управления, используется G-код в качестве базового подмножества языка программирования, расширяя его по своему усмотрению.

G-code – это также стандартный язык, используемый многими моделями 3D-принтеров для управления процессом печати. Файлы GCODE могут быть открыты с помощью различных программ 3D- печати, например, Simplify3D, GCode Viewer, а также с помощью текстового редактора, поскольку их содержимое представляет собой обычный текст.

Отличие G-code оборудования для аддитивного производства от классического G-code часто состоит лишь в наличии уникальных команд для того или иного типа устройств.Практическое занятие

Основные команды G-code

Команда	Описание	Применение			
		G-code	Mach3	grbl	Marlin
Основные команды					
G00	Ускоренное перемещение инструмента (холостой ход)	Да	Да	Да	Да
G01	Линейная интерполяция	Да	Да	Да	Да
G02	Круговая интерполяция по часовой стрелке	Да	Да	Да	Да

G03	Круговая интерполяция против часовой стрелки	Да	Да	Да	Да
G04	Задержка выполнения программы	Да	Да	Да	Да
G10	Переключение абсолютной системы координат	Да	Да	Да	Да (Откат пластика)
G11	Подача пластика	Нет	Нет	Нет	Да
G12	Круглый карман по часовой стрелке	Нет	Да	Нет	Да (Очистка сопла)
G13	Круглый карман против часовой стрелки	Нет	Да	Нет	Нет
G15	Переход в полярную (цилиндрическую) систему координат	Да	Да	Нет	Нет
G16	Отмена полярной системы координат	Да	Да	Нет	Нет
G17	Выбор рабочей плоскости X-Y	Да	Да	Да	Да
G18	Выбор рабочей плоскости Z-X	Да	Да	Да	Да
G19	Выбор рабочей плоскости Y-Z	Да	Да	Да	Да
G20	Режим работы в дюймовой системе	Да	Да	Да	Да
G21	Режим работы в метрической системе	Да	Да	Да	Да
G22	Активировать установленный предел перемещений	Да	Нет	Нет	Нет
G28	Вернуться на референтную точку	Да	Да	Да	Да
G28.1	Базовые оси	Нет	Да	Да	Нет
G29	Создание сетки кривизны стола	Нет	Нет	Нет	Да
G30	Поднятие по оси Z на точку смены инструмента	Да	Да	Да	Да (одиночный Z-щуп)
G30.1	Установка заранее определенной позиции	Нет	Нет	Да	Нет
G31	Перемещение осей в заданную позицию	Нет	Да	Нет	Да (доксани)
G38.2	Проба в направлении рабочего стола, остановка при контакте, ошибка в случае неудачи	Нет	Нет	Да	Да
G38.3	Проба в направлении рабочего стола, остановка при контакте	Нет	Нет	Да	Да

G38.4	Проба в направлении от рабочего стола, остановка при разрыве контакта, ошибка в случае неудачи	Нет	Нет	Да	Да
G38.5	Проба в направлении от рабочего стола, остановка при разрыве контакта	Нет	Нет	Да	Да
G40	Отмена компенсации радиуса инструмента	Да	Да	Да	Нет
G41	Компенсировать радиус инструмента слева от траектории	Да	Да	Нет	Нет
G42	Компенсировать радиус инструмента справа от траектории	Да	Да	Нет	Да (Переход к координатам сетки)
G43	Компенсировать длину инструмента в положительную сторону	Да	Нет	Нет	Нет
G43.1	Смещение длины инструмента	Нет	Нет	Да	Нет
G44	Компенсировать длину инструмента в отрицательную сторону	Да	Нет	Нет	Нет
G49	Отмена компенсации длины инструмента	Да	Да	Да	Нет
G50	Сброс всех масштабирующих коэффициентов в 1,0	Да	Да	Нет	Нет
G51	Назначение масштабов	Да	Да	Нет	Нет
G53	Переход в систему координат станка	Да	Да	Да	Да
G54-G59	Переключиться на заданную оператором систему координат	Да	Да	Да	Да
G61-G64	Переключение режимов Точный Стоп/Постоянная скорость	Да	Да	Нет	Да (Сохранить текущую позицию / Возврат в сохраненную позицию)
G68	Поворот координат на нужный угол	Да	Нет	Нет	Нет
G70	Цикл продольного чистового точения	Да	Нет	Нет	Нет

G71	Цикл многопроходного продольного чернового точения	Да	Нет	Нет	Нет
G80	Отмена циклов сверления, растачивания, нарезания резьбы метчиком и т. д.	Да	Да	Да	Да (Отмена текущего режима движения)
G81	Цикл сверления	Да	Да	Нет	Нет
G82	Цикл сверления с задержкой	Да	Да	Нет	Нет
G83	Цикл прерывистого сверления	Да	Да	Нет	Нет
G84	Цикл нарезания резьбы	Да	Да	Нет	Нет
G85	Стандартный цикл развёртывания	Нет	Да	Нет	Нет
G86	Предполагаемый постоянный цикл растачивания	Нет	Да	Нет	Нет
G87	Предполагаемый постоянный цикл обратного растачивания	Нет	Да	Нет	Нет
G88	Предполагаемый постоянный цикл растачивания	Нет	Да	Нет	Нет
G89	Постоянный цикл растачивания	Нет	Да	Нет	Нет
G90	Задание абсолютных координат опорных точек траектории	Да	Да	Да	Да
G91	Задание координат инкрементально относительно координат последней введённой опорной точки	Да	Да	Да	Да
G91.1	Режимы расстояния Arc IJK	Нет	Нет	Да	Нет
G92	Координаты смещения и заданные параметры	Да	Да	Да	Да
G92.1	Отмена G92 и параметров	Нет	Да	Да	Нет
G92.2	Отмена G92 с сохранением параметров	Нет	Да	Нет	Нет
G92.3	Отмена параметров	Нет	Да	Нет	Нет
G93	Обратный режим подачи времени	Нет	Да	Да	Нет
G94	F (подача) – в формате мм/мин	Да	Да	Да	Нет
G95	F (подача) – в формате мм/об	Да	Да	Нет	Нет
G98	Возврат к исходному уровню после постоянных циклов	Нет	Да	Нет	Нет
G99	После каждого цикла не отходить на <проходную точку>	Да	Да	Нет	Нет
Технологические команды					

M00	Приостановить работу станка до нажатия кнопки <старт> на пульте управления, так называемая <безусловная технологическая остановка>	Да	Да	Да	Да
M01	Приостановить работу станка до нажатия кнопки <старт>, если включён режим подтверждения остановки	Да	Да	Да	Да
M02	Конец программы, без сброса модальных функций	Да	Да	Да	Да
M03	Начать вращение шпинделя по часовой стрелке	Да	Да	Да	Да
M04	Начать вращение шпинделя против часовой стрелки	Да	Да	Да	Да
M05	Остановить вращение шпинделя	Да	Да	Да	Да
M06	Сменить инструмент	Да	Да	Нет	Нет
M07	Включить дополнительное охлаждение	Да	Да	Да	Да
M08	Включить основное охлаждение	Да	Да	Да	Да
M09	Выключить охлаждение	Да	Да	Да	Да
M13	Включить одновременно охлаждение и вращение шпинделя по часовой стрелке	Да	Нет	Нет	Нет
M14	Включить одновременно охлаждение и вращение шпинделя против часовой стрелки	Да	Нет	Нет	Нет
M17	Возврат из подпрограммы или из макроса (действие аналогично M99)	Да	Нет	Нет	Да (Включить/Подать питание на все шаговые двигатели)
M18	Убрать ток с двигателей (действие аналогично M84)	Нет	Нет	Нет	Да
M20	Список файлов на SD карте	Нет	Нет	Нет	Да
M21	Инициализация SD карты	Нет	Нет	Нет	Да
M22	Освобождение SD карты	Нет	Нет	Нет	Да
M23	Выбор файла на SD карте	Нет	Нет	Нет	Да
M24	Начало/продолжение печати с SD карты	Нет	Нет	Нет	Да
M25	Замена инструмента вручную	Да	Нет	Нет	Да (Пауза печати с SD карты)
M28	Начать запись на SD карту	Нет	Нет	Нет	Да

M29	Остановить запись на SD карту	Нет	Нет	Нет	Да
M30	Конец программы, со сбросом модальных функций и изменением указателя номера кадра на начало программы	Да	Да	Да	Да (Удалить файл с SD карты)
M32	Выбрать файл и начать печать с SD карты	Нет	Нет	Нет	Да
M47	Повторить программу с первой строки	Нет	Да	Нет	Нет
M48	Разрешить переопределять скорость подачи	Да	Да	Нет	Да (Проверка повторяемости зонда)
M49	Запретить переопределение скорости подачи	Да	Да	Нет	Нет
M80	Включить блок питания ATX	Нет	Нет	Нет	Да
M81	Выключить блок питания ATX	Нет	Нет	Нет	Да
M82	Установить экструдер в абсолютный режим	Нет	Нет	Нет	Да
M83	Установить экструдер в относительный режим	Нет	Нет	Нет	Да
M84	Перевести моторы в режим ожидания	Нет	Нет	Нет	Да
M92	Установить количество шагов по осям на единицу	Нет	Нет	Нет	Да
M97	Запуск подпрограммы, находящейся в той же программе	Да	Нет	Нет	Нет
M98	Запуск подпрограммы, находящейся отдельно от основной программы	Да	Да	Нет	Нет
M99	Конец подпрограммы и переход в вызвавшую программу	Да	Да	Нет	Нет
M104	Установить температуру экструдера и НЕ ждать	Нет	Нет	Нет	Да
M105	Получить температуру экструдера	Нет	Нет	Нет	Да
M106	Включить вентилятор обдува детали	Нет	Нет	Нет	Да
M107	Выключить вентилятор	Нет	Нет	Нет	Да
M108	Отменить нагрев	Нет	Нет	Нет	Да
M109	Установить температуру экструдера и ждать	Нет	Нет	Нет	Да
M110	Установить номер текущей строки	Нет	Нет	Нет	Да

M112	Экстренная остановка	Нет	Нет	Нет	Да
M114	Получение текущих позиций	Нет	Нет	Нет	Да
M115	Получить версию прошивки	Нет	Нет	Нет	Да
M119	Получить статус концевиков	Нет	Нет	Нет	Да
M140	Установить температуру стола и НЕ ждать	Нет	Нет	Нет	Да
M190	Установить температуру стола и ждать	Нет	Нет	Нет	Да
M200	Установить РЕАЛЬНЫЙ диаметр прутка филамента.	Нет	Нет	Нет	Да
M201	Установка максимальных ускорений (в мм/с^2)	Нет	Нет	Нет	Да
M202	Установка максимального ускорения для простого(холостого) перемещения	Нет	Нет	Нет	Да
M203	Установка максимальной скорости (в мм/с)	Нет	Нет	Нет	Да
M204	Установка ускорений (в мм/с^2)	Нет	Нет	Нет	Да
M205	Установка максимальных рывков (jerk) (мм/сек)	Нет	Нет	Нет	Да
M206	Установка смещений относительно концевиков (ноля)	Нет	Нет	Нет	Да
M207	Установка параметров ретракта (втягивание прутка)	Нет	Нет	Нет	Да
M208	Параметры восстановления подачи прутка после ретракта	Нет	Нет	Нет	Да
M209	Вкл/выкл автоматического ретракта	Нет	Нет	Нет	Да
M218	Установка смещения головы	Нет	Нет	Нет	Да
M301	Записать PID параметры хотэнда	Нет	Нет	Нет	Да
M302	Разрешить выдавливание при температуре Snnn и выше	Нет	Нет	Нет	Да
M303	Запустить процесс PID калибровки для стола/хотэнда	Нет	Нет	Нет	Да
M304	Записать PID параметры стола	Нет	Нет	Нет	Да
M404	Установка номинальной толщины филамента 1,75 или 3	Нет	Нет	Нет	Да
M420	Вкл/выкл использования сетки компенсации кривизны стола (MESH_BED_LEVELING)	Нет	Нет	Нет	Да
M500	Сохранение данных в EEPROM	Нет	Нет	Нет	Да
M504	Чтение данных из EEPROM	Нет	Нет	Нет	Да
M600	Команда для автоматической смены филамента	Нет	Нет	Нет	Да
Параметры команд					
X	Перемещение инструмента в заданную точку с заданной координатой по оси X	Да	Да	Да	Да
Y	Аналогично X по оси Y	Да	Да	Да	Да
Z	Аналогично X по оси Z	Да	Да	Да	Да
A	Аналогично X по оси A	Да	Да	Да	Да

B	Аналогично X по оси B	Да	Да	Да	Да
C	Аналогично X по оси C	Да	Да	Да	Да
E	Аналогично X по оси E	Нет	Нет	Нет	Да
P	Время задержки в миллисекундах	Да	Да	Да	Да
O	Метка подпрограммы с указанным номером	Да	Да	Нет	Да
F	Линейная скорость перемещения инструмента	Да	Да	Да	Да
S	Частота вращения шпинделя в оборотах в минуту	Да	Да	Да	Да
T	Указание номера инструмента в команде смены инструмента	Да	Да	Да	Да
R	Расстояние отвода инструмента в повторяющихся циклах обработки	Да	Да	Да	Да
D	Параметр коррекции радиуса выбранного инструмента	Да	Да	Нет	Да
L	Число вызовов подпрограммы, число вызовов макроса, или количество циклов в повторяющихся операциях	Да	Да	Да	Да
I	Указание смещения по оси X координаты центра дуги при круговой интерполяции перемещения инструмента (см G02, G03)	Да	Да	Да	Да
J	Аналогично параметру I для оси Y	Да	Да	Да	Да
K	Аналогично параметру I для оси Z	Да	Да	Да	Да
N	Номер кадра	Да	Да	Да	Да

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с техникой безопасности и правилами поведения в лаборатории;
2. Составить управляющую программу в соответствии с заданием преподавателя;
3. Внимательно изучить устройство и правила эксплуатации 3D принтера;
4. Внимательно изучить ПО;
5. Выполнить симуляцию составленной управляющей программы, при необходимости внести коррективы;

Форма отчетной таблицы

Задание	G-code

Оформить отчёт о выполнении практической работы.

Контрольные вопросы

Дайте определение G-code;

Какие существуют виды команд в G-code?

Какие существуют параметры команд в G-code?

Практическое занятие
Изучение технологии FDM/FFF

Цель работы: Изучение технологии FDM/FFF.

Краткие теоретические сведения

Экструзия материала (material extrusion) – процесс АП, в котором материал выборочно подается через сопло или жиклер.

Процесс экструзии материала приведен на рисунке.

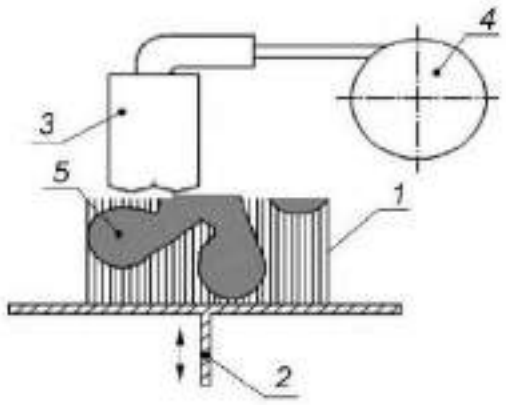


Рисунок – Схема процесса экструзии материала: 1 – поддерживающая структура; 2 – строительная платформа и подъемник; 3 – подогреваемое сопло; 4 – поставка сырья; 5 – получаемый продукт.

Для данного процесса необходимо следующее оборудование: строительная платформа и подъемник, подогреваемое сопло.

Сырье: волокно или пасты, как правило, термопласты и структурная керамика.

Механизм связи: химическая и/или термическая реакция связывания.

Источник активации: тепло, ультразвук или химическая реакция между компонентами.

Вторичная обработка: удаление поддерживающей структуры FDM (Fused Deposition Modeling) – метод послойного наплавления с использованием пластиковой нити или гранул. Принцип работы основан на изготовлении объекта путем послойного нанесения предварительно расплавленного гранулированного пластика или расплавленной пластиковой нити. Другое название этой технологии – FFF (Fused Filament Fabrication)

Рисунок – Схема процесса FDM/FFF

Технология FDM/FFF – наиболее распространенная форма 3D- печати потребительского уровня, чему способствовало распространение любительских 3D-принтеров.

Технология FDM/FFF хорошо подходит для изготовления базовых экспериментальных моделей, а также для быстрого и недорогого создания прототипов простых изделий, например, деталей, которые обычно подвергаются механической обработке.

Технология FDM/FFF потребительского класса имеет самое низкое разрешение и точность по сравнению другими процессами 3D-печати из пластмасс, из-за чего она не подходит для печати сложных конструкций или моделей с замысловатыми элементами. Повысить качество поверхности моделей, напечатанных по этой технологии, можно с помощью химических и механических процессов полировки. Решить эти проблемы могут промышленные 3D-принтеры на базе технологии FDM/FFF, которые предлагают более широкий ассортимент инженерных термопластов, но и стоят значительно дороже.

Каждый слой формируется термопластичной нитью. Иногда, если слои не полностью прилегают друг к другу, между ними могут остаться пустоты. В результате получаются ***анизотропные*** модели, что важно учитывать при проектировании изделий, которые должны выдерживать нагрузку и быть устойчивыми к натяжению.

Таблица – Материалы технологии FDM/FFF

Материалы	Характеристики	Применение
ABS (акрилонитрил-бутадиен- стирол)	Прочный и долговечный Термостойкий и ударопрочный Потребность в подогреваемой платформе для печати Потребность в вентиляции	Функциональные прототипы
PLA (полимолочная кислота)	Самый простой материал для печати по технологии FDM Прочный, жесткий, но хрупкий Менее устойчивый к воздействию температуры и химических веществ Биоразлагаемый Не имеет запаха	Концептуальные модели Реалистичные прототипы
PETG (полиэтилентерефталат-гликоль)	Совместим с низкими температурами печати для ускоренного производства Устойчивый к воздействию влаги и химических веществ Высокая прозрачность Может быть совместим с пищевыми продуктами	Применение для обеспечения водонепроницаемости Компоненты с соединениями на защелках
Nylon (нейлон)	Жесткий, долговечный и легкий Прочный и частично гибкий Термостойкий и ударопрочный Сложный для печати по технологии FDM	Функциональные прототипы Износостойкие модели

TPU (термополиуретан)	Гибкий и поддающийся растяжению Ударопрочный Превосходно гасит вибрации	Гибкие прототипы
PVA (поливиниловый спирт)	Материал для создания растворимых поддерживающих структур, растворяется в воде	Материал для поддерживающих структур
HIPS (Ударопрочный полистирол)	Материал для создания растворимых поддерживающих структур, наиболее часто используемый с АБС Растворяется в D-лимонене	Материал для поддерживающих структур
Композитные материалы (углеродное волокно, кевлар, оптоволокно)	Прочный, жесткий и невероятно твердый Совместим только с некоторыми дорогими промышленными 3D- принтерами на базе технологии FDM	Функциональные прототипы Зажимные и крепежные приспособления, инструментальная оснастка

Филамент — это необходимое сырье для FDM/FFF 3D принтеров и на сегодняшний день существуют тысячи различных филаментов, каждый из которых изготавливается с использованием различных материалов и добавок. Но всех их объединяет один способ изготовления: с помощью экструдера.

В данном случае экструдеры для производства филаментов — это не то же самое, что экструдер в FDM/FFF 3D принтерах. Это устройства, которые расплавляют гранулы пластика и проталкивают расплавленный пластик через сопло, создавая нитевидную форму филамента для 3D-печати.

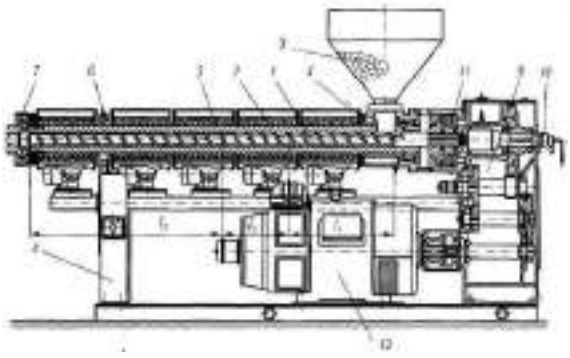


Рисунок – Принципиальное устройство одношнекового экструдера: 1 – шнек, 2 – материальный цилиндр, 3 – бункер, 4 – каналы, 5 – зонные кольцевые нагреватели, 6 – термопары, 7 – формующая головка, 8 – массивный корпус, 9 – механическая передача, 10 – патрубок для отвода охлаждающей воды, 11 – подшипниковый узел, 12 – электродвигатель.

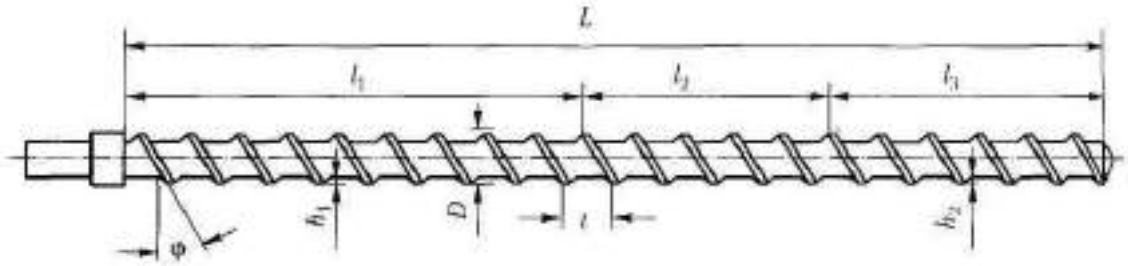


Рисунок – Шнек экструдера однозаходный

D, мм – диаметр шнека с гребнем;

L, мм – длина шнека

z, мм – радиальный зазор между гребнями шнека и рабочим цилиндром;

$h_1 = h_2 = h_3$, мм – глубина винтового канала шнека (постоянная); δ, мм – толщина гребня шнека;

t, мм – шаг винтовой нарезки шнека; φ, ° – угол винтовой нарезки;

i – число заходов винтовой нарезки; n, $с^{-1}$ – частота вращения шнека;

L/D – отношение длины шнека к его диаметру; l_1 – питающая зона шнека, м;

l_2 – зона сжатия шнека, м;

l_3 – зона нагнетания (дозирования) шнека, м.

Расчёт формующей головки экструдера

Экструзионная головка экструдера филамента состоит из трёх участков по ходу движения расплава полимера:

— цилиндрический участок L_1,

— конический участок L_2,

— цилиндрический участок L_3.

Сопротивление канала формующей головки течению расплава определим как:

$$W = \frac{1}{k}\,[см^3],$$

где k – коэффициент геометрической формы канала, который рассчитывается для каждого участка канала, а затем вычисляется суммарный коэффициент:

$$K_{\Sigma} = \frac{1}{\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \ldots + \frac{1}{k_i}},$$

Коэффициент геометрической формы первого (цилиндрического) участка канала вычислим по формуле:

$$k_1 = \frac{\pi d^4}{128L}\,[\text{см}^3],$$

где d_1 – диаметр первого (цилиндрического) участка канала, см;

L_1 – длина первого (цилиндрического) участка канала, см.

Коэффициентгеометрической формы третьего (цилиндрического) участка канала вычислим по формуле:

$$k_2 = \frac{3\pi D^3 d^3}{128L(D^2+Dd+d^2)}\,[\text{см}^3],$$

где D_2 и d_2 диаметры конуса на входе и выходе расплава, см;
L_2 – длина второго участка канала, см.

Коэффициент геометрической формы третьего (сужающегося) участка канала вычислим по формуле:

$$k_3 = \frac{\pi d^4}{128L} [\text{см}^3],$$

где d_3 – диаметр первого (цилиндрического) участка канала, см;
L_3 – длина третьего (цилиндрического) участка канала, см.

Рассчитав значения коэффициентов геометрической формы для всех участков, определим общий коэффициент геометрической формы канала, а затем вычислим сопротивление канала течению расплава.

3D принтер ЛенГрупп NEO

Технические характеристики 3D принтера ЛенГрупп NEO

Общие	
Производитель	ЛенГрупп
Модель	NEO
Страна	Россия
Основные	
Материал печати	Пластиковая нить
Технология печати	FDM/FFF
Корпус принтера	Открытый
Диаметр нити	1,75 мм
Кол-во печатающих сопел	1 шт.
Температура экструдера	до 260 °C
Температура стола	до 150 °C
Область печати	210x210x180 мм
Скорость печати / выращивания	до 150 мм/с
Толщина слоя	от 20 мкм

Подогреваемый стол	Да
Сопло	0,4 мм
Поддерживаемые материалы	PLA, PETG, ABS, SBS, HIPS, Nylon, TPU
Программное обеспечение	
Поддерживаемые форматы файлов	STL, OBJ
Совместимые ОС	Windows
Программное обеспечение	Ultimaker Cura, Repetier-Host
Дополнительная информация	
Интерфейс подключения	USB (Флеш-накопитель), USB (Кабель)
Электропитание	220V, 50Hz
Габаритные и вес	
Габариты товара	510x440x395мм
Вес нетто	7.5 кг

Контрольные вопросы

1. Дайте определение технологии экструзии материала (material extrusion);
2. Какое оборудование используется для данного процесса?
3. Какое сырье используется для данного процесса?
4. Какой механизм связи используется для данного процесса?
5. Какой источник активации используется для данного процесса?
6. Какая вторичная обработка используется для данного процесса?

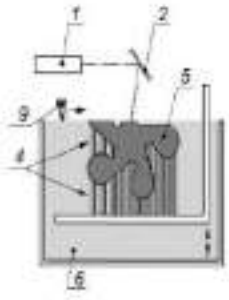
Практическое занятие
Изучение технологии DLP/LCD

Цель занятия: Изучение технологии DLP/LCD.

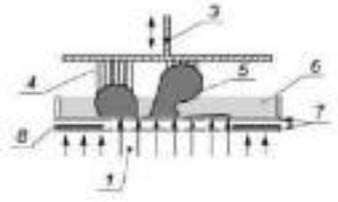
Краткие теоретические сведения

Фотополимеризация в ванне (vat photopolymerization) – процесс АП, в котором жидкий фотополимер выборочно отверждается (полимеризуется) в ванне световым излучением.

Процесс фотополимеризации в ванне приведен на рисунке.



а) Фотополимеризация в ванне с помощью лазера



б) Фотополимеризация в ванне с помощью управляемого источника ультрафиолетового излучения

Рисунок – Схема двух альтернативных принципов для фотополимеризации в ванне: 1 – источник света; 2 – установленное под углом зеркало, фокусирующее падающий на него свет; 3 – строительная платформа и подъемник; *4* – поддерживающая структура; 5 – получаемый продукт; *6* – ванна, заполненная фотополимеризующимся составом; 7 – прозрачные пластины; 8 – фотошаблон; 9 – перекрытие и механизм выравнивания поверхности.

Для данного процесса необходимо следующее оборудование: источник света; установленное под углом зеркало, фокусирующее падающий на него свет; строительная платформа и подъемник; ванна, заполненная фотополимеризующимся составом; прозрачные пластины; перекрытие и механизм выравнивания поверхности.

Сырье: жидкое или пастообразное: фотореакционноспособная смола с наполнителем или без него.

Механизм связи: химическая реакция.

Источник активации: ультрафиолетовое излучение от лазеров или ламп.

Вторичная обработка: чистка, поддержка удаленного материала после отверждения путем дальнейшего воздействия ультрафиолетового излучения [3].

DLP (Digital Light Processing) – один из методов стереолитографической 3D-печати, который использует цифровые светодиодные проекторы. В отличие от SLA-установок, сканирующих поверхность материала одним или несколькими лазерными головками, DLP-принтеры проецируют изображение целого слоя до затвердевания фотополимерной смолы, после чего наносится новый слой материала и проецируется изображение нового слоя цифровой модели.

Также на рынке представлены 3D-принтеры с технологиями LCD/LSL (Liquid Crystal Display / LED Screen Light), в основе которых также лежит фотополимеризация. Засветка фотополимерной смолы осуществляется светодиодной ультрафиолетовой матрицей через маску ЖК-экрана (см. схему), а не УФ-проектора, как в технологии DLP.

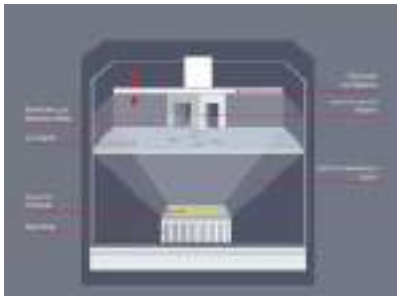


Схема процесса DLP/LCD

Модели, напечатанные на стерелитографических принтерах, имеют самое высокое разрешение и точность, самую четкую детализацию и самую гладкую поверхность по сравнению с другими технологиями 3D-печати из пластмасс. 3D-печать с использованием полимеров – отличный вариант для изготовления высокодетализированных прототипов, требующих жестких допусков и гладких поверхностей, таких как пресс-формы, шаблоны и функциональные модели. Модели, напечатанные по технологии DLP/LCD, легко поддаются полировке и (или) покраске после печати, в результате чего можно получить готовые изделия с высокой детализацией.

Модели, напечатанные на 3D-принтерах по технологии DLP/LCD, как правило, ***изотропны***: их прочность более или менее постоянна и не зависит от ориентации, поскольку химические связи возникают между каждым слоем. Это позволяет получить модели с предсказуемыми механическими характеристиками, критически важными для таких целей, как производство крепежных и зажимных приспособлений, готовых изделий, а также функциональных прототипов.

Материалы технологии DLP/LCD

Материалы	Характеристики	Применение

Стандартные полимеры	Высокое разрешение Гладкая, матовая поверхность	Концептуальные модели Реалистичные прототипы
Clear Resin	Единственный по- настоящему прозрачный материал для 3D-печати из пластмасс Можно отполировать практически до полной оптической прозрачности	Модели, которые должны быть оптически прозрачными Миллифлюидные устройства
Draft Resin	Один из самых «быстрых» материалов для 3D-печати Печать происходит в 4 раза быстрее по сравнению со стандартными полимерами и в 10 раз быстрее по сравнению с технологией FDM	Исходные прототипы Быстрые итерации
Tough Resin и Durable Resin	Жесткие, прочные, функциональные и динамичные материалы Способны выдерживать сжатие, растяжение, сгибание и удары, не разрушаясь Различные материалы со свойствами, схожими с АБС и ПЭ	Корпуса и кожухи Зажимные и крепежные приспособления Соединительные устройства Износостойкие прототипы
Полимеры Rigid	Высоконаполненный, жесткий и прочный материал, устойчивый к сгибанию Устойчивый к воздействию температуры и химических веществ Сохраняет размер под нагрузкой	Зажимные и крепежные приспособления, инструментальная оснастка Турбины и лопасти вентиляторов Компоненты для подачи жидкости/воздуха Электрические кожухи и корпуса, используемые в автомобильной промышленности
High Temp Resin	Устойчивый к воздействию высокой температуры Высокая точность	Компоненты для подачи горячего воздуха, газа и жидкости Термостойкие крепления, корпуса и крепежные приспособления Пресс-формы и вставки

Flexible Resin и Elastic Resin	Гибкость резины, ТПУ или силикона Устойчивый к сгибанию и сжатию Выдерживает множество последовательных циклов, не изнашиваясь	Прототипы потребительских товаров Сгибаемые структуры для робототехники Медицинские устройства и анатомические модели Реквизит и модели для спецэффектов
Медицинские и стоматологические полимеры	Широкий спектр биосовместимых полимеров для изготовления медицинских и стоматологических изделий	Стоматологические и медицинские изделия, в том числе хирургические шаблоны, зубные протезы и протезы конечностей
Ювелирные полимеры	Материалы для литья по выплавляемым моделям и с помощью вулканизированной резины Легко поддается литью, позволяя создавать замысловатые элементы, и хорошо сохраняет форму	Изделия для примерки Модели для многоразовых пресс-форм Ювелирные украшения на заказ
Ceramic Resin	Поверхность, похожая на текстуру камня Возможность обжига для создания настоящего керамического изделия	Технические изыскания Уникальные предметы искусства

Радикальная полимеризация является очень распространенным методом получения полимеров в промышленности.

При радикальной полимеризации активным центром является свободный радикал. Его возникновение в реакционной системе возможно различными способами (нагреванием, облучением, химическими добавками и др.).

Инициирование – это реакция, в результате которой возникает радикал.

Возникновение свободного радикала всегда связано с затратой значительного количества энергии, которое должно быть сообщено молекуле. В зависимости от способа образования радикалов, начинающих реакционную цепь, различают:

- чисто термическое инициирование;
- фотохимическое;
- радиационное;
- механохимическое;
- химическое (под действием специально добавленных веществ – инициаторов).

Фотохимическое инициирование – процесс образования свободных радикалов из мономерных молекул при действии света определенной длины.

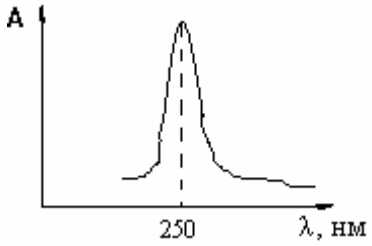
Молекула мономера поглощает квант световой энергии и переходит в возбужденное (триплетное) состояние. После чего происходит гомолитический распад возбужденной молекулы мономера на радикалы.

$$M \xrightarrow{h\nu} M^*;$$

$$M^* \longrightarrow R_1^{\bullet} + R_2^{\bullet}$$

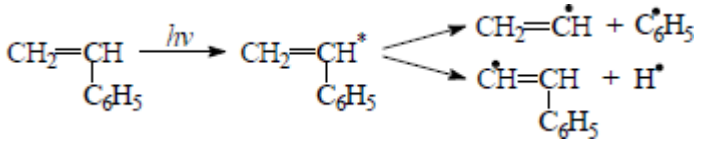
Фотоинициирование без добавления специальных веществ возможно для тех мономеров, которые имеют основную полосу поглощения в ультрафиолетовой области (стирол и его производные, метилметакрилат).

Из электронного спектра поглощения (рисунок 1) видно, что стирол имеет основную полосу поглощения при длине волны 250 нм, следовательно, для фотоинициирования стирола необходима лампа жесткого ультрафиолета (УФ).



Электронный спектр поглощения стирола.

Распад молекулы стирола после поглощения квантов света на радикалы происходит следующим образом:



Эффективность фотоинициирования зависит от различных факторов: длины волны ультрафиолетового излучения, строения мономера, наличия растворителей и т.д.

Энергия активации при фотоинициировании (E_a обычно менее 17 кДж/моль) значительно ниже, чем при термическом инициировании, поэтому скорость её не зависит от температуры, она растет с увеличением интенсивности облучения.

Скорость фотохимического инициирования:

$V_и = f \cdot I_a$,

где I_a – интенсивность поглощенного света, т.е. число квантов света, поглощенных в единицу времени на единицу объема;

f – число пар радикалов, образовавшихся при поглощении одного кванта света (таблица 1).

Эффективность фотоинициирования (квантовый выход) некоторых мономеров

Мономер	Эффективность инициирования при λ = 310 нм	Эффективность инициирования при других λ
метилметакрилат	0,1	0,01 (260 нм)
метилакрилат	0,1	–
винилацетат	0,01	–
стирол	0,001	0,08 (365 нм)
изопрен	–	10^{-4}–10^{-5} (290–365 нм)

Величина f зависит от длины волны и природы мономера.

$$I_a = \varepsilon \cdot I_o \cdot [M],$$

где ε – молярный коэффициент поглощения (коэффициент экстинции);

I_o – интенсивность света, падающего на мономер; [M] – концентрация мономера в системе, где [M] = cl.

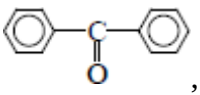
$V_и = f \cdot \varepsilon \cdot I_o \cdot [M]$, из уравнения видно, что $V_и \sim [M]$.

Если мономер не поглощает свет с данной длиной волны, в этом случае нужно использовать специальные вещества – фотосенсибилизаторы (Z), которые увеличивают чувствительность мономера к свету:

$$Z + h\nu \longrightarrow Z^*;$$

$$Z^* + M \longrightarrow Z + M^*,$$

M^* – далее разлагается с образованием радикалов.

В качестве фотосенсибилизаторов часто используются бензофенон  , полигалогениды CCl_4, C_2Cl_6 и др [8].

Применение в качестве фотосенсибилизаторов красителей позволяет использовать для фотоинициирования видимую область света.

В практических целях фотополимеризация обычно проводится в присутствии фотоинициаторов - веществ, распадающихся в требуемой области УФ-спектра с достаточно высоким квантовым выходом. В качестве фотоинициаторов могут быть использованы некоторые термические инициаторы, например, пероксиды или азосоединения, а также другие соединения. Наиболее эффективными фотоинициаторами являются ароматические кетоны и их производные, благодаря достаточно широкой области поглощения УФ-спектра и высокому квантовому выходу радикалов. В промышленности в качестве фотоинициаторов используют бензоин, бензилкеталь и их многочисленные производные.

Фотополимеризация используется для нанесения полимерных покрытий непрерывным способом на металл, дерево, керамику, световоды, в стоматологии для отверждения композиций зубных пломб. Особенно следует отметить применение фотополимеризации в фотолитографии, с помощью которой изготавливают большие интегральные схемы в микроэлектронике, а также печатные платы (матрицы) в современной технологии фотонабора, позволяющей исключить использование свинца.

Существенным недостатком фотоинициирования является быстрое падение его эффективности с увеличением толщины облучаемого слоя вследствие поглощения излучения. По этой причине фотохимическое инициирование эффективно при возбуждении полимеризации в достаточно тонких слоях, порядка нескольких миллиметров.

3D принтер Anycubic Photon M3

Технические характеристики 3D принтера Anycubic Photon M3

Общие	
Производитель	Anycubic
Модель	Photon M3
Страна	Китай
Основные	
Материал печати	Фотополимерная смола
Технология печати	LCD/LED
Область печати	180x163,9x102,4
Скорость печати / выращивания	50 мм/ч
Диагональ матрицы	7.6 дюйма
Тип матрицы	LCD Mono
Разрешение матрицы	4K+, (4098x2400) px
Длина УФ-волны	405 нм
Поддерживаемые материалы	фотополимерные смолы
Программное обеспечение	
Поддерживаемые форматы файлов	STL, OBJ
Совместимые ОС	Windows, Mac OS, Linux
Программное обеспечение	Anycubic Photon Workshop, ChituBox
Дополнительная информация	
Интерфейс подключения	USB (Кабель), Wi-Fi
Электропитание	220V, 50Hz
Габаритные и вес	
Габариты товара	269x256x425 мм
Вес нетто	7 кг

Контрольные вопросы

1. Дайте определение технологии фотополимеризации в ванне (vat photopolymerization);
2. Какое оборудование используется для данного процесса?
3. Какое сырье используется для данного процесса?
4. Какой механизм связи используется для данного процесса?
5. Какой источник активации используется для данного процесса?
6. Какая вторичная обработка используется для данного процесса?

Практическое занятие
Изучение технологии DED/WAAM

Цель занятия: Изучение технологии DED/WAAM.

Краткие теоретические сведения

Прямой подвод энергии и материала (directed energy deposition) – процесс АП, в котором энергия от внешнего источника используется для соединения материалов путем их сплавления в процессе нанесения.

Примечание – Источник энергии (например, лазер, электронный луч, плазма и др.) используют для полного или неполного расплавления наносимых материалов.

Процесс прямого подвода энергии и материала приведен на рисунке.

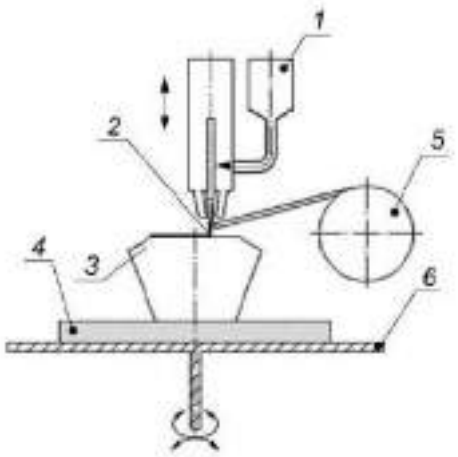


Схема процесса прямого подвода энергии и материала: 1 – бункер с порошком; 2 – направленный луч энергии, например, лазер, электронный или плазменно-дуговой пучок; 3 – получаемый продукт; *4* – подложка; 5 – проволока (нить) катушки; *6* – строительный стол

Для данного процесса необходимо следующее оборудование: бункер с порошком, подложка, строительный стол.

Примечания:

1) Перемещение в системе координат (обычно оси 3-6) достигается путем перемещения сопла и строительного стола.

2) Альтернативные системы подачи материала, например: порошок подается через энергетический луч, порошок подается в координату энергии, нити накала (проволоки), подаваемой в координату энергии.

Сырье: порошок или проволока, как правило, из металла; для определенных применений к основному веществу могут быть добавлены керамические частицы.

Механизм связи: термическая реакция связывания – плавление и застывание.

Источник активации: лазер, электронный луч или плазма. Вторичная обработка: улучшение состояния поверхности,

например: механическая обработка, микровзрывные работы, лазерное оплавление, шлифовка или полировка и улучшение свойств материала (например, термообработка).

Технология DED-W/WAAM/3DMP (Wire Direct Energy Deposition/Wire Arc Additive Manufacturing/3D Metal Print) – это печать металлической проволокой, при которой используется метод дуговой сварки. Техпроцесс начинается с подготовки CAD-данных и передачи геометрии модели в программное обеспечение для создания управляющей программы. Далее она приводит в движение блок с горелкой, расплавляется проволока. Наплавка происходит в среде инертного/активного газа или в многокомпонентных газовых смесях в зависимости от типа

наплавляемого материала: аргона, аргон-гелиевой смеси, смеси на основе аргона и двуокиси углерода и др.

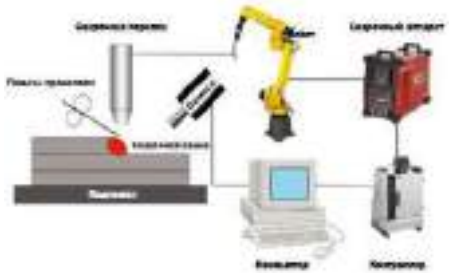


Схема процесса WAAM

Технология WAAM имеет большой потенциал в крупномасштабном промышленном производстве из-за низкой стоимости и высокой эффективности. Есть литературные данные о снижении стоимости при использовании электродугового выращивания на 20-79% по сравнению с технологиями, использующими лазерный и электронный лучи. Сопоставление же стоимости электродугового выращивания с фрезерной обработкой целесообразно при BTF>5 (buy to fly – соотношение массы начальной заготовки к массе уже готового изделия). Соответственно, чем больше BTF, тем больше экономический эффект от применения электродугового выращивания.

Материалы технологии DED/WAAM

Материалы	Характеристики	Применение
Св-08 Св-10Г2 Св-08ГС Св-12ГС Св-08Г2С	НВ 120…160 НВ 180…210 НВ 180…200 HV 190…220 HV 180…210	Оси, шпиндели, валы, опорные ролики
Св-18ХГС	HV 240…300	Опорные ролики, натяжные колеса гусеничных тракторов, цапфы, оси катков
Св-20Х13 Св-10Х17Т	HRC 42…48 HRC 30…38	Уплотнительные поверхности общепромышленной арматуры, работающей при температурах до 450 °С
Св-06Х19Н9Т Св-08Х19Н9Ф2С2	НВ 160… 190 НВ 200…230	Уплотнительные поверхности запорной арматуры для пара и воды
Нп-25, Нп-30, Нп-35 Нп-40, Нп-45 Нп-50 Нп-65 Нп-80 Нп-40Г	НВ 160…220 НВ 170…230 НВ 180…240 НВ 220…300 НВ 260…340 НВ 180…240	Детали, работающие в условиях трения металла по металлу (оси, валы, шпиндели)

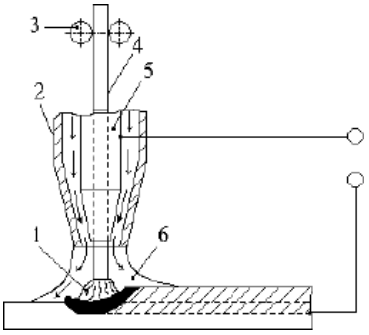
Нп-50Г Нп-65Г Нп- 40Х13	НВ 200…270 НВ 230…310 HRC 45… 52	Натяжные колеса и опорные ролики гусеничных машин, крановые колеса, оси опорных роликов
Нп-40Х2Г2М Нп-50ХФА	HRC 54…56 после закалки HRC 43…50	Детали машин, работающие с динамическими нагрузками (шлицевые и коленчатые валы, поворотные кулаки и т. п.)
Нп-30ХГСА Нп-30Х5 Нп- 50ХНМ Нп-50Х6ФМС Нп-105Х Нп-45Х2В8Г Нп-60Х3В10Ф Нп-45Х4В3ГФ	НВ 200…300 HRC 37…42 HRC 40…50 HRC 42…48 HRC 32…38 HRC 40…46 HRC 42…50 HRC 38…45	Прокатные валки и кузнечно-прессовый инструмент
Нп-40Х3Г2МФ	HRC 38…44	Детали, испытывающие удары и абразивное изнашивание
Нп-Г13А	НВ 220…280	Детали из сталей типа 110Г13Л
Нп-20Х14	HRC 32…38	Уплотнительные поверхности задвижек для пара и поды
Нп-30Х13	HRC 38…45	Плунжеры гидропрессов, шейки коленчатых валов, штампы
Нп-30Х10Г10Т	НВ 200…220	Лопасти гидротурбин, гребные винты, гребные валы морских судов
Нп-Х15Н60	НВ 180…220	Детали печей и реторт, работающие при высокой температуре
Нп-Х20Н80Т	НВ 180…220	Выхлопные клапаны автомобильных двигателей
Нп-03Х15Н35Г7М6Б	-	Корпуса сосудов в атомно- энергетическом и химическом машиностроении

При сварке и наплавке в среде защитных газов в зону горения дуги под небольшим давлением подается газ, который вытесняет воздух из этой зоны и защищает сварочную ванну от кислорода и азота воздуха.

В зависимости от применяемого газа сварка разделяется на сварку в активных (CO_2, H_2, O_2, и др.) и инертных (He, Ar, Ar+He и др.) газах. Сварку (наплавку) можно осуществлять как плавящимся, так и неплавящимся электродами.

Наибольшее распространение при восстановлении деталей подвижного состава получили сварка и наплавка в среде углекислого газа (CO_2) – сварка плавящимся электродом (проволо-

кой) с защитой сварочной ванны от воздуха углекислым газом. Такой способ является самым дешевым при сварке углеродистых и низколегированных сталей. Поэтому по объему производства он занимает одно из первых мест среди механизированных способов сварки плавлением. При сварке (наплавке) в среде углекислого газа (рисунок 22) из сопла горелки 2, охватывающей поступающую в зону горения дуги электродную проволоку 4, вытекает струя защитного газа 6, оттесняет воздух из сварочной ванны.



Дуговая сварка в защитном газе плавящимся электродом: 1 – электрическая дуга; 2 – газовое сопло; 3–подающие ролики; 4 – электродная проволока; 5 – токоподводящий мундштук; 6 – защитный газ

Однако в процессе сварки углекислый газ под действием высоких температур диссоциирует: $2CO_2 \leftrightarrow 2CO+O_2$. Поэтому сварка идет не в чистом углекислом газе, а в смеси газов CO_2, CO и O_2. В этом случае обеспечивается практически полная защита расплавленного металла от азота воздуха, но сохраняется почти такой же окислительный характер газовой смеси, каким он был бы при сварке голой проволокой без защиты от атмосферы воздуха.

Следовательно, при сварке и наплавке в среде CO_2 необходимо предусматривать меры по раскислению наплавляемого металла.

Эта задача решается использованием сварочных проволок диаметром 0,8..2 мм, в состав которых входят элементы раскислители. Чаще всего это кремний (0,6..1,0%) и марганец (1..2%).

Образующиеся в процессе раскисления окислы кремния и марганца всплывают на поверхность сварочной ванны и после кристаллизации металла удаляются.

Наибольшее распространение при сварке в среде CO_2 нашли электродные проволоки Св-08ГС, Св-08Г2С, СВ-10ГС, Св-18ХГС и др.

Кроме проволок сплошного сечения, часто используются порошковые проволоки типа ПП-АН4, ПП-АН5, ПП-АН8, ПП- 3Х2В8Т и др.

Сварка в среде CO_2 имеет целый ряд преимуществ:

− минимальную зону структурных изменений металла при высокой степени концентрации дуги и плотности тока;

− большую степень защиты сварочной ванны от воздействия внешней среды; существенную производительность;

− возможность наблюдения за формированием шва;

− возможность сваривать металл различной толщины (от десятых долей до десятков миллиметров), производить сварку в различных пространственных положениях, механизировать, автоматизировать технологический процесс;

− незначительную чувствительность к ржавчине и другим загрязнителям основного металла.

Однако при выборе данного способа сварки и наплавки необходимо иметь ввиду и его недостатки:

− сильное разбрызгивание металла при токе больше 500 А, что требует постоянной защиты и очистки сопла горелки;

− интенсивное излучение открытой мощной дуги, требующее защиты сварщика;
− необходимость охлаждения горелки при значительных токах;
− осуществление сварки практически только на постоянном токе;
− наличие специальной проволоки

Контрольные вопросы

1. Дайте определение технологии прямого подвода энергии и материала (directed energy deposition);
2. Какое оборудование используется для данного процесса?
3. Какое сырье используется для данного процесса?
4. Какой механизм связи используется для данного процесса?
5. Какой источник активации используется для данного процесса?
6. Какая вторичная обработка используется для данного процесса?

Практическое занятие
Подготовка цифровой модели изделия (на основе физической модели)

Цель занятия: знакомство с этапами подготовки цифровой модели изделия.

Порядок выполнения работы

1. Изучить краткие теоретические сведения для выполнения работы.
2. Получить индивидуальное задание: физическую модель объекта. Осмотреть деталь на предмет технологичности изготовления, снять размеры.
3. Самостоятельно выбрать систему для проведения трехмерного моделирования (КОМПАС 3D, Pro/ENGINEER).
4. Провести трехмерное моделирование объекта на основе его физической модели.
5. Оформить отчет.

Краткие теоретические сведения, необходимые для выполнения работы

Этапы построения цифровой модели изделия

Создание цифровой модели подразумевает подготовку исходных данных о модели. Данные электронной геометрической модели подразделяются на шесть видов (в отечественных нормативных документах выделяют лишь три), отличающихся формой представления и источниками происхождения (табл. 1).

Виды данных о цифровой модели изделия

Вид данных	Источник	Основная сфера применения
Поверхностные модели	Системы трехмерного моделирования, в том числе САПР, и пакеты трехмерного дизайна	Производство, дизайн
Твердотельные модели		
Каркасные модели		
Массивы точек	Координатно-измерительные машины, 3D-сканеры	Обратный инжиниринг
Наборы растровых послойных изображений	Компьютерная томография	Медицина, научные исследования, интроскопия
Математические модели (алгебраические модели, алгоритмы и т. п.)	Математические пакеты программы	Научные и инженерные исследования
Совокупность сечений модели	Топография, геофизика и т. п.	Научные исследования, картография

Наиболее распространённым источником электронных моделей изделий в машиностроении являются системы автоматизированного проектирования, а также пакеты трехмерного дизайна. При этом данные представляются в виде твердотельных, поверхностных или каркасных геометрических моделей изделия. Остальные виды цифровых моделей, как правило, используются в довольно узких специализированных областях. Например, данные компьютерной томографии характерны для медицинских применений послойного синтеза и интроскопии, а данные в виде уравнений и алгоритмов характерны для визуализации данных научных исследований.

Данные, полученные в CAD-системах, как правило, перед передачей их на следующий этап подвергаются постпроцессингу.

Постпроцессинг – процедура, осуществляющая преобразование данных из внутреннего формата конкретной САПР в некоторый нейтральный формат данных, воспринимаемый данным программно-аппаратным комплексом послойного синтеза. Существует значительное количество форматов данных, используемых в послойном синтезе. Наиболее распространенные форматы представлены в табл. 2.

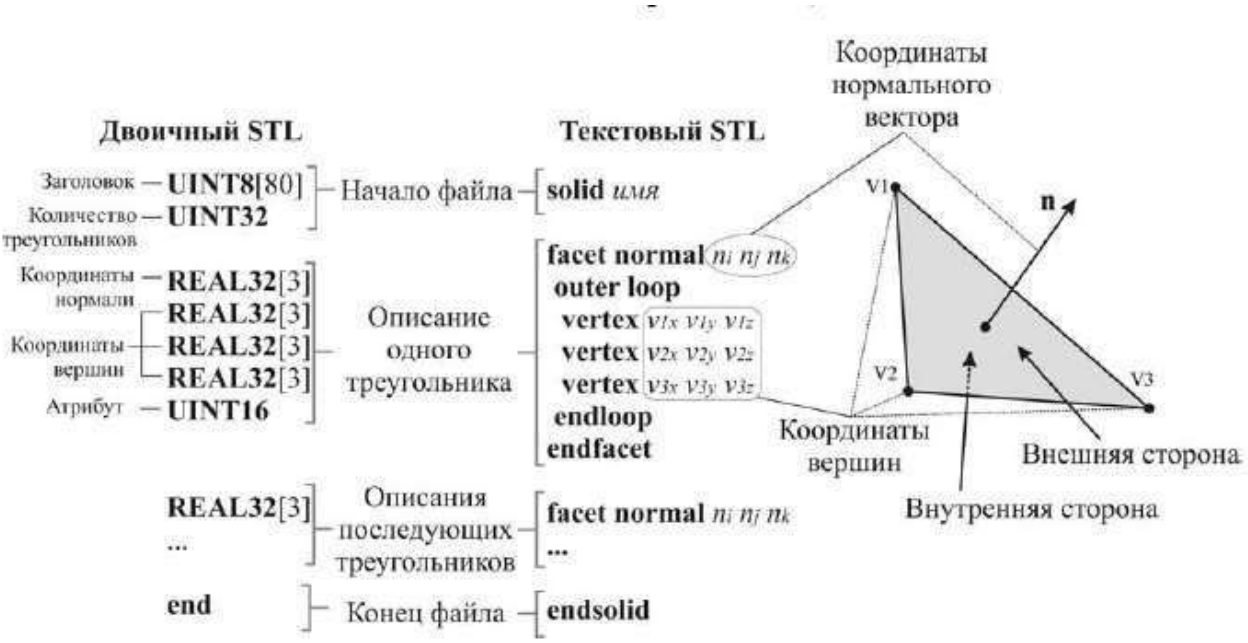
Таблица 2

Основные форматы данных цифровых моделей CAD-систем, используемых в послойном синтезе

Наименование	Краткая характеристика	Примечания	Форма представления				
			Триангуляция	Фасеточная модель	Поверхности	CSG	BREP
STL (Stereo-lithography)	Описывает поверхности моделей наборы смежных треугольников. Содержит дублирующиеся данные. Не содержит сведения о целостности модели	Промышленный стандарт де-факто	•				
STH (Surface Triangles Hinted)	Построен на основе гибких правил записи данных о вершинах и их связности. Более компактен, чем STL. Опционально может содержать структурные данные о телах и поверхностях	Альтернатива STL	•				
CFL (Cubital Facet List)	Поверхности аппроксимируются плоскими многоугольниками, каждый из которых может содержать отверстия	Не получил широкого распространения	•	•			
RPI (Rensselaer Polytechnic Institute)	Содержит представление в виде фасеточной модели и в виде CSG-дерева, выраженного в понятиях булевых операций		•	•		•	
IGES (Initial Graphics Exchange Specification)	Формат, поддерживающий гибкое хранение данных систем автоматизации инженерной деятельности на основе регулярных структур данных	Склонен к появлению ошибок	•	•	•	•	•
STEP (STandard for Exchange of Product model data)	Формат, поддерживающий гибкое хранение информации о жизненном цикле продукции на основе языка EXPRESS	Является основой для развития CALS	•	•	•	•	•

Наиболее распространенным в аддитивных технологиях форматом данных является STL (Stereolithography), разработанный компанией «3D Systems Corp.» (США). В файле STL используется триангуляция поверхностей (рис. 1), т. е. геометрия описывается набором смежных треугольников, аппроксимирующим поверхности изделий. Существует текстовый (ASCII) и двоичный вариант STL. Первый представляет собой текстовый файл с последовательным описанием треугольников (рис. 1), состоящим из координат нормального вектора и вершин. В отличие от текстового двоичный STL (рис. 2) более компактен и помимо описания координат треугольн-

ников может содержать для каж-дого из них атрибут (16 бит), а также количество треугольников. Большинство систем не использует каким-либо образом атрибут двоичного файла STL.



STL описывает форму криволинейных поверхностей приблизительно. Точность описания зависит от количества треугольников и может настраиваться при экспорте данных из CAD-системы в STL. Описание геометрии в STL избыточно – каждая вершина описывается два раза в двух смежных треугольниках, а нормаль может быть однозначно определена из координат вершин треугольников. Смежность треугольников (целостность модели) не описывается, что может приводить к наличию ошибок в файле. Кроме того, в STL нет сведений о цвете поверхностей, что является обязательной информацией для цветных технологий послойного синтеза.

Контрольные вопросы

1. Какие виды данных о цифровой модели Вы знаете?
2. Перечислите основные форматы данных цифровых моделей CAD систем, использующиеся в послойном системе?
3. Назовите основные элементы структуры файла STL?
4. Как создается цифровая модель на основе изучения физического объекта?
5. В чем состоит оценка степень сложности моделирования объекта?
6. Что является источником электронных моделей изделий машиностроения?

Практическое занятие
Подготовка цифровой модели изделия (на основе чертежа модели)

Цель занятия: знакомство с этапами подготовки цифровой модели изделия на основе чертежа.

Порядок выполнения работы

1. Изучить краткие теоретические сведения для выполнения работы.
2. Получить индивидуальное задание: чертеж детали. Изучить чертеж, провести анализ геометрии, повторяющихся элементов, определить базовые поверхности и точки отсчета.
3. Самостоятельно выбрать систему для проведения трехмерного моделирования (КОМПАС 3D, Pro/ENGINEER).

4. Провести трехмерное моделирование объекта на основе его чертежа.
5. Оформить отчет.

Краткие теоретические сведения, необходимые для выполнения работы

Перед началом построения 3d модели необходимо провести анализ чертежа детали. Определите, какие операции будут при проектировании основными, какова будет последовательность построения модели детали. Можно даже сначала выписать этапы 3d моделирования на бумаге. Не стоит пренебрегать и основными правилами создания трехмерных моделей.

1) геометрическую форму детали необходимо рассматривать как совокупность элементарных геометрических тел, их частей, отсеков поверхностей, которые с помощью операций редактирования позволяют получать то, к чему стремимся;

2) плоский эскиз позволяет получить элементарное геометрическое тело при использовании возможностей системы моделирования;

3) если на детали повторяющиеся элементы, их следует объединять, а не прорисовывать отдельно каждый;

4) такие элементы как скругления, фаски и ребра жесткости вручную не прорисовываются, а задаются с помощью специальных команд;

5) все размеры на модели задаются параметрически, их всегда можно изменить и поэтому главное на первом этапе соблюдать основные пропорции объекта моделирования.

Создание трехмерной модели по уже существующему чертежу - это самый простой способ объемного моделирования. В основном к этому способу 3D моделирования прибегают в случае несложной конструкции. К несложной конструкции можно отнести объекты, для понимания которых достаточно одной - двух проекций. Как правило, это: оси, втулки, простые плиты, крепежные изделия и т.д.

Работа в модуле трехмерного моделирования предполагает знание основ плоского черчения в системе КОМПАС, параметрического задания и т.п.

В современных системах трехмерного моделирования построение твердотельной модели осуществляется последовательным выполнением операций объединения, вычитания и пересечения объемных элементов (призм, цилиндров, пирамид, конусов и т.п.) На рис. 2. показан пример последовательности операций.

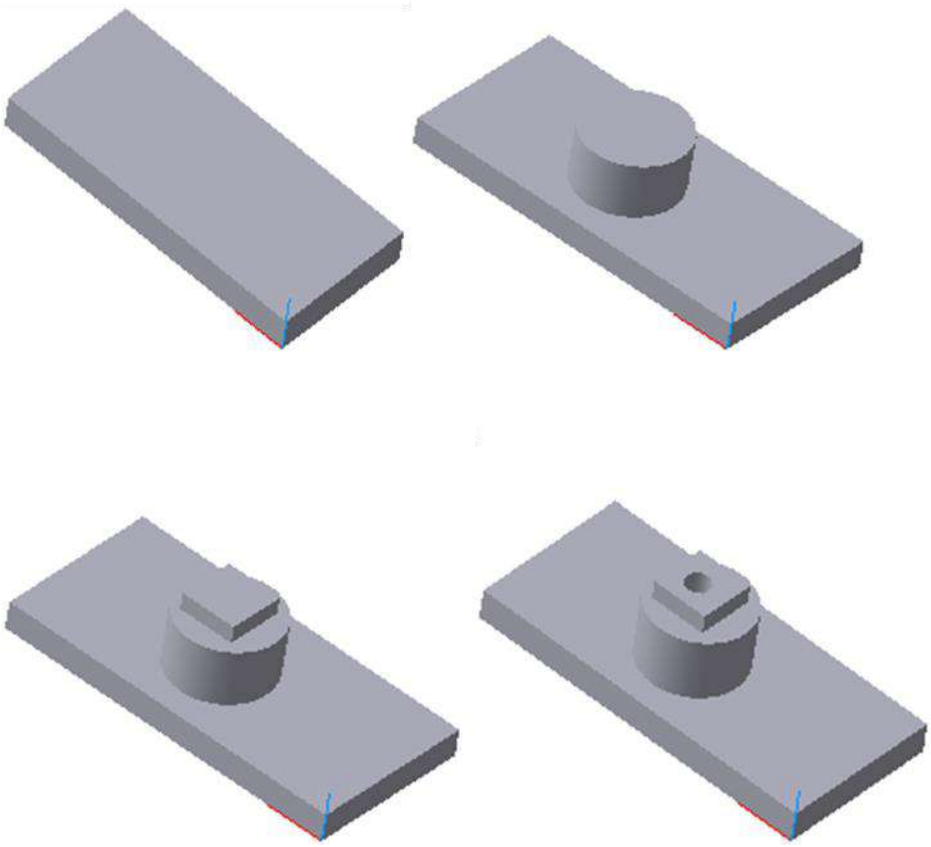
К прямоугольной призме в основании детали (1) путем объединения добавляется цилиндрическая бобышка (2), затем усеченная пирамида (3). Путем вычитания цилиндра (4) в модели выполняется построение отверстия.

Варьируя эти простые операции, можно построить достаточно сложную модель.

Для создания объемных элементов используется перемещение плоских фигур в пространстве. Так перемещение прямоугольника в направлении, перпендикулярном его плоскости, определяет призму, или прямоугольную пластину. Поворотом ломаной линии на 360º вокруг оси в одной с ней плоскости, будет сформирован вал, состоящий из цилиндрических и конических участков. А перемещение окружности вдоль направляющей кривой получен круглый стержень.

Плоская фигура, в результате перемещения которой образуется объемное тело, называется *эскизом,* а само перемещение – *операцией.*

Эскиз может располагаться в одной из стандартных плоскостей проекции, на плоской грани объемного тела или вспомогательной плоскости, определенной пользователем.



Общие принципы моделирования деталей

Эскизы выполняются модулем плоского черчения и состоят из комбинаций графических примитивов: отрезков, дуг, окружностей, ломаных линий и т.п.

В эскиз можно скопировать изображение из созданного ранее чертежа или фрагмента. Это позволяет при создании трехмерной модели использовать существующие плоские чертежи.

КОМПАС 3D располагает разнообразными средствами для построения объемных элементов. К базовым типам операций можно отнести следующие:

- операция выдавливания – выдавливание в направлении, перпендикулярном плоскости эскиза;
- операция вращения – вращение вокруг оси, лежащей в плоскости эскиза;
- кинематическая операция – перемещение эскиза вдоль направляющей;
- операция по сечениям – построение объемного элемента по эскизам его сечений плоскостями.

Операция может иметь дополнительные возможности (опции), которые позволяют изменять или уточнять правила построения объемного элемента. Например, если в операции выдавливания прямоугольника дополнительно задать величину и направление уклона, то вместо призмы будет построена усеченная пирамида.

Таким образом, процесс создания трехмерной модели заключается в добавлении или вычитании дополнительных объемов, образованных при помощи операций над плоскими эскизами. Но из этого правила есть исключения. Например, такие элементы, как фаски или скругления не нуждаются в создании эскизов.

При выборе операции нужно в первую очередь определить, будет ли создаваемый элемент вычитаться из имеющегося на данный момент тела, или добавляться к нему. Примерами вычитания объема из детали могут быть различные отверстия, проточки, канавки, пазы, а примерами добавления объема – бобышки, выступы, ребра.

Объемные элементы в трехмерной модели, образуют грани, ребра и вершины, характеристика которых приведена в таблице 3.

Табл.3.

Грань	Гладкая (необязательно плоская) часть поверхности детали. Поверхность детали может состоять из нескольких граней.
Ребро	Прямая или кривая, разделяющая две смежные грани
Вершина	Точки на конце ребра
Тело детали	Замкнутая гранями детали непрерывная область пространства. Считается, что эта область заполнена однородным материалом детали.

Кроме того, в модели могут присутствовать дополнительные элементы, например: символ начала координат, плоскости и оси (рис.3.).

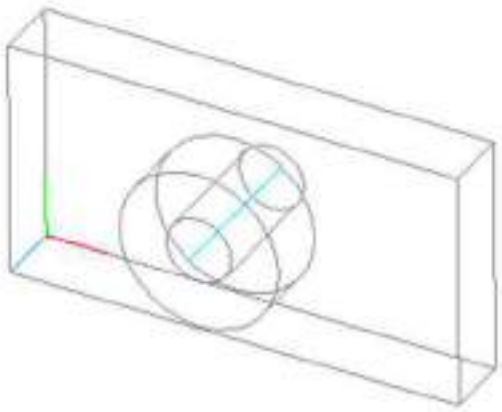


Рис.3 Основные термины трехмерной модели

Построение детали начинается с основания – первого формообразующего элемента. Основание есть у любой детали и всегда одно. Понятно, что построение основания всегда связано с добавлением объемного элемента, так как вычитать просто не из чего.

В качестве основания можно использовать любой из четырех основных типов: элемент выдавливания, элемент вращения, кинематический элемент и элемент по сечениям.

При создании модели всегда встает вопрос о том, какой из ее элементов использовать в качестве основания. Для этого надо хотя бы приблизительно представлять конструкцию будущей детали.

Чаще всего в качестве основания берут тот элемент детали, к которому удобнее добавлять все прочие элементы. Обычно такой подход полностью или частично повторяет технологический процесс изготовления детали. В качестве основания можно рассматривать элемент детали, относительно которого заданы положение, размеры или форма большинства других элементов.

В некоторых случаях в качестве основания следует рассматривать наиболее сложный элемент детали, к которому впоследствии нужно добавить минимальное количество прочих элементов. В частности, возможна ситуация, когда деталь полностью или в значительной степени состоит из одного основания.

Контрольные вопросы:

1. С чего начинается анализ чертежа детали?

2. Что служит основой твердотельного моделирования?
3. В какой CAD системе Вы осуществляли моделирование и почему?
4. Каким образом проверяется соответствие созданной трехмерной модели чертежу?
5. Каким образом вы учитывали свойства материала при моделировании?
6. В каком формате Ваша разработанная модель будет передана заказчику на производство?

Практическое занятие
Проверка и исправление ошибок в оцифрованных моделях

Цель занятия: изучение способов проверки и исправление ошибок в оцифрованных моделях.

Порядок выполнения работы

1. Изучить краткие теоретические сведения для выполнения работы.
2. Получить индивидуальное задание: физическую модель объекта, его чертеж; модель, подготовленная конструктором, модель, полученная в результате трехмерного сканирования объекта.

	исходный объект для изучения	источник информации для моделирования	результат моделирования, индекс модели
1	Деталь (физический объект)	замер геометрических параметров инструментом	model_1
2	Деталь (физический объект)	трехмерное сканирование объекта	model_2
3	Трехмерная модель детали	чертеж детали	model_3

3. Самостоятельно выбрать систему для проведения анализа моделей (КОМПАС 3D, Pro/ENGINEER).
4. Сравнить три модели: по способам получения, точности, степени готовности к передаче на производство.
5. Оформить отчет.

На занятиях выдается: физическая или математическая модель детали, чертежи, линейка, штангенциркуль, рекомендации по проведению конструкторского и технологического анализа детали; ГОСТы и СТП, предоставляется возможность доступа к ресурсам Internet.

Краткие теоретические сведения, необходимые для выполнения работы

Реверс детали: требования к исходным данным.

Реверс детали, выполнение чертежа по имеющемуся в наличии изделию? При кажущейся простоте задачи снять размеры, сделать чертеж, есть требования к исходным данным, наличие или отсутствие которых может привести к разному результату рабочей копии исходного изделия, либо бесполезной металлической или пластиковой болванке, которая никуда не встает или не работает.

Итак, какие особенности детали должны быть включены в техническое задание, чтобы получить максимально качественный чертеж? К качеству выполнения чертежа мы относим не только соблюдение ЕСКД, но и возможность с помощью данного чертежа выполнить конечную задачу реверса, т.е. изготовить деталь, которая будет служить не хуже оригинала.

Исходные данные, необходимые для оценки и реверса детали:

1. Сложность поверхности

Сложность поверхности влияет на способ снятия размеров: ручное образмеривание или 3dсканирование. В общем случае, если в детали присутствует большое количество криволинейных поверхностей – ее необходимо сканировать. При этом сканирование и последующая обработка модели являются немного более ресурсоемкими процессами, нежели ручной труд.

Для оценки сложности поверхности требуется фото с указанием масштаба (например, линейки в кадре) или дополнительно информация по габаритам изделия. Для выполнения работы требуется деталь в наличии.

2. Взаимодействие детали с другими частями механизма

Точность – главный критерий качества реверса. Но не всегда погоня за точностью оправдана, ведь соблюдение точности требует дополнительных трудозатрат. См статью Иллюзия точности при 3d сканировании

Точность важна там, где присутствует взаимодействие детали с другими частями механизма, особенно если есть механическое движение.

Если мы условно выделим 3 класса точности, то все изделия можно разбить по классам следующим образом:

III класс точности – микронную точность соблюдать не обязательно, важно внешнее сходство с оригиналом. Сюда относятся все виды художественных изделий, внешние части механизмов, в том числе автомобилей, ни с чем не стыкующиеся.

II класс точности точность

важна, однако небольшая погрешность не повлияет на работоспособность механизма.

Детали, которые с чем либо статично стыкуются или имеют зазор.

I класс точности – требуется наивысшая точность. Детали, в которых важно качество поверхности – для взаимодействия с другими частями; детали, участвующие в механическом движении, например, кулачки, шестеренки. Отклонение от оригинала даже на несколько десятков микрон позволит механизму работать, но может привести к более быстрому износу или поломке.

Для оценки и выполнения работы требуется информация о функциях детали и ответственных поверхностях.

3. Материал

Неверное определение материала также может даже при 100% точном копировании привести к неработоспособности детали.

Материал может определить конструктор – на свое усмотрение по внешним признакам, а также по назначению и условиям эксплуатации детали. Однако более надежным способом является прямое указание на материал в документах изготовителя, либо металлографическая экспертиза. Металлографическую экспертизу проводят в специальных лабораториях, определяя спектральный состав образца, по которому конструктор уже может подобрать наиболее близкий по свойствам материал. Для пластика экспертиза материала представляет собой трудно решаемую и, следовательно, дорогую задачу. Для оценки и выполнения работы требуется указание материала либо согласование способа определения материала.

4. Условия эксплуатации

Условия эксплуатации могут влиять на материал, способ мехобработки. К условиям эксплуатации относится: температурные режимы, давление, скорости вращения, нагрузки пр.

5. Цель реверса детали

Цель реверса позволяет уточнить требования к формату результата, точности, чертежу. Среди целей наиболее часто встречаются: Замена вышедшей из строя детали; копирование детали для дальнейшего серийного выпуска и продажи; усовершенствование изделия, внесение изменений в 3дмодель.

6. Способ изготовления детали или требуемый формат

Способ изготовления влияет на формат, в котором конструктор должен выдать результат.

Основные правила приведены в таблице:

Таблица 4

Способ изготовления	*Результат от конструктора*
3д печать	модель в формате stl
Производство другими способами	чертеж
Доработка модели	3d модель в CADпрограмме

Ошибки при копировании детали

Основной риск реверсинжиниринга (разработки чертежей по готовой детали) когда изготовленное изделие отличается от образца, не встает в механизм, не так взаимодействует с другими частями, как оригинал, т.е. не обеспечивает требуемый результат. Важно различать конструкторскую ошибку и ошибку производства. Определить это легко – если деталь изготовлена строго в соответствии с чертежом, но не работает – налицо конструкторская ошибка. Если были допущены отступления от чертежа – нужно разбираться с производством.

Основные причины конструкторских ошибок:

1. Недостаток исходных данных. В случае нехватки исходных данных конструктор выполняет чертеж на свое усмотрение, и в итоге: видение конструктора может не совпасть с ожиданиями заказчика; конструктор может не представлять себе всю технологию производства детали; на производстве технологию изготовления детали видят подругому либо не могут физически обеспечить требования чертежа. Такие ошибки не считаются допущенными по вине конструктора, но, тем не менее, осложняют отношения с заказчиком. Как предотвратить: запрашивать у заказчика максимум информации; изготавливать и тестировать опытный образец. См. подробнее Реверс детали: требования к исходным данным
2. Погрешности сканирования и обработки сканированных моделей Какие ошибки могут возникать и почему и почему. Как предотвратить: дополнительно к сканированию делать ручные замеры ответственных частей, вручную править модель по замеренным размерам; изготавливать и тестировать опытный образец.
3. Износ детали. Иногда деталь изношена настолько, что точно восстановить ее геометрию не представляется возможным. Как предотвратить: восстанавливать размеры по ответным частям; изготавливать и тестировать опытный образец.

Человеческий фактор. При ручном образмеривании детали ошибиться может самый опытный конструктор. Причем ошибки могут быть глупейшие – вместо 117 записал 171, или все размеры записывает в миллиметрах, а один в сантиметрах. Конструктор тоже человек, подверженный стрессам и эмоциям. Это самый сложный для предотвращения вид ошибки и крайне неприятная, но, к сожалению, возможная ситуация для компании. Конечно, при выявлении такой ошибки конструктор исправляет чертеж в кратчайшие сроки за свой счет. Однако заказчик к этому времени может понести потери, связанные с изготовлением детали.

Как предотвратить: делать фото детали.

Примеры задач и требования по точности

Для обеспечения идеальной точности требуется дорогостоящее оборудование. Однако не для всех изделий требуются высокие значения точности. Поэтому необходимо понимать стоит ли вкладывать бюджет в такие параметры.

К примеру, высокое требование по точности применяется в таких задачах как контроль изготовления лопаток турбин или клапанов искусственного сердца.

В общем случае при сканировании большинства других изделий достаточно точности в 0,1% от измеряемой длины. При сканировании автомобильного бампера, то есть детали, соединённой с другими деталями минимально достаточной точностью считается 1 мм и менее. В большинстве дизайнерских и творческих задач, например, при сканировании гипсовых форм, скульптур и ювелирных изделий предъявляются элементарные требования к точности, в

первую очередь необходимо снизить шум, улучшить детализацию, максимально тщательно проработать поверхность объекта.

Примеры задач и требования по точности

Таблица 5.

Пример задачи	Требования
Сканирование бюста из гипса, змею или зайца из папьемаше, статую. Уменьшенные копии скульптур предполагается изготовлять с помощью станков с ЧПУ или печатать на 3D принтере.	В этом случае необходимости в высокой точности нет. Большое значение имеет получение визуально идентичного результата, т.е. требуется высокая детализация, минимальный уровень шума. Конечный результат получение законченного STL файла, пригодного для дальнейшей работы с изготовителем.
Сканирование велосипедной вилки, педали, рамы. Результаты сканирования станут основой для моделирования другой вилки, педали, рамы.	Поверхности старой вилки и педали не представляют интереса. Особую важность представляют места креплений, посадки и линии присоединения. В указанных местах необходима точность порядка 0.5 мм.
Сканирование стеклянной бутылки. На основании полученного результата будет создана новая форма.	Требования по точности минимальны. Форма горлышка и элементы резьбы берутся из CAD модели. Форма самого сосуда будет создана заново. Т.К. форма гладкая, значения уровня шума и детализации не значимы.
Сканирование фамильного перстня, серёжек, подвески.	Результат должен быть с высоким разрешением и детализацией, низким уровнем шума. Значения точности не важны.

Точность при разработке твердотельной 3D модели

Со сканера мы получаем сырой файл (облако точек или полигональная модель), которую потом доводим до твердотельной 3D модели в CADпрограмме, например, SoliDWorks.

Моделируя объекты на основе полученных данных, размеры как правило округляют до целых значений. Для примера при сканировании получили алюминиевый корпус с габаритами 327.18 x 240.05 x 194.76 мм – в этом случае конструктор почти всегда скорректирует размеры в работе на 327.00 x 240.00 x 195.00 мм.

Кроме того, форма новых CAD объектов, построенная по STL данным со сканера, может значительно отличаться от фактической поверхности, так как при её построении средствами CAD Таблица 3. Примеры задач и требования по точности пакетов применяются функции математической аппроксимации, сглаживания и упрощения поверхности.

Для решения задач, в которых точность имеет ключевую важность, часто помимо сканера используются дополнительные измерительные системы. Необходимо понимать, что 3D сканер хоть и обладает выдающимися техническими характеристиками, измерительным прибором он всё же не является. В связи с этим, прежде чем запустить деталь в серийное производство, необходимо сделать пробную серию, чтобы проверить результат в работе и скорректировать возможные недоработки.

Исправление ошибок в 3D-моделях.

netfabb Basic[4] – это бесплатное программное обеспечение, которое позволяет исправлять ошибки в 3D-моделях. Утилита netfabb Basic позволяет работать с 3D моделями в форматах STL, WRL, OBJ.

КАКИЕ ОШИБКИ ИСПРАВЛЯЕТ NETFABB?

Программа netfabb позволяет исправить такие распространенные ошибки 3D- моделирования как:

Неправильно ориентированные нормали; Разрывы и дырки в оболочке 3D-модели; Незакрытые или двойные ребра; Внутренние или пересекающиеся грани; Полигоны с нулевой толщиной.

Ознакомьтесь с интефейсом программы, основными измерительными инструментами и загрузите неисправленную модель и откроем ее в netfabbBasic.

Контрольные вопросы:

1. Что такое реверс детали?

2. Каковы ошибки возможны при проведении реверс- инжиниринга?

4. Сформулируйте от чего зависит точность трехмерного сканирования?

5. Какие могут быть требования по точности в зависимости от объекта, с которым работают?

6. Как осуществить исправление ошибок при различных способах получения модели?

Что представляет собой программное обеспечение netfabbBasic и как его использовать?

Список литературы

Основные печатные и/или электронные издания

1. Кравченко, Е. Г. Аддитивные технологии в машиностроении: учебное пособие для СПО / Е. Г. Кравченко, А. С. Верещагина, В. Ю. Верещагин. — Саратов: Профобразование, 2021. — 139 с.
2. 1. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. CAD : учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 220 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-12484-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/541923
3. 2. Копылов, Ю. Р. Компьютерные технологии в машиностроении. Практикум / Ю. Р. Копылов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 500 с. — ISBN 978-5-507-48772-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/362315 (дата обращения: 15.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Мещерякова, В.Б. Изготовление деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса: учебник для сред. проф. образования/ В.Б. Мещерякова. – М.: Академия, 2024. – 320 с. ISBN издания: 978-5-0054-2211-8
5. МуленкоВ.В., Компьютерные технологии и автоматизированные системы в машиностроении. -Москва: РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2019. – 723.2.2.
6. Штейнбах, О. Л. Инженерная и компьютерная графика. AutoCAD: учебное пособие для СПО / О. Л. Штейнбах, О. В. Диль. — Саратов: Профобразование, 2021. — 131 с.

3.2.2. Дополнительные источники

1. ГрибовскийА. А., А. И. Щеколдин Аддитивные технологии и быстрое производство в приборостроении. Учебное пособие – СПб: Университет ИТМО, 2018. – 48 с
2. Красильников Н., Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений, - СПб.: БХВ-Петербург, 2019.
3. В.Т.Безручко «Практикум по курсу «Информатика». Работа в Windows, Word, Excel. Москва «Финансы и статистика», 2015г.
4. Е.В.Михеева «Практикум по информационным технологиям в профессиональной деятельности», М, Издательский центр «Академия», 2013г.
5. Н.В. Макарова «Информатика и ИКТ. Задачник по моделированию», СПб., 2016г.
6. В.Т.Безручко «Практикум по курсу «Информатика». Работа в Windows, Word, Excel. Москва «Финансы и статистика», 2015г.
7. Е.В.Михеева «Практикум по информационным технологиям в профессиональной деятельности», М, Издательский центр «Академия», 2013г.
8. Н.В. Макарова «Информатика и ИКТ. Задачник по моделированию», СПб., 2016 г.
9. Все о Fusion 360 from Autodesk [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.autodesk.com/products/fusion-360
10. Getting started for absolute beginners [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://help.autodesk.com/view/fusion360/ENU/courses/
11. Product documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://help.autodesk.com/view/fusion360/ENU/?guid=GUID-1C665B4D-7BF7-4FDF-98B0-AA7EE12B5AC2
12. Forums Fusion 360 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://forums.autodesk.com/t5/fusion-360/ct-p/1234

Приложение 1.1. (02.01)
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

МДК 02.01. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий

«ПМ.02 ПОДГОТОВКА, ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ НА УЧАСТКАХ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

2025

Оглавление

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Обработка трехмерной цифровой модели. Деление STL на слои. 5

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. Ориентирование подходящим образом модели для печати. 10

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3. Генерация поддерживающей структуры 16

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4. Выбор материала для печати (ABS, PLA, поликарбонаты, полиамиды, полистирол, лигнин) 20

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5. Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов 35

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6. Финишная обработка модели после печати .. 39

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7. Обработки трехмерной цифровой модели. 45

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8. Деление STL на слои. 53

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9. Ориентирование подходящим образом модели для печати 60

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 10. Генерация поддерживающей структуры 64

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 11. Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов 71

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 12. Финишная обработка модели после печати 74

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 13. Обработки трехмерной цифровой модели. Деление STL на слои 80

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 14. Ориентирование подходящим образом модели для печати 94

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 15. Генерация поддерживающей структуры ... 100

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 16. Выбор материала для печати (термопластик, воск и фотополимерные смолы) 115

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 17. Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов 124

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 18. Финишная обработка модели после печати 127

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 19. Обработки трехмерной цифровой модели. Деление STL на слои 133

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 20. Ориентирование подходящим образом модели для печати 140
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 21. Генерация поддерживающей структуры ... 144
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 22. Выбор материала для печати (VisiJet PXL Core, полистирол, лингин) 150
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 23. Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов 159
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 24. Финишная обработка модели после печати 162
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 25. Обработки трехмерной цифровой модели. 168
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 26. Деление STL на слои 173
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 27. Ориентирование подходящим образом модели для печати 185
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 28. Генерация поддерживающей структуры ... 189
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 29. Выбор материала для печати. Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов 193
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 30. Финишная обработка модели после печати 201
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 31. Анализ повреждения модели 207
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 32. Ориентирование подходящим образом модели для печати 208
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 33. Генерация поддерживающие структуры ... 211
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 34. Выбор материала для печати 219
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 35. Финишная обработка модели после печати 223
Информационное обеспечение обучения 226

Пояснительная записка

Методические рекомендации по выполнению практических и лабораторных работ составлены в соответствии с программой по профессиональному модулю ПМ.02 «Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства» (МДК 02.01. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий) по профессии среднего профессионального образования 15.02.09 Аддитивные технологии.

Выполнение практических и лабораторных работ по профессиональному модулю ПМ.02 «Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства» (МДК 02.01. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий) по профессии 15.02.09 Аддитивные технологии является результатом освоения ОПОП-П, соответствующим требованиям ФГОС СПО, а также отвечающим запросам организаций, действующих в реальном секторе экономики.

При выполнении практических и лабораторных работ основными задачами являются:

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2) выработка практических навыков самостоятельной работы;
3) подготовка обучающихся к будущей практической работе.

Целью выполняемых работ является получение умений и знаний, которые необходимы обучающемуся для овладения им соответствующего вида профессиональной деятельности.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1.
Обработка трехмерной цифровой модели. Деление STL на слои.

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться обрабатывать трехмерную цифровую модель, делить STL на слои.

Ход работы.

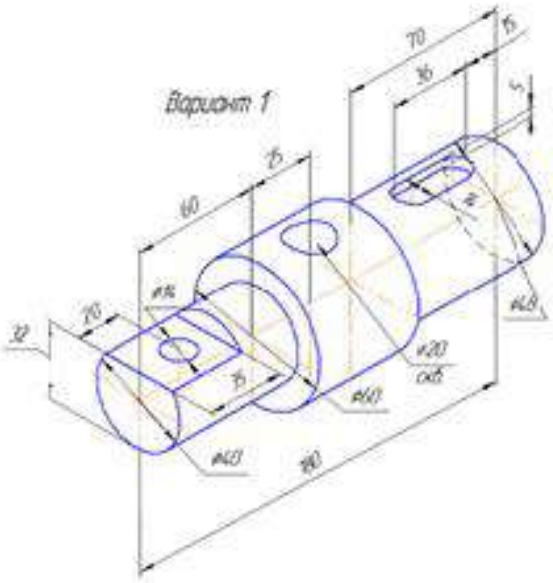
1. Запуск программы КОМПАС 3D.
2. Создание готовой детали по заданию преподавателя.
3. Запуск программы Cura 3D.

Откройте нужный STL-файл.

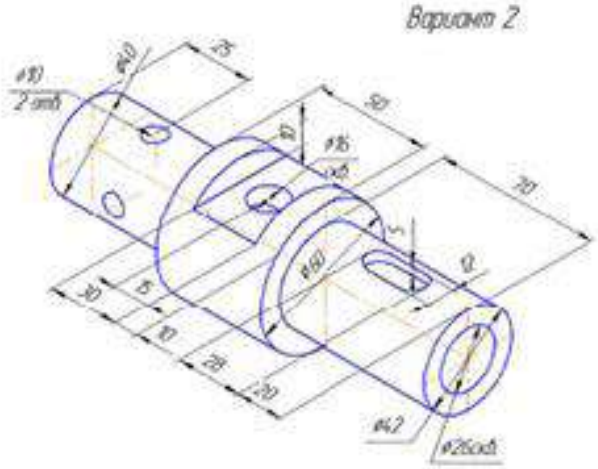
Проверьте печатаемый объект, убедитесь, что он помещается на платформе печати.

Задание для создания детали.

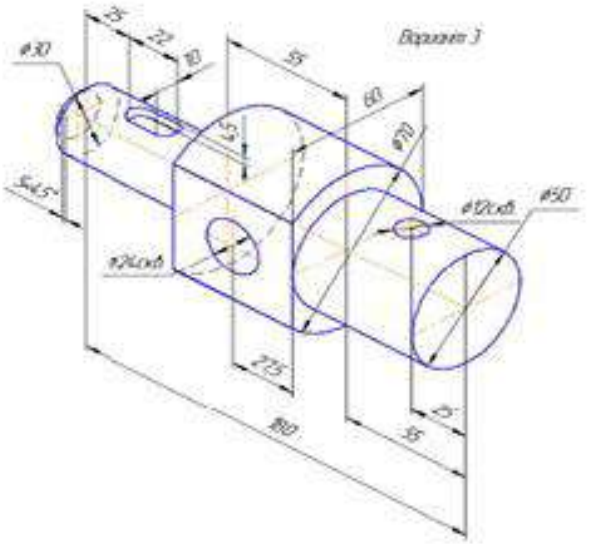
Вариант 1



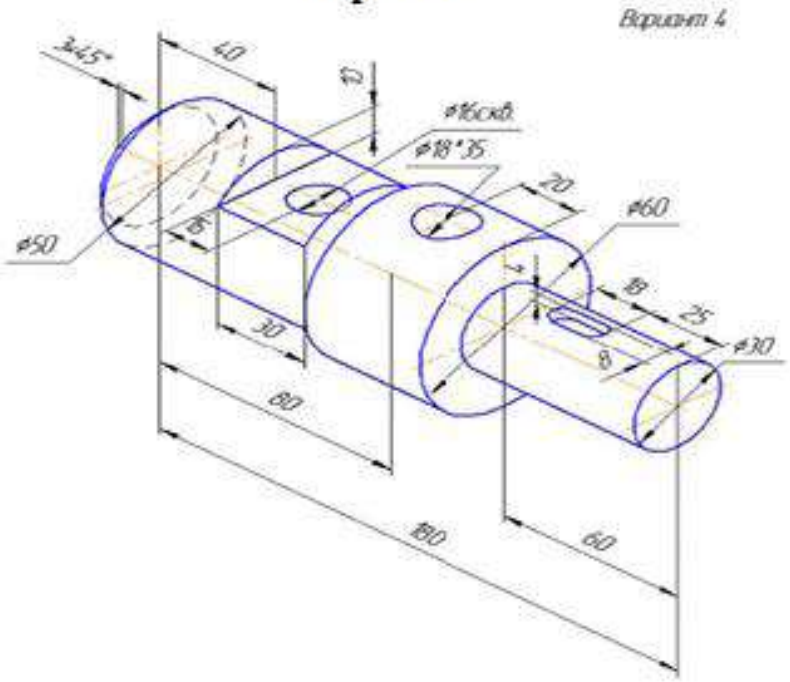
Вариант 2



Вариант 3

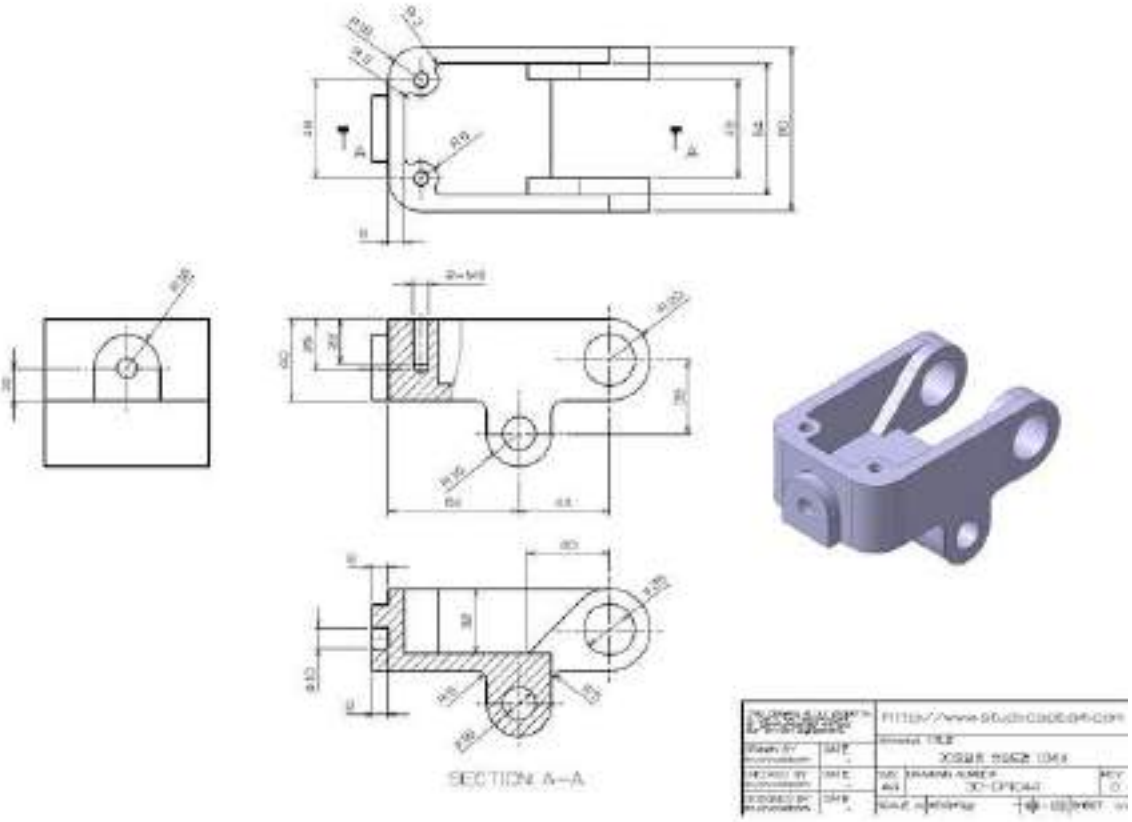


Вариант 4

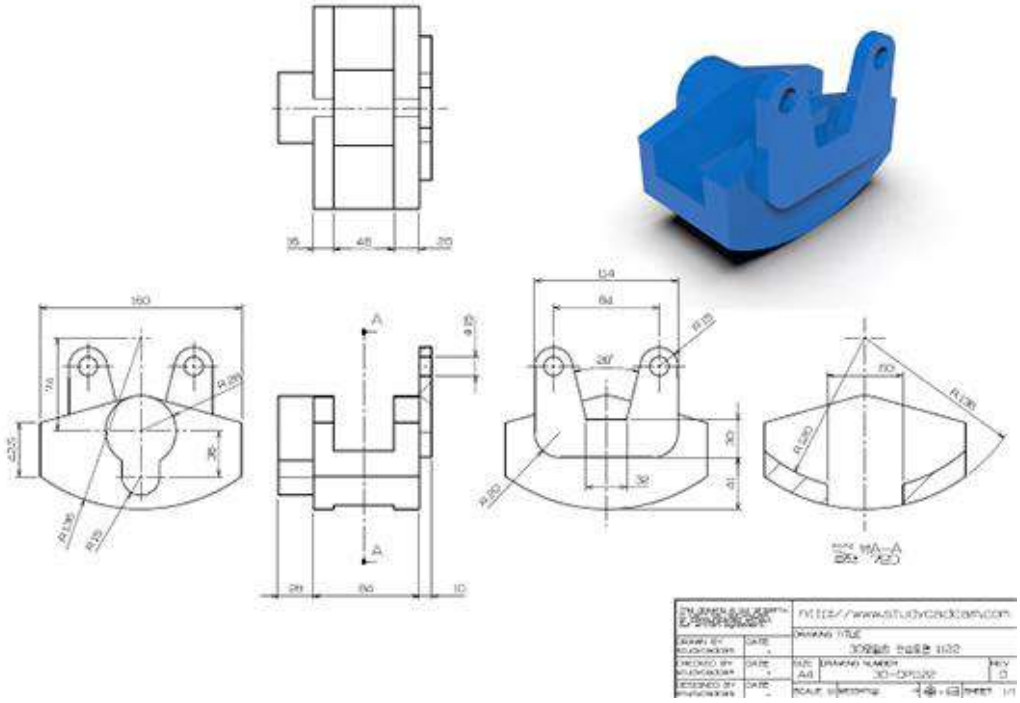


Задание для деления на слои.

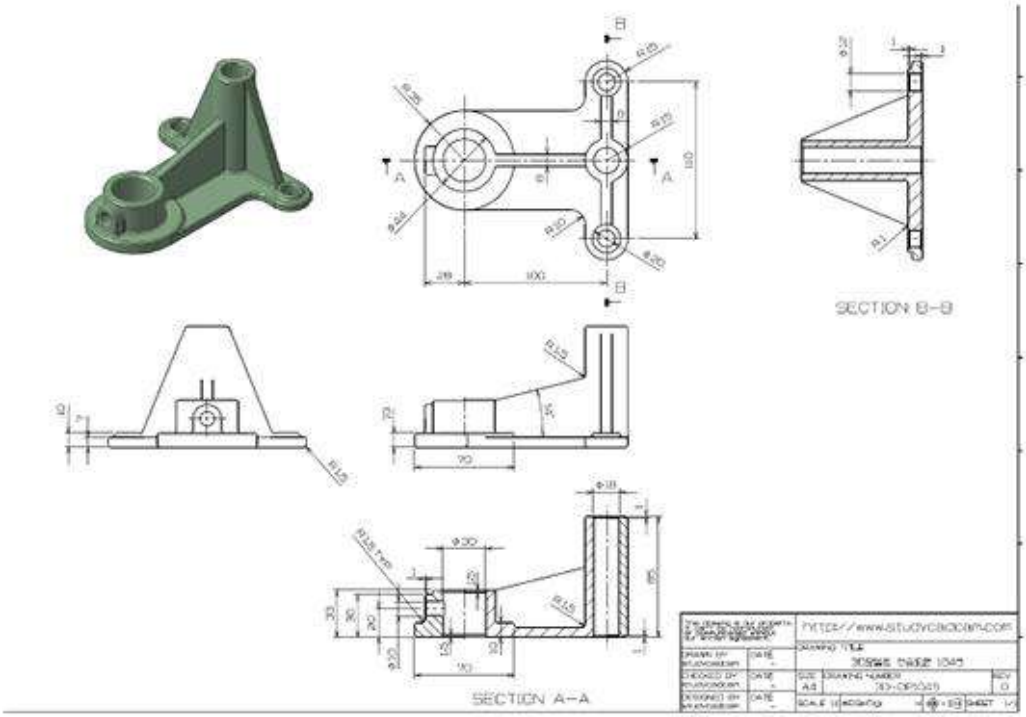
Вариант 1



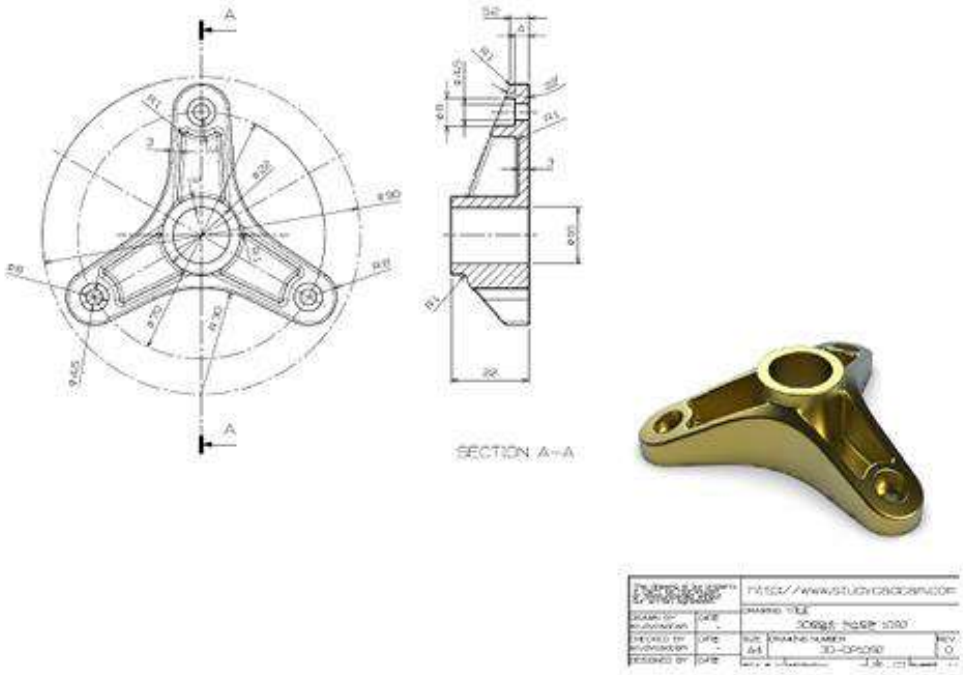
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2.
Ориентирование подходящим образом модели для печати.

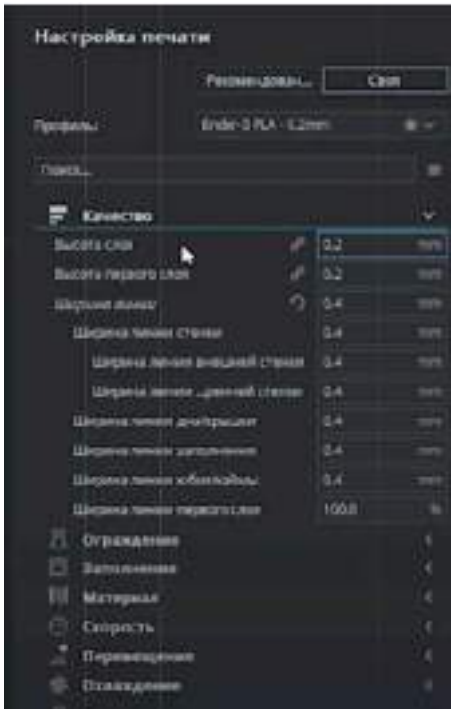
(Время выполнения работы - 1 часа)

Цель: научиться ориентировать модель для печати.

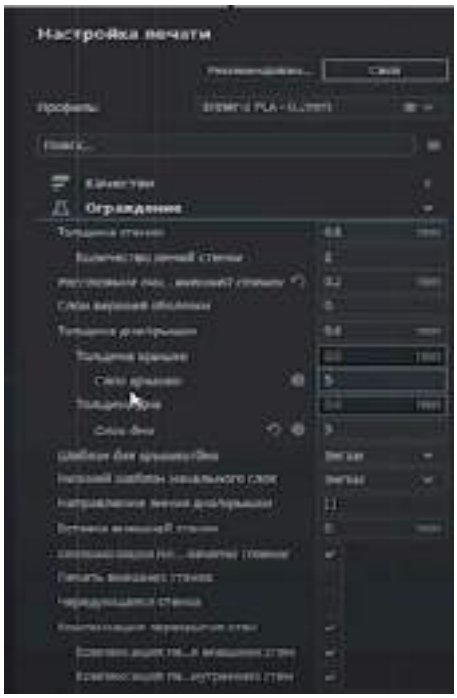
Ход работы.

1. Выбрать соответствующие настройки печати.

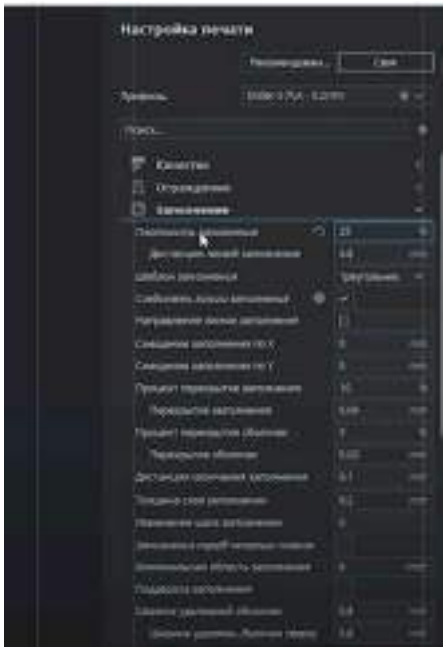
Раздел *качество*



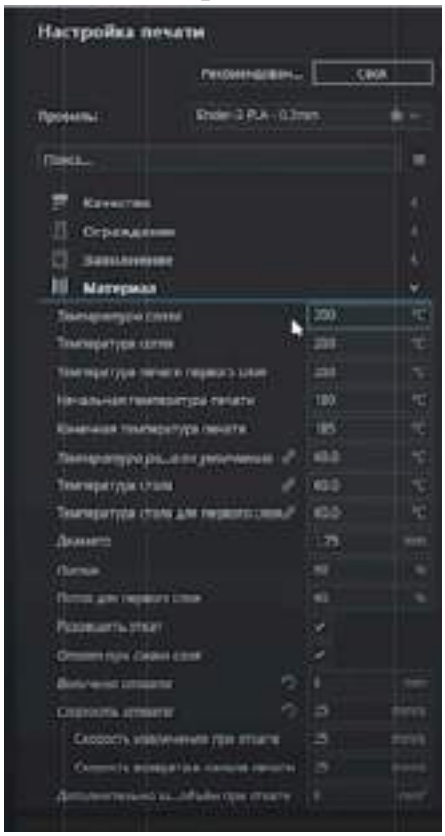
Раздел *ограждение*



Раздел *заполнение*

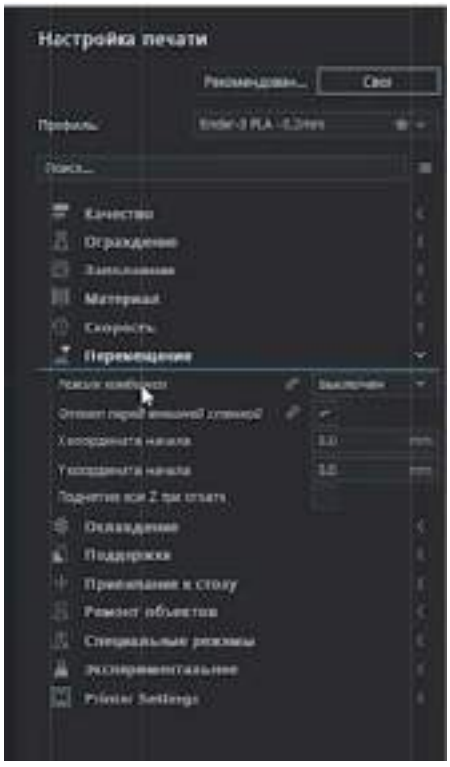


Раздел *материал*

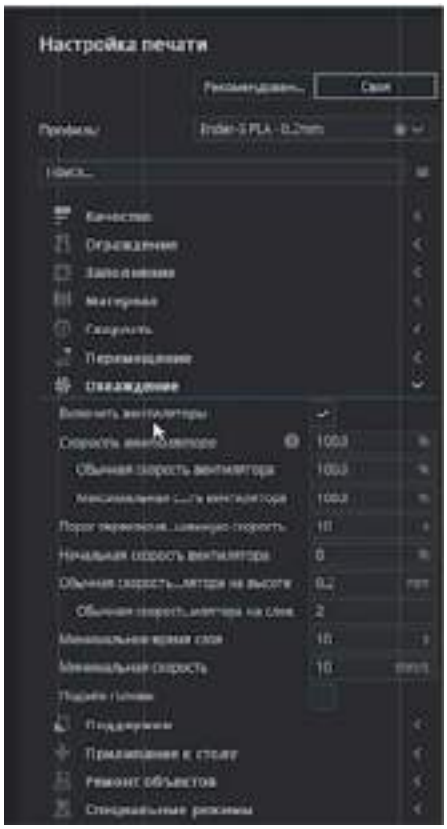


Раздел *скорость*

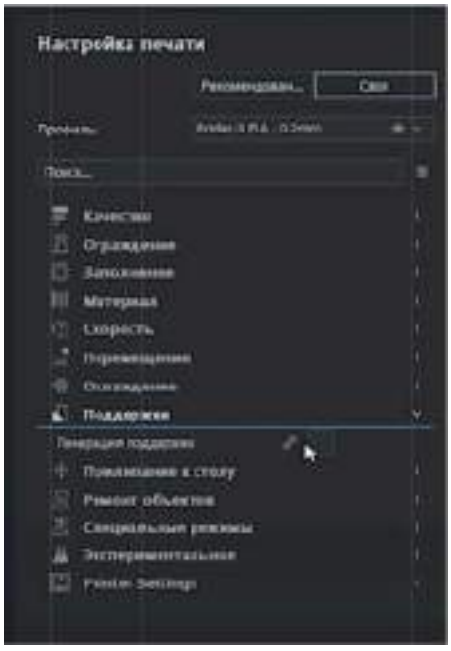
Раздел *перемещение*



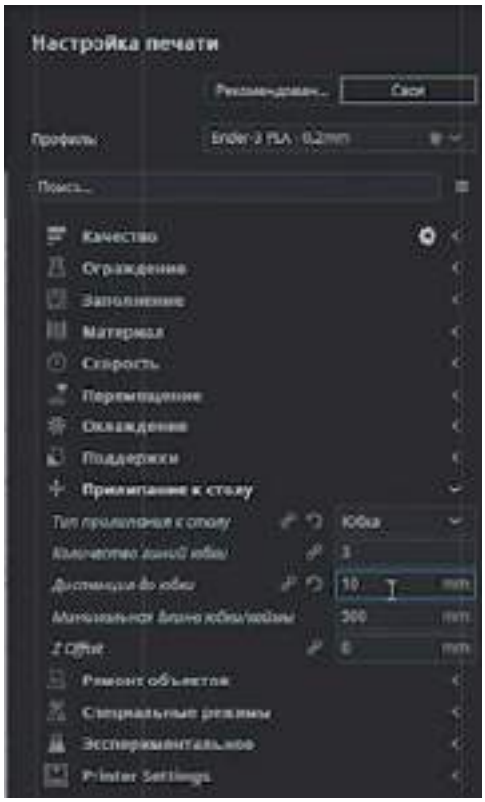
Раздел *охлаждение*



Раздел *поддержки*

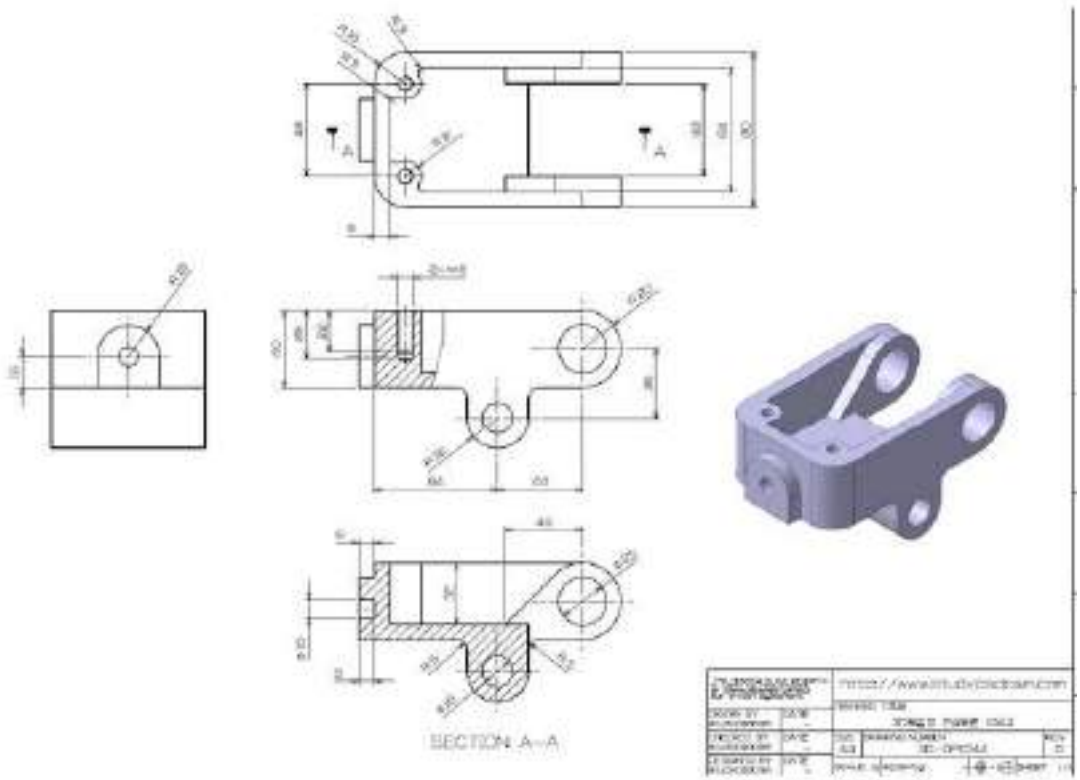


Раздел *прилипание к столу*

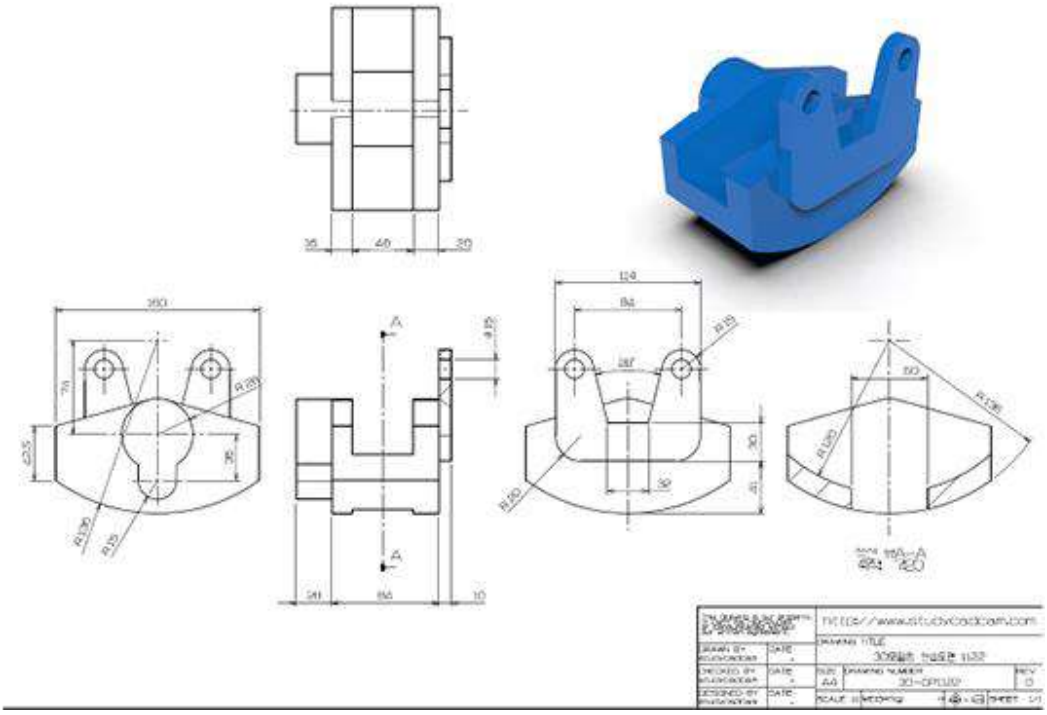


Задание: создать модель (по заданию преподавателя) и подготовить ее к печати.

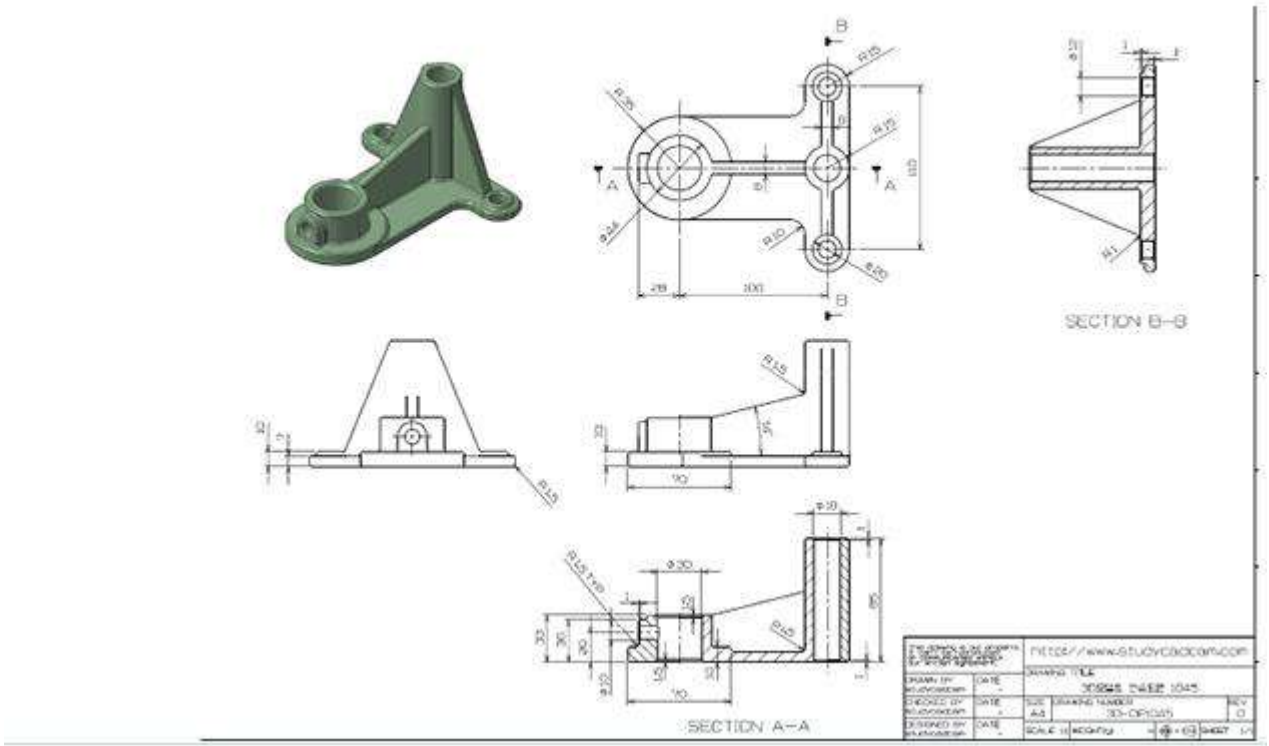
Вариант 1



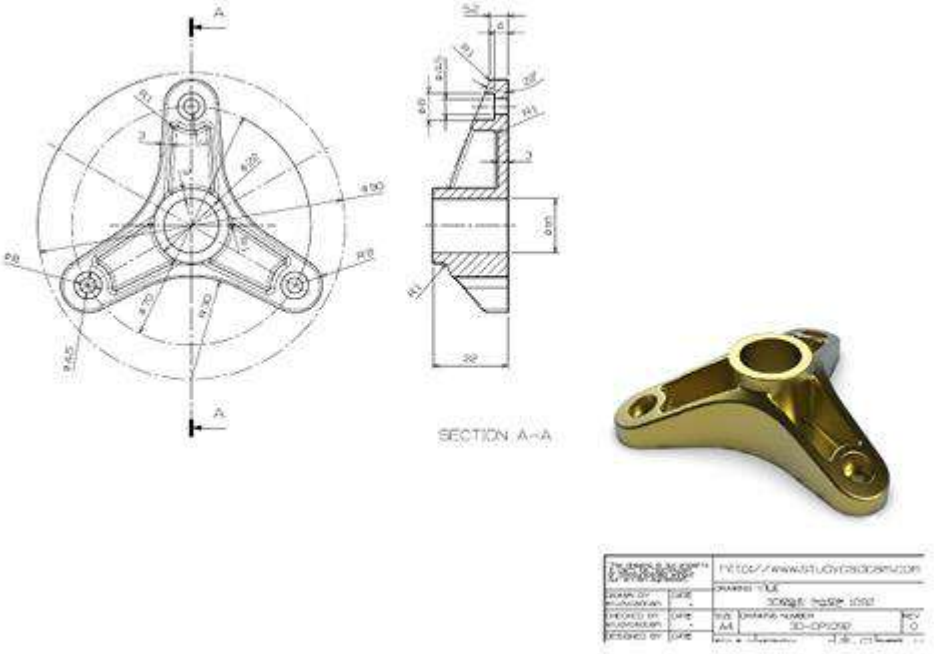
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3.
Генерация поддерживающей структуры

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться использовать разные виды структур поддержки для различных частей 3 D моделей.

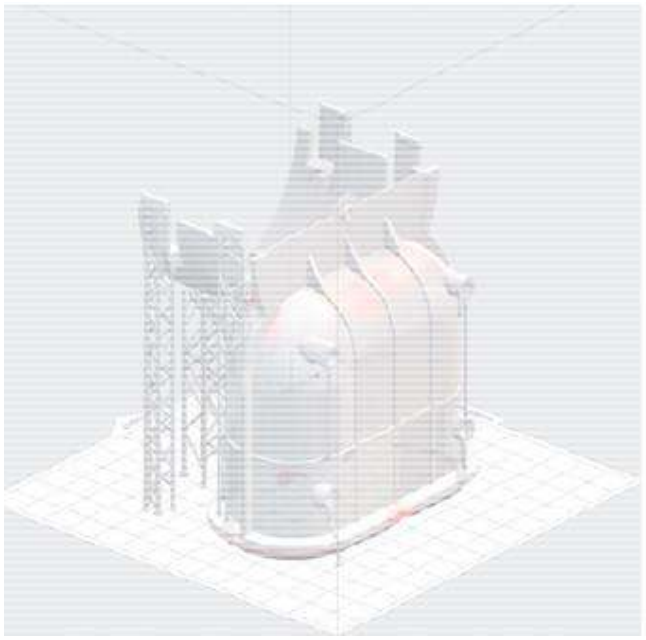
Ход работы.

1. Теоретическая часть

Различные части 3 D моделей требуют разных видов структур поддержки. Успешная печать сводится к идеальному балансу поддержек и опор, т.е. надо использовать минимальное необходимое количество таких элементов.

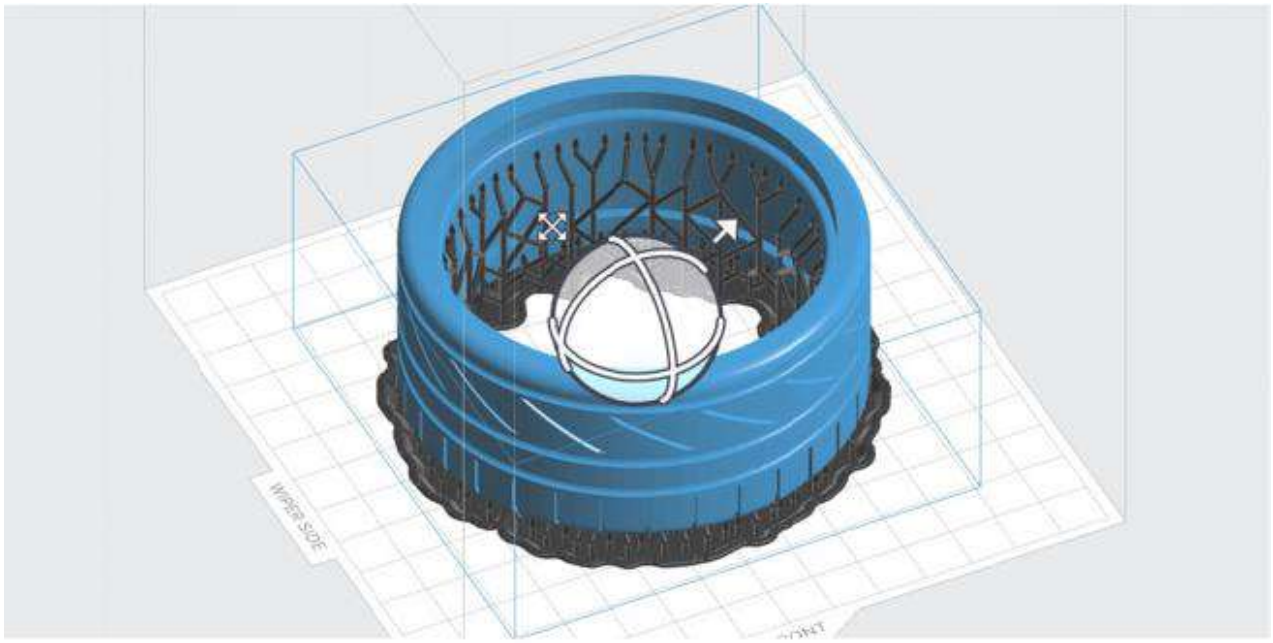
Поддержка частей, напечатанных непосредственно на платформе

Для обеспечения надлежащей адгезии многие части достраивают поддержки от основания, которое соединяет опоры с платформой сборки. Однако, некоторые детали могут успешно печататься без основания, в частности, небольшие детали или детали с плоскими поверхностями, которые могут служить основой для адгезии.



Печатайте плоские геометрии непосредственно на платформе сборки и используйте опоры для поддержки свесов без добавления полного основания.

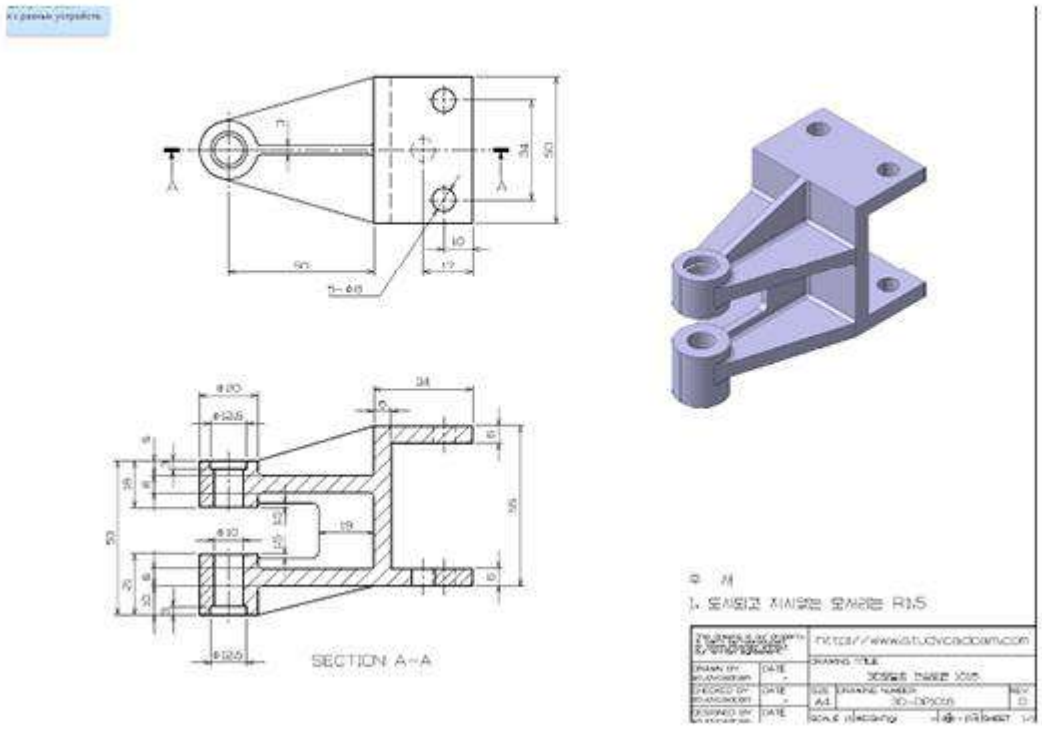
Небольшие печатные основы для кольцеобразных деталей



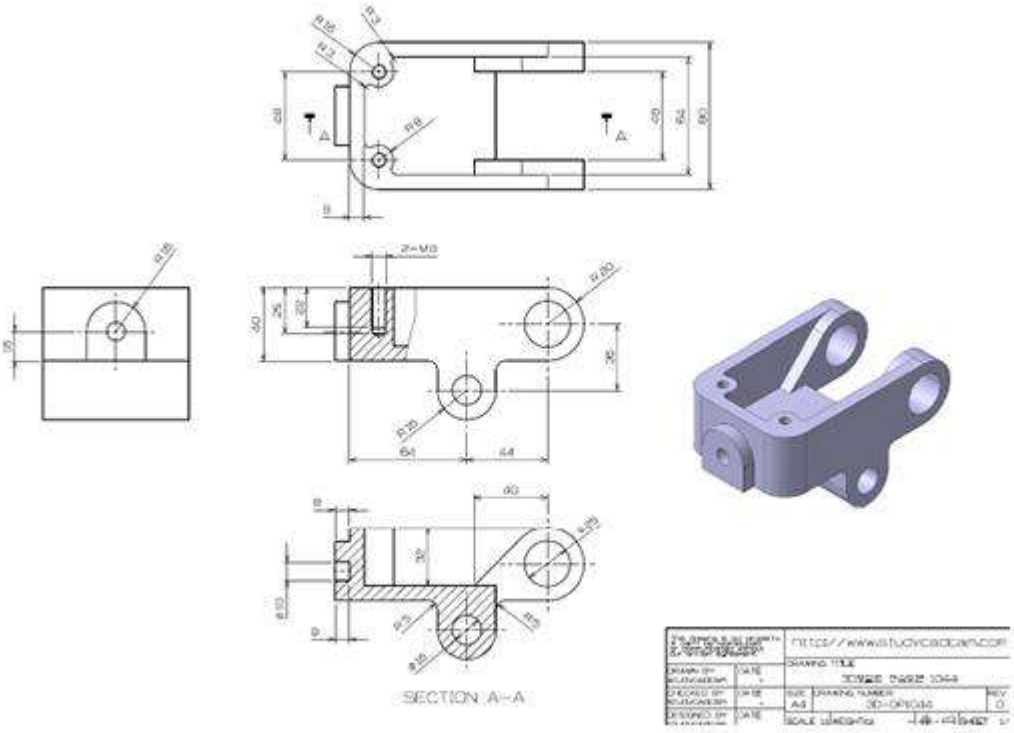
Оптимизированные основы печати для кольцеобразных деталей сокращают использование материала и время печати.

2. Выполните подготовку 3 D модели (по заданию преподавателя) с использованием необходимых поддерживающих структур.

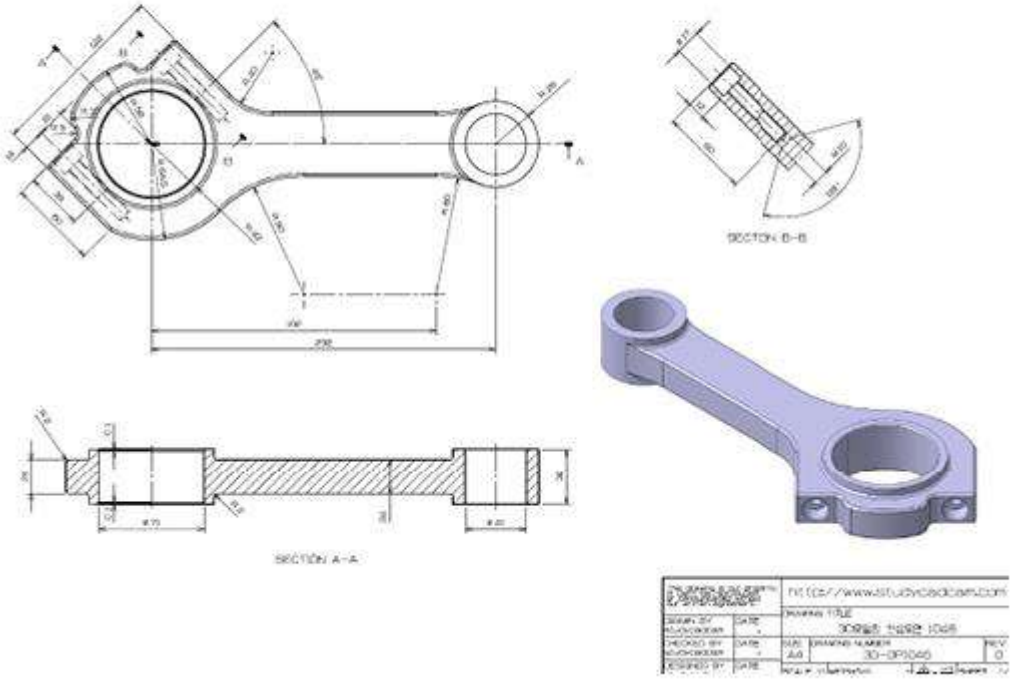
Вариант 1



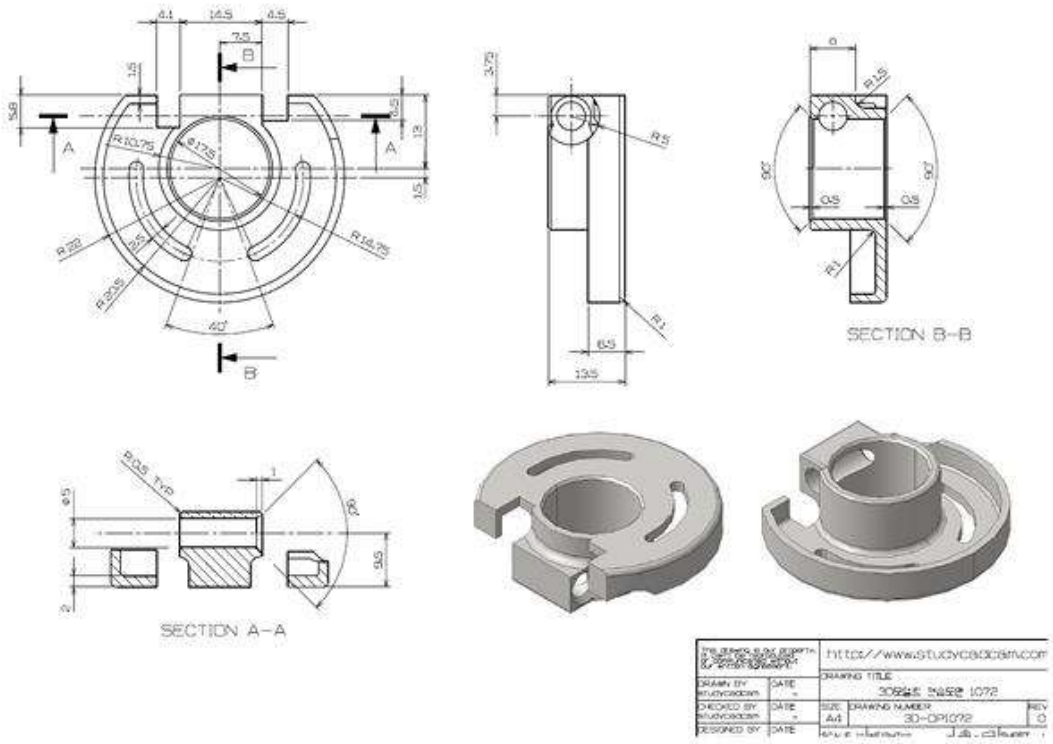
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4.
Выбор материала для печати (ABS, PLA, поликарбонаты, полиамиды, полистирол, лигнин)

(Время выполнения работы - 1 час)

Цель: научиться выбирать материал для печати в соответствии с задачами печати.

Ход работы.

1. ABS пластик для 3D принтера.

ABS (акрилонитрилбутадиенстирол) — ударопрочный пластик, очень популярен в промышленности и 3D-печати. Изделия из ABS достаточно прочны, поэтому его часто используют для печати функциональных объектов, имеющих практическое применение.

Параметры печати:

- Температура экструзии — 210-245°C
- Температура стола — 90-120°C
- Обдув — нежелателен
- Межслойная адгезия — средняя
- Адгезия к столу — средняя

Технические характеристики

- Температура плавления — 175-210°C
- Температура размягчения — 100°C
- Температура эксплуатации — -40+80°C
- Твердость (по Роквеллу) — R105-R110
- Относительное удлинение при разрыве — 6%
- Прочность на изгиб — 41 МПа
- Прочность на разрыв — 22 МПа
- Модуль упругости при растяжении — 1,6 ГПа
- Модуль упругости при изгибе — 2,1 ГПа
- Температура стеклования — 105°C
- Плотность — 1,1 г/см³
- Точность печати — ± 1%
- Усадка при изготовлении изделий — до 0,8%
- Влагопоглощение — 0,45%

Из-за невысокой стоимости сырья, является одним из самых доступных по цене пластиков.

Плюсы:

- Хорошее сочетание прочности и упругости позволяет использовать его для изготовления механических изделий, рассчитанных на долгий срок эксплуатации.
- Широкий диапазон используемых температур позволяет эксплуатировать изделия из него в технических целях.
- Простота механической обработки, в комплексе с химическим сглаживанием поверхности недорогими растворителями типа ацетона, позволяют делать декоративные изделия или корпуса с высоким качеством поверхности.

Минусы:

- Плохо переносит воздействие ультрафиолетового излучения, желтеет на солнечном свете, что ограничивает применение неокрашенных поверхностей на улице
- Не любит сквозняков при печати, что ограничивает применение дешевых принтеров с открытым корпусом.

- Из-за относительно высокой усадки склонен к деламинации (расслоению), требует наличия подогреваемого стола, без него возникают проблемы с прилипанием к столу первого слоя.
- В процессе печати может образовываться неприятных запах, печатать лучше в проветриваемом помещении, или оснащать принтер специальной системой вытяжной вентиляции, с выводом за пределы квартиры.

Эти свойства обуславливают следующие варианты применения данного пластика:

Печать декоративных изделий с последующей обработкой.

Печать механических изделий.

Мелкосерийная печать корпусов и комплектующих.

Печать изделий, рассчитанных на долгий срок службы в отсутствие воздействия прямого солнечного света.

2. PLA (Полилактид)

PLA (Полилактид) — биоразлагаемый пластик, в основе которого находится молочная кислота. Производится из сахарного тростника или кукурузы. Может также производиться из других натуральных продуктов, таких как картофельный крахмал или целлюлоза.

Параметры печати:

- Температура экструзии — 190-230°C
- Температура стола — 20-60°C
- Обдув — желателен
- Межслойная адгезия — хорошая
- Адгезия к столу — хорошая

Технические характеристики:

- Температура плавления — 175-180°C
- Температура размягчения — 50°C
- Температура эксплуатации изделий — -20+40°C
- Твердость (по Роквеллу) — R70-R90
- Относительное удлинение при разрыве — 3,8%
- Прочность на изгиб — 55,3 МПа

- Прочность на разрыв — 57,8 МПа
- Модуль упругости при растяжении — 3,3 ГПа
- Модуль упругости при изгибе — 2,3 ГПа
- Температура стеклования — 60-65°C
- Плотность — 1,23-1,25 г/см³
- Минимальная толщина стенок — 1 мм
- Точность печати — ± 0,1%
- Усадка при изготовлении изделий — нет
- Влагопоглощение — 0,2-0,4%

Данный пластик нетоксичен и представлен разными производителями в широкой цветовой гамме.

Является одним из самых популярных пластиков для 3D-печати. Хорошо подходит для печати дома. Причиной данной популярности являются следующие характеристики:

Плюсы:

- Не дает усадки при печати, что позволяет получить точное соответствие размеров напечатанного изделия смоделированному.
- Не требует подогреваемого стола и не боится сквозняков при печати, а значит может использоваться для печати на самом дешевом китайском принтере с открытым корпусом.
- Нетоксичен. Во время печати приятно и несильно пахнет, что позволяет печатать им в квартире без использования специальной вытяжки.
- Твердый, прочный и скользкий, широкий диапазон применений.
- Производится из натуральных компонентов, может использоваться для контакта с пищевыми продуктами.
- Биоразлагаемый, вещи из данного пластика не наносят вреда окружающей среде при утилизации.

Минусы:

- Под воздействием воздуха и ультрафиолета, как и любой натуральный материал, со временем становится более хрупким, вследствие чего не

рекомендуется для долговременного применения при больших физических нагрузках или использования без защитного покрытия на открытом воздухе.

- Низкая температура размягчения (50°C) — в салоне машины, оставленной на солнце в жаркий день, легко размягчается и теряет форму.
- Узкий температурный диапазон использования (-20 — +40°C).
- Высокая твердость пластика затрудняет его механическую обработку.
- Пластик некоторых производителей, из-за высокого содержания остаточных мономеров, склонен к образованию пробок в цельнометаллических хотэндах.

Исходя из достоинств и недостатков данного пластика, можем обозначить следующие способы его применения.

3D-печать крупногабаритных изделий.

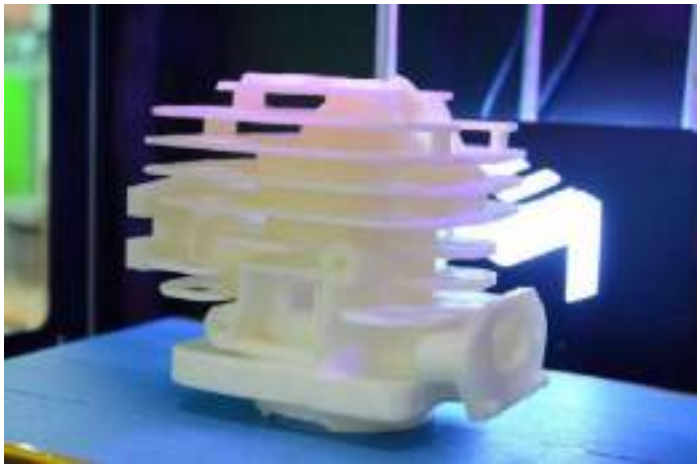
3D-печать изделий с точными размерами.

3D-печать декоративных элементов мебели.

3D-печать элементов интерьерного декора.

3D-печать изделий под покраску.

3D-печать прототипов корпусов и механических изделий.



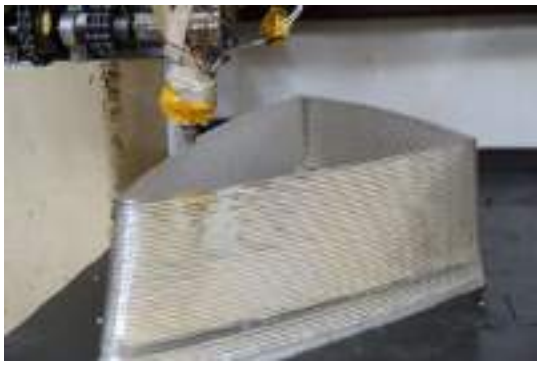
3. **Поликарбонаты.**

Поликарбонат – это чрезвычайно прочный, легкий и прозрачный термопластик. Он используется для производства различных продуктов, таких как компакт-диски, пуленепробиваемые стекла, снаряжение, стекла для солнцезащитных очков, подводные маски, экраны для электронных дисплеев, чехлы для телефонов

и компьютеров и многое другое. Материал нашел свое применение в самых разных отраслях.

PC (Поликарбонат) — один из самых крепких материалов в этом списке. Устойчив к физическому и тепловому воздействию. Выдерживает температуру до 110°C.

Прозрачный.



В промышленности используется для изготовления бронестекол и масок для аквалангов, остекления парников. В бытовой 3D-печати применяется редко. Причина - высокие гигроскопичность, температура печати и усадка.

Параметры печати:

- Температура экструзии — 270-310°C
- Температура стола — 90-110°C
- Обдув — нежелателен
- Межслойная адгезия — высокая
- Адгезия к столу — низкая

Технические характеристики

- Температура плавления — 300°C
- Температура размягчения — 127°C
- Температура эксплуатации — -40+120°C
- Твердость (по Роквеллу) — D82
- Относительное удлинение при разрыве — 4,8%
- Прочность на изгиб — 89 МПа
- Прочность на разрыв — 57 МПа
- Модуль упругости при растяжении — 1,95 ГПа
- Модуль упругости при изгибе — 1,8 ГПа
- Температура стеклования — 161°C
- Плотность — 1,2 г/см³
- Точность печати — ± 6%
- Усадка при изготовлении изделий — 3
- Влагопоглощение — 0,2%

Используется для печати технических изделий высокой прочности или работающих в условиях повышенных температур.

4. Полиамиды.

Nylon (нейлон — синтетический материал из семейства полиамидов) — очень стоек к истиранию, отсюда и основное применение — трущиеся узлы кинематических пар (шестеренки, втулки и т.д.).

Параметры печати:

- Температура экструзии — 235-260°C
- Температура стола — 100-120°C
- Обдув — нежелателен
- Адгезия слоев - высокая
- Адгезия к столу - низкая

Технические характеристики

- Температура плавления — 215-220°C
- Температура размягчения — 120°C
- Температура эксплуатации — -30+120°C
- Твердость (по Роквеллу) — R70-R90
- Относительное удлинение при разрыве — 300%
- Прочность на изгиб — 70 МПа
- Прочность на разрыв — 66-83 МПа
- Модуль упругости при растяжении — 2,7 ГПа
- Модуль упругости при изгибе — 2,6 ГПа
- Температура стеклования — 50-70°C
- Плотность — 1,13 г/см³
- Минимальная толщина стенок — 1 мм
- Точность печати — ± 3%
- Усадка при изготовлении изделий — 1%
- Влагопоглощение — 3,1%

Так-как используется в основном в технических целях, выпускается обычно белого, реже черного цвета.

Его устойчивость к высоким температурам, хорошее скольжение и стойкость к истиранию делают нейлон незаменимым материалом для разнообразных шестеренок и конструкционных деталей. Нивелируется это очень высокой усадкой, необходимостью закрытой камеры для печати и невозможностью печати больших изделий.

Плюсы:

- Прочность.
- Упругость.
- Высокое скольжение.
- Термостойкость.
- Химическая стойкость.

Минусы:

- Сложность печати.
- Высокая усадка, при моделировании необходимо обязательно корректировать размеры с учетом усадки.

5. **Полистирол.**

HIPS (высокопрочный полистирол) — достаточно мягкий пластик, создавался для использования совместно с ABS, для поддержек при двуэкструдерной 3D-печати. Этому способствовали его следующие свойства: одинаковая с ABS температура экструзии, низкая спекаемость с ABS, наличие растворителя (D-Limonene), который растворяет HIPS и не растворяет ABS.

Параметры печати:

- Температура экструзии — 210-245°C
- Температура стола — 90-120°C
- Обдув — нежелателен
- Межслойная адгезия — средняя
- Адгезия к столу — средняя

Технические характеристики

- Температура плавления — 175-210°C
- Температура размягчения — 97°C
- Температура эксплуатации — -40+70°C
- Твердость (по Роквеллу) — L79
- Относительное удлинение при разрыве — 64%
- Прочность на изгиб — 37,6 МПа
- Прочность на разрыв — 16,4 МПа
- Модуль упругости при растяжении — 0,93 ГПа
- Модуль упругости при изгибе — 1,35 ГПа
- Температура стеклования — 55°C
- Плотность — 1,05 г/см³
- Точность печати — ± 0,5%
- Усадка при изготовлении изделий — 0,4%
- Влагопоглощение — 1%

Но его характеристики сделали возможным использование данного пластика и для самостоятельного применения. На данный момент выпускается различными производителями в широком диапазоне цветов, однако меньшем, чем для PLA или ABS.

Плюсы:

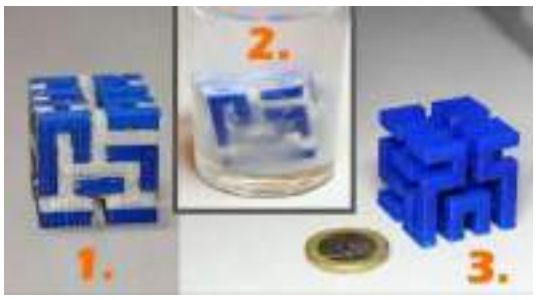
- Меньшая усадка, чем у ABS, что делает его пригодным для печати точных изделий.
- Меньшая плотность, чем у PLA, что позволяет печатать изделия, где необходима легкость конструкции.
- Мягкость поверхности, которая гарантирует простоту механической обработки.
- Матовость, которая придает эффект сглаженности изделиям.
- Температура размягчения почти как у ABS, что позволяет использовать его в уличных условиях.

Минусы:

- Как и ABS, требует подогреваемой платформы и подвержен деламинации, хоть и в меньшей степени.
- Меньшая, чем у ABS, прочность на изгиб и, как следствие, большая хрупкость изделий.
- Низкая устойчивость к ультрафиолетовому излучению, что ограничивает использование изделий на солнечном свете.

Все это позволяет использовать данный пластик для производства мебельного декора и интерьерных украшений.

Основное применение — это печать поддержек для ABS.



6. **Лигнин**

Wood или Woodfill (древеснонаполненный) — это PLA, в который добавляют очень мелкие древесные опилки. В результате чего, изготовленные с применением данного пластика изделия получают фактуру древесины.

Используется в декоративных целях. Из него можно печатать изделия, которые будут хорошо смотреться на полке или на столе. Чашки, фигурки, сувениры. Также можно изготавливать архитектурные макеты.

Параметры печати:

- Температура экструзии — 190-230°C
- Температура стола — 20-60°C
- Обдув — желателен
- Межслойная адгезия — средняя
- Адгезия к столу — хорошая

Технические характеристики:

- Зависят от степени наполнения древесными волокнами

По характеристикам почти идентичен обычному PLA, но — чем больше древесных волокон в него добавлено, тем меньше прочность и упругость конечных объектов.

Меняя температуру экструдера, можно изменять оттенки и текстуру получаемого изделия.

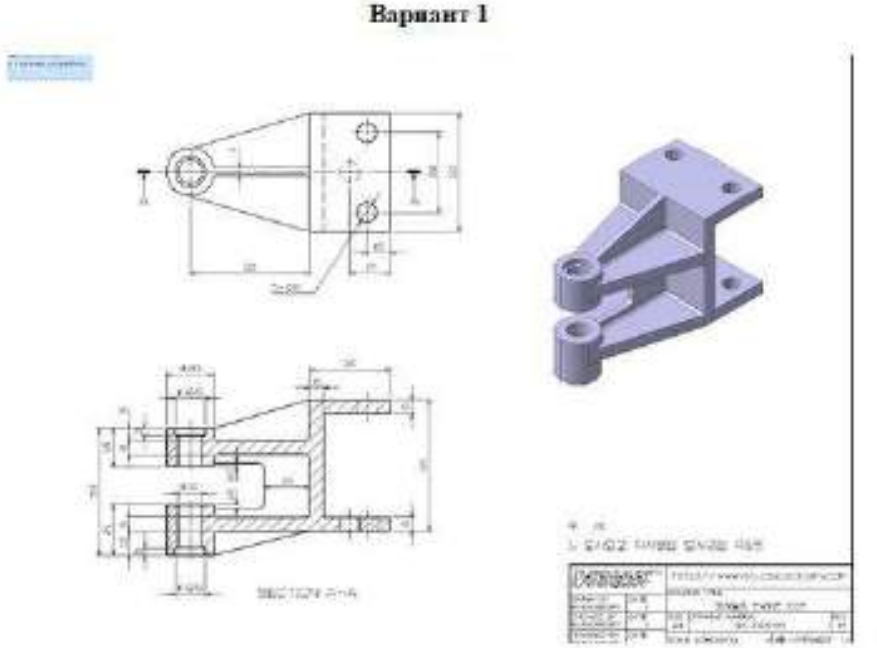
Плюсы:

- Легкость печати.
- Внешний вид и фактура максимально приближены к древесине.
- Приятные тактильные ощущения.

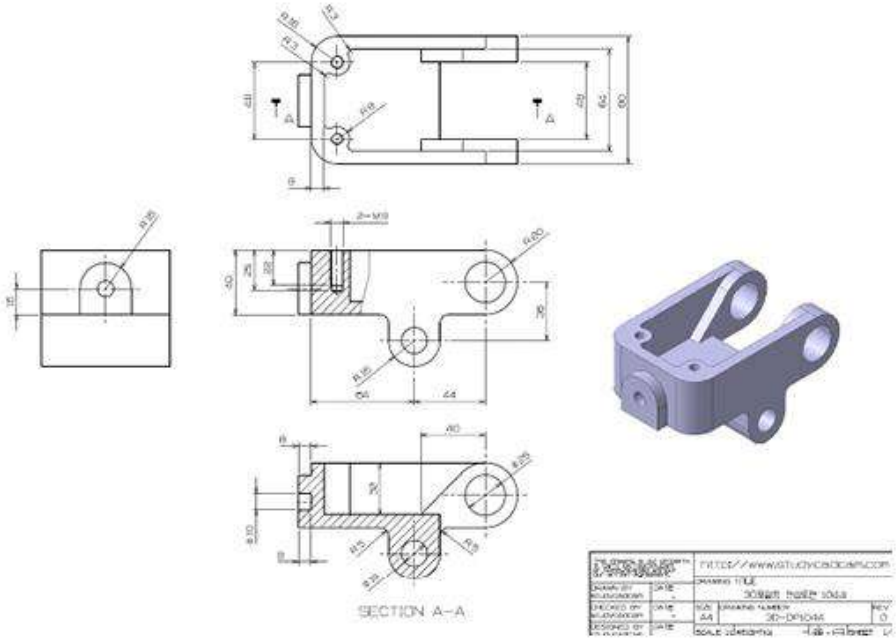
Минусы:

- Невозможность печати узкими соплами (забивается).
- Чуть большая абразивность.
- Прочность изделий снижена, по сравнению с классическим PLA.

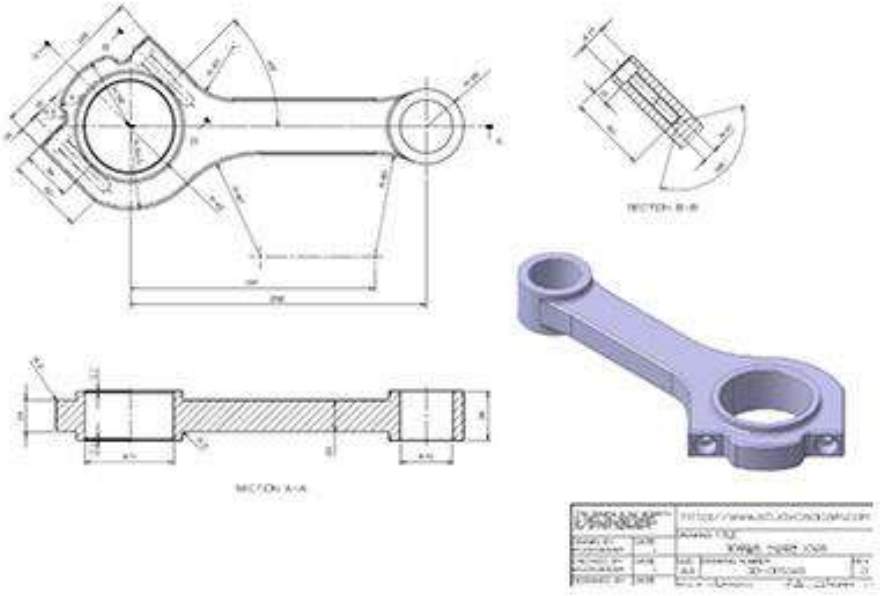
Задание: проанализировать возможности использования материалов для изготовления детали (по заданию преподавателя) и выбрать наиболее оптимальный материал для изготовления заданной детали.



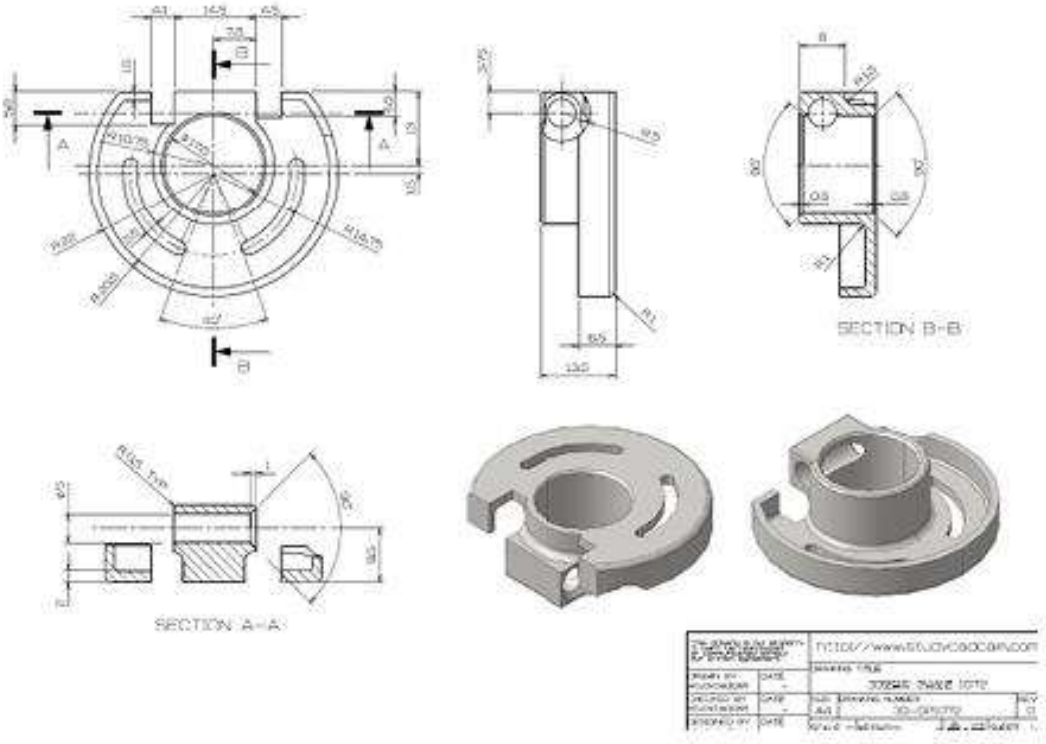
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5.
Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов

(Время выполнения работы - 1 часа)

Цель: научиться готовить модель к печати

Ход работы.

Процесс подготовки можно разделить на 10 основных шагов.

10 этапов подготовки 3D модели к печати:

1. **Сетка**. Если модель состоит из множества деталей, то необходимо их преобразовать в один.

2. **Плоское основание модели**. На платформе принтера лучше держится модель, имеющая плоское основание. Если модель вдруг отклеиться в процессе печати, то может произойти смещение координат и нарушится геометрия основы 3д-модели. Если же создать плоскую основу нет возможности или плоскость основы имеет маленькие размеры, тогда модель печатает на рафте. Однако существует вероятность того, что рафт может испортить поверхность модели, в связи, с чем лучше его не использовать.

3. **Толщина стенок**. Стенки модели должны быть толще, чем сопло принтера, кроме того, стенки обязаны быть равны между собой. Если указать слишком маленькие размеры, то принтер не сможет их напечатать, т.е. толщина

стенок должна быть соответствующей диаметру сопла.

4. **Нависающие элементы**. Для печати любого нависающего элемента потребуется поддержка. Поэтому лучше свести количество нависающих элементов к минимуму. Это сократит время необходимое для печати и сократит потери расходного материала. Кроме того, поддержки могут испортить поверхность готовой модели, с которой соприкасаются. Допускается печать нависающего элемента, если угол наклона - меньше 70 градусов.

5. **Точность**. Механические возможности вашего принтера определяют многое, в том числе и точность по оси X и Y. Точность модели по оси Z напрямую зависит от высоты слоя. Высота должна быть кратна высоте слоя. Не стоит забывать, что при остывании материала он усаживается, что влечет изменение габаритов готового объекта. Диаметр отверстий в модели следует расширить на 0,1-0,2 мм.

6. **Мелкие детали**. Напечатать мелкие детали всегда сложно, поэтому лучше не делать их по размеру меньше, чем диаметр самого сопла. Лучше их увеличить в 2 раза относительно диаметра сопла, так как в результате постобработки мелкие детали могут исчезнуть вовсе или стать менее заметными.

7. **Узкие места**. Произвести обработку узких участков достаточно сложно, для этого потребуется специальное оборудование, микродрель или химические средства. Поэтому лучше совсем их не применять.

8. **Крупные модели**. При построении моделей крупных объектов необходимо учесть размеры печатающей области вашего принтера. Если объект имеет слишком большие размеры, то лучше всего порезать его на части, при этом соединения лучше подготовить заранее, например, ласточкин хвост.

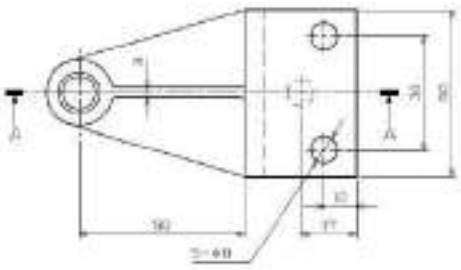
9. **Положение на платформе**. От расположения модели напрямую зависит прочность готового изделия. Нагрузку нужно распределить поперек слоев, а не вдоль. Иначе слои печати могут разойтись.

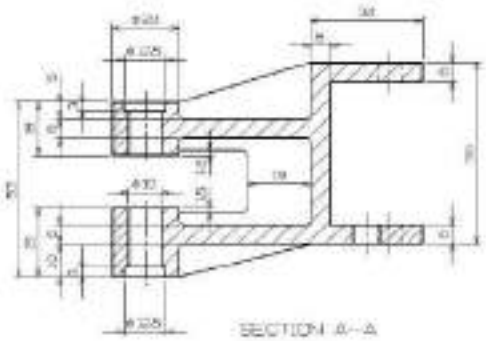
10. **Формат файла**. Как правило, слайсеры поддерживают лишь STL-формат, именно в этом формате лучше всего сохранять свою модель.

Соблюдая все приведенные правила, вы получите качественную, прочную и точную готовую модель изделия.

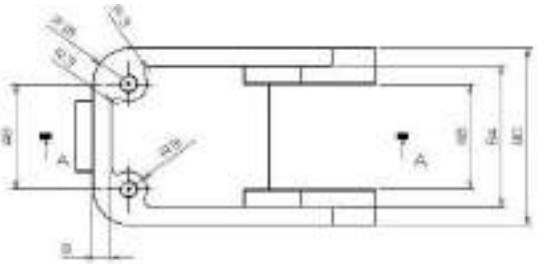
Задание:

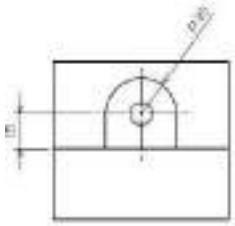
Вариант 1.

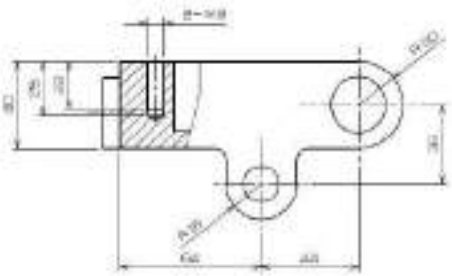


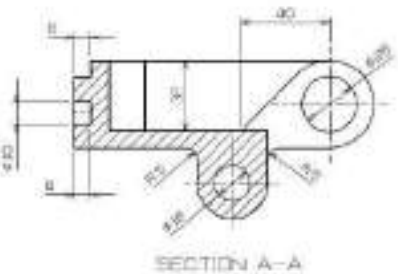


Вариант 2.

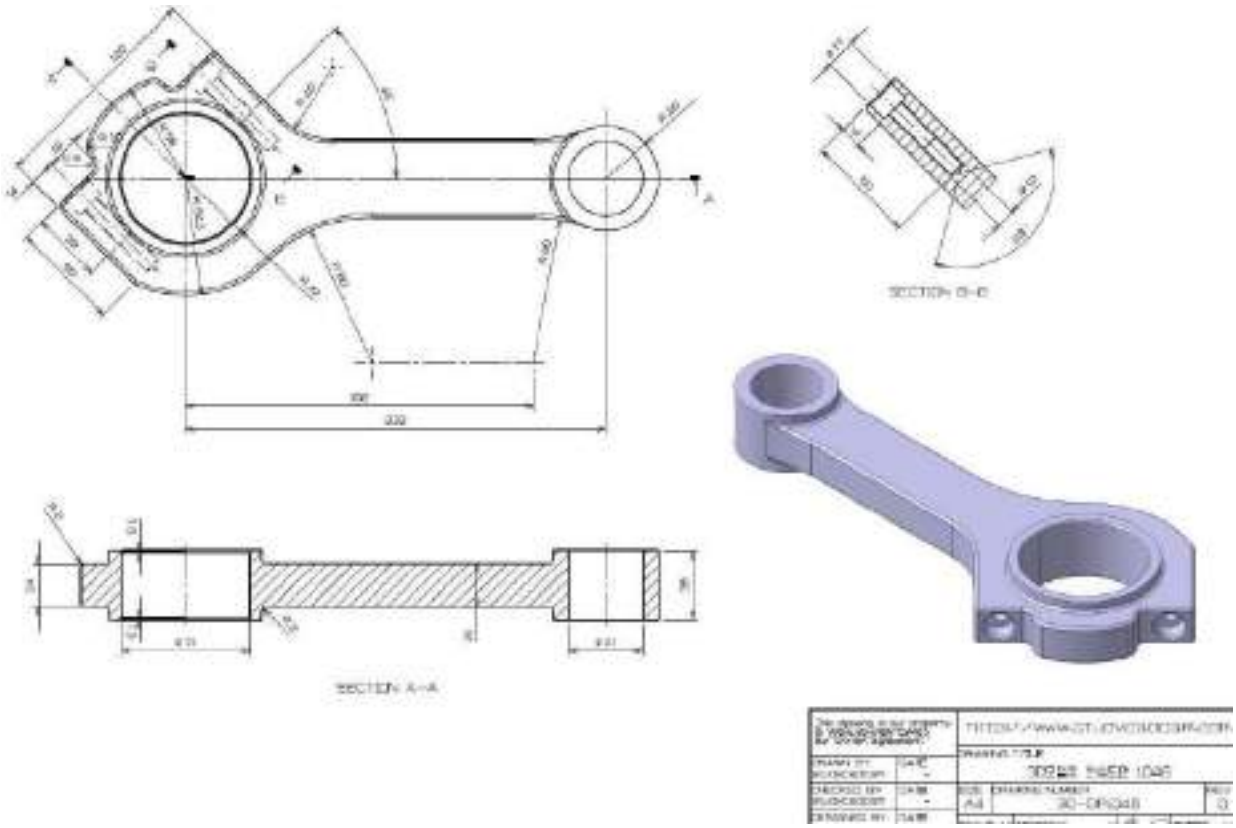




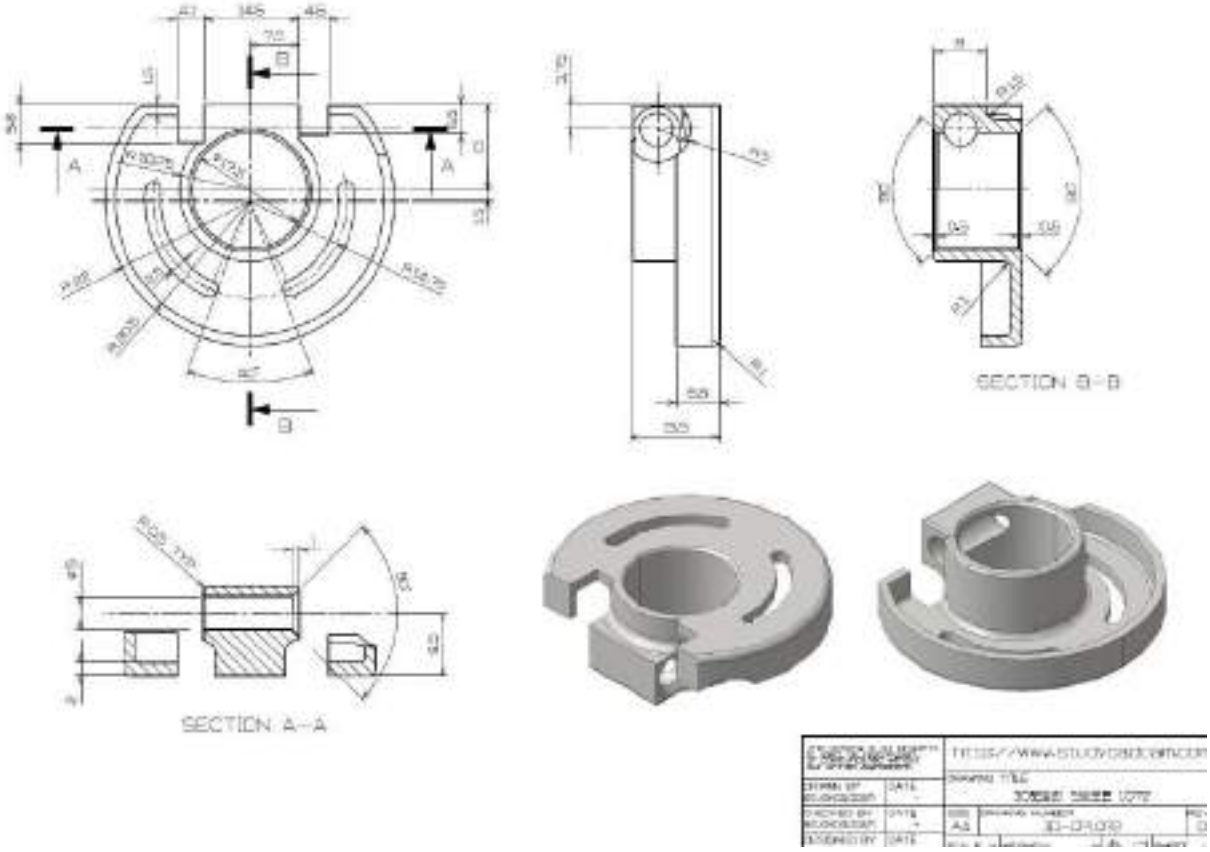




Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6.
Финишная обработка модели после печати

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться выполнять постобработку напечатанной модели.

Ход работы.

Шаг 1: Промывка только что напечатанной модели

Промойте отпечаток, чтобы удалить не отверждённую смолу.

Когда ваша модель только что напечатана, она покрыта не отверждённым фотополимером. Вам нужно его обязательно смыть, прежде чем продолжать постобработку.

Метод №1: Ультразвуковая ванна

Ультразвуковая ванна, как и для чистки ювелирных изделий, — это профессиональный способ чистки ваших отпечатков. Наполните ванну чистой жидкостью и оставьте на пару минут, это снимет тонкий слой не отверждённой смолы.

Метод 2: Ополаскивание

Если у вас нет ультразвуковой ванны, можно просто окунуть модель в ванну с IPA (изопропиловый спирт). Этот метод прост и быстр, но он не обеспечивает такой тщательной очистки, как ультразвуковая ванна.

Шаг 2: Удаление поддержек

Опоры можно снять с помощью кусачек.

Затем удалите опорные конструкции в ручную или кусачками. Это можно сделать до или после отверждения модели под УФ-излучением, но будет проще сделать это до.

После удаления останутся небольшие бугорки. Это неизбежно, но это легко исправить с помощью наждачной бумаги.

Шаг 3: Шлифовка

Обычная шлифовка мест присоединения опорных конструкций (поддержек)

Процесс: шлифуются только выступы опоры. Этот процесс подходит для плоских поверхностей. Поскольку поверхность шлифуется только на опорных выступах, общая геометрия деталей, как правило, не изменяется.

Плюсы

- Точность (дает геометрию, близкую к модели в САПР)
- В результате матовая поверхность скрывает недостатки/

Минусы

- Может привести к образованию неровностей на той стороне, где находилась опора (из-за неравномерного шлифования)
- Неэстетична (особенно на прозрачной смоле)

Мокрая шлифовка

Процесс: Мокрая шлифовка обычно обеспечивает наиболее гладкую поверхность (в зависимости от использованных градуировок наждачной бумаги). На неподдерживаемой стороне модели необходимо отшлифовать только линии сборки. Обычно этого можно достичь с помощью одной наждачной бумаги высокой зернистости. Сторона с опорами более трудоемка, обычно требуется как минимум 4 градации наждачной бумаги. Поэтому рекомендуется размещать опоры на наименее видимой части модели. В зависимости от размещения опоры может наблюдаться некоторая потеря точности, поскольку часть материала удаляется в процессе шлифования.

Плюсы

- Отличная гладкая отделка
- Идеально подходит для сложной геометрии
- Лучшая подготовка поверхности под покраску

Минусы

- Более низкая точность на поддерживаемой стороне

Вода, использованная при шлифовании, может привести к появлению белых / светлыхпятен на отпечатке.

Обработка минеральным маслом

Процесс: Эта обработка похожа на шлифовку мокрым способом, за исключением слоя минерального масла, добавляемого после шлифования. Минеральное масло помогает скрыть белые /светлые пятна на модели, создавая красивую ровную поверхность. Эта отделка хорошо подходит для механических деталей, снижая трение и смазывая поверхность.

Плюсы

- Гладкая поверхность

Минусы

- Не подходит для деталей под покраску

Полировки до глянцевой поверхности

Процесс: Поверхность шлифуется наждачной бумагой повышенной зернистости (от 2000). Затем поверхность полируется полиролью. В результате получается максимально гладкая поверхность, но это требует очень много времени и возможно только на поверхностях, которые можно легко отшлифовать.

Эта обработка может не подходить для жестких и гибких смол.

Плюсы

- Глянцевая и гладкая поверхность

Минусы

- Трудоемкая обработка
- Невозможна для деталей со сложной геометрией
- Не подходит для инженерных фотополимеров

Шаг 4: УФ отверждение модель на 3D принтере

Последний этап постобработки — это УФ-отверждение вашего отпечатка. Оно необходимо для многих функциональных смол, потому что это завершает свойства материала модели.

Метод №1: Заводские камеры для УФ отверждения

Многие производители фотополимерных 3D принтеров, производят камеры для УФ отверждения. Они специально оптимизированы для производимых ими смол. Это необходимо для больших отпечатков в коммерческом и профессиональном использовании.

Метод №2: Лампа для отверждения лака для ногтей

Это недорогой и доступный метод. Просто поместите его под лампу и оставьте на ночь. Использование поворотного стола может помочь получить более равномернуюзасветку.

Метод №3: Камера для УФ отверждения своими руками

Многие любители собирают свои собственные недорогие камеры для УФ отверждения. Это легко сделать, поместив ультрафиолетовую лампу в бокс, выложенный алюминиевой фольгой. Модель можно поместить на поворотный стол, чтобы получить ровную засветку.

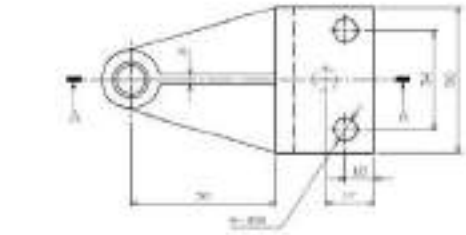
Метод № 4: Солнце

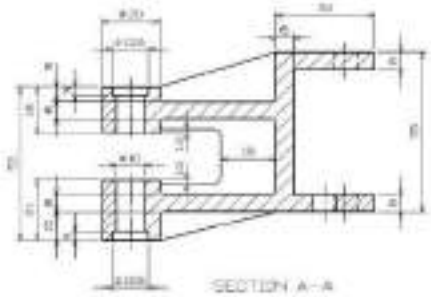
Можно использовать солнечную энергию. Главный недостаток такого подхода, то что он требуется гораздо большего времени для получение приемлемого результата.

После выполнения данных процедур, смело можно приступать к грунтовке и покраске модели или сразу использовать её по назначению.

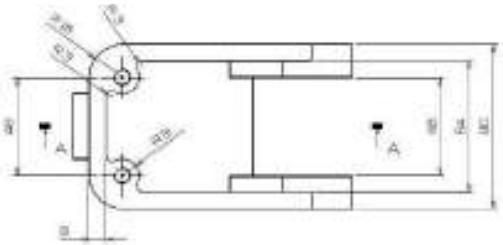
Задание:

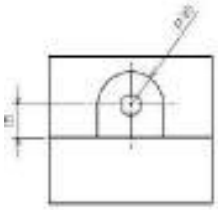
Вариант 1.

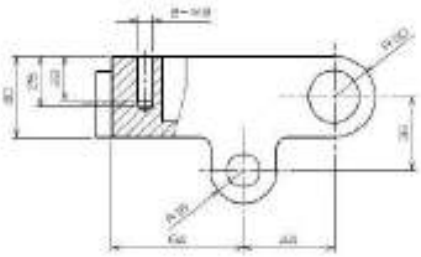


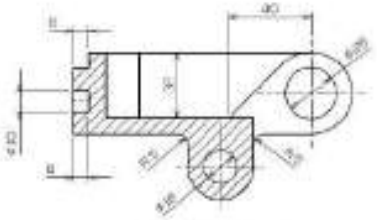


Вариант 2.

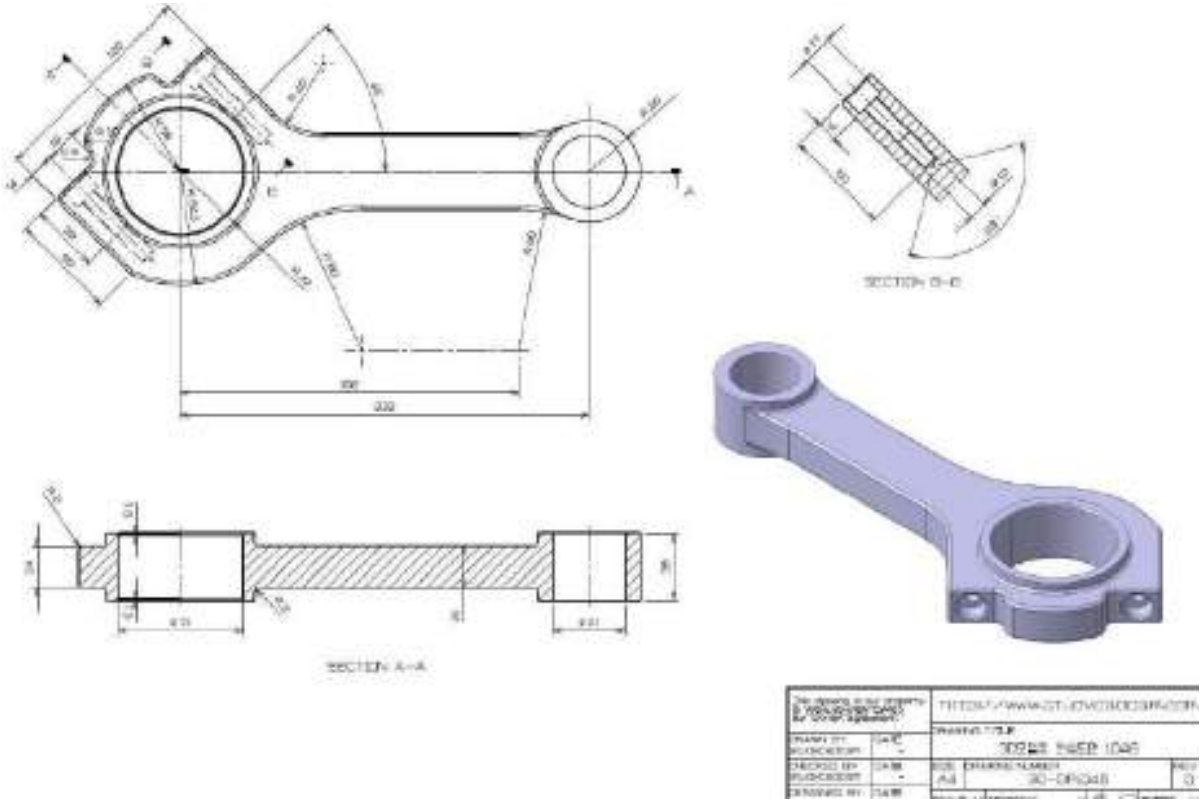




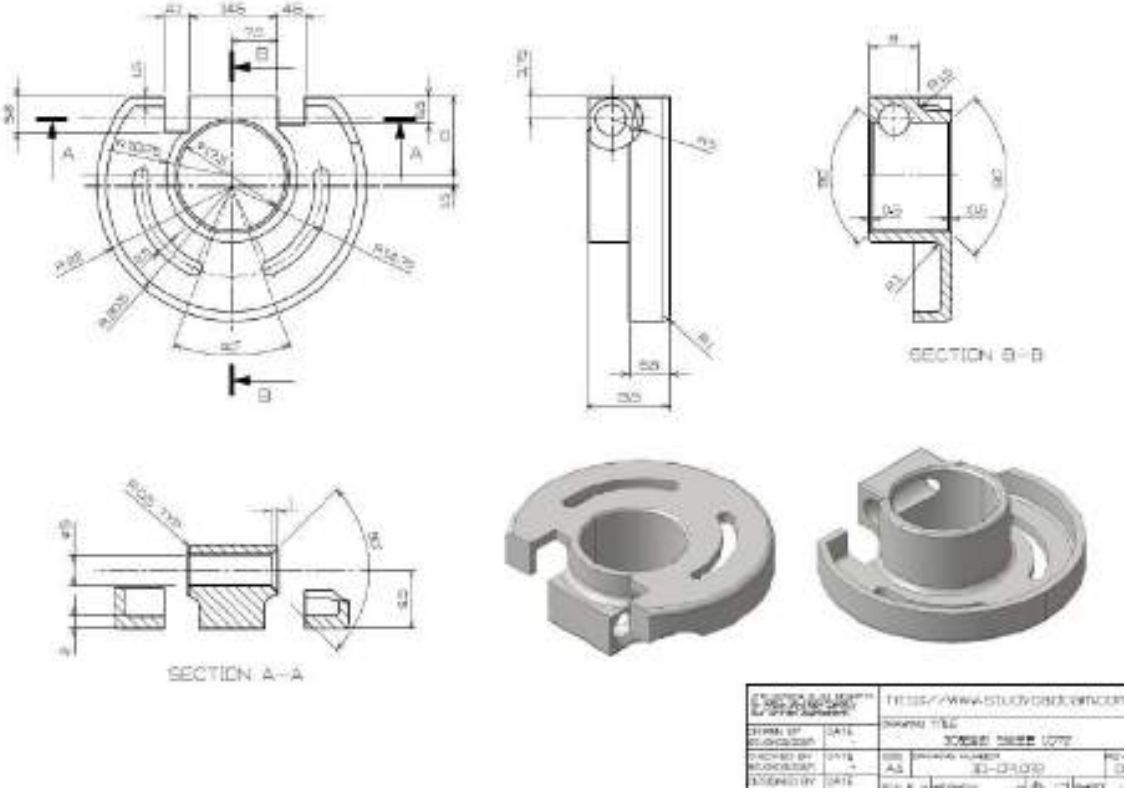




Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

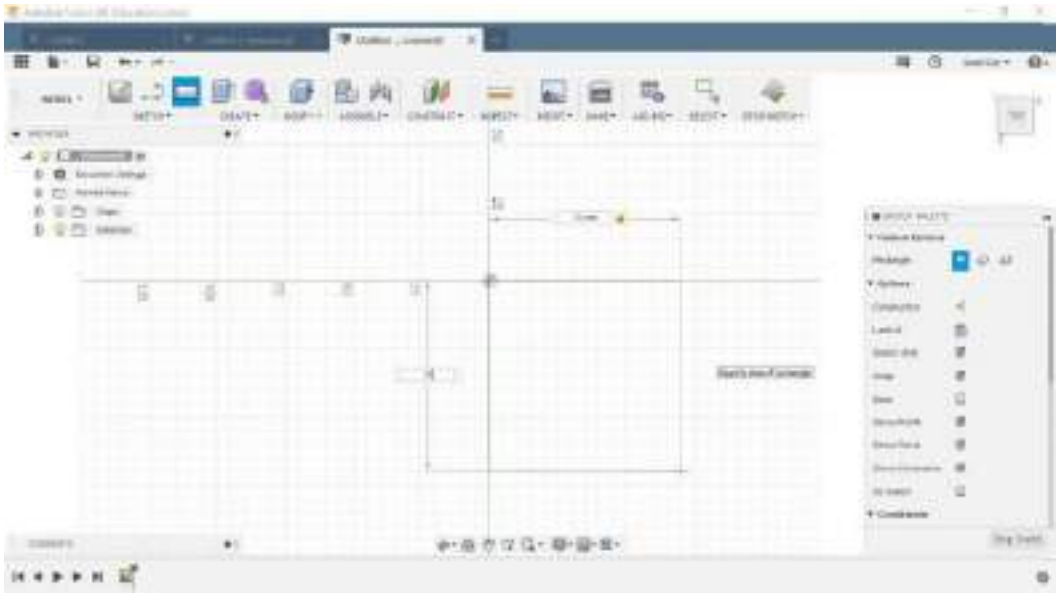
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7.
Обработки трехмерной цифровой модели.

(Время выполнения работы - 1 час)

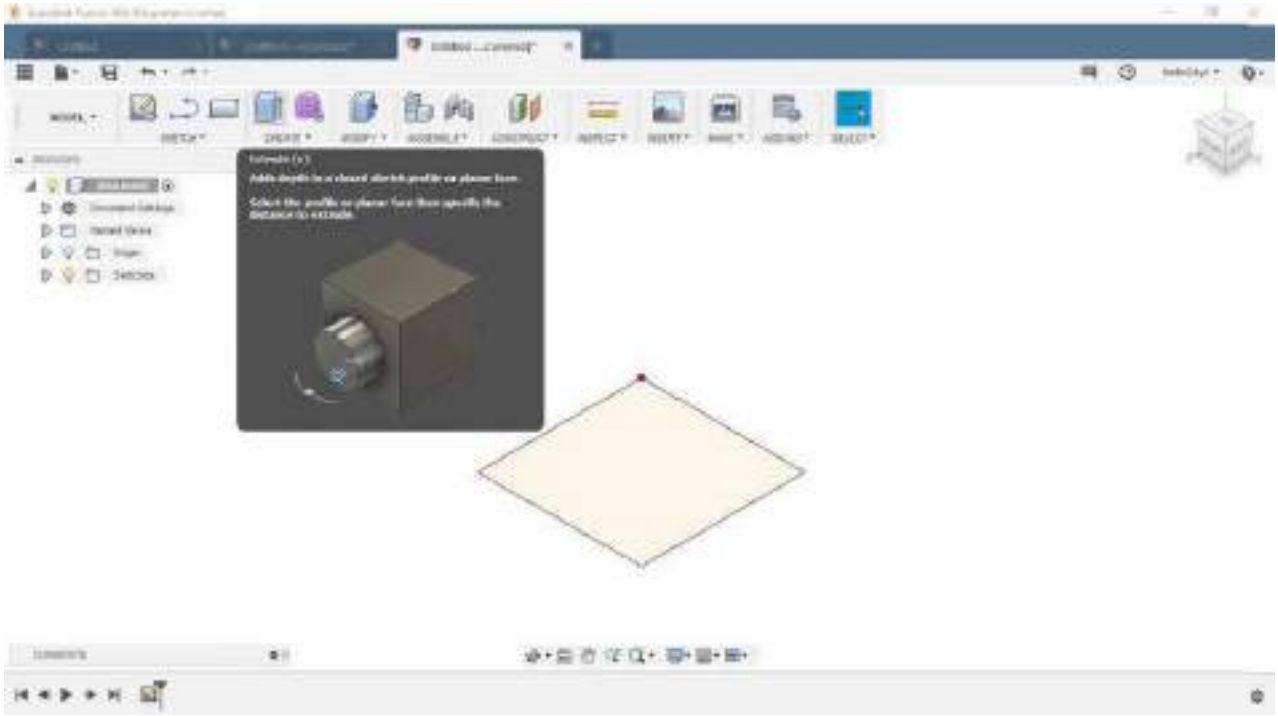
Цель: научиться обрабатывать трехмерную цифровую модель, используя Fusion360.

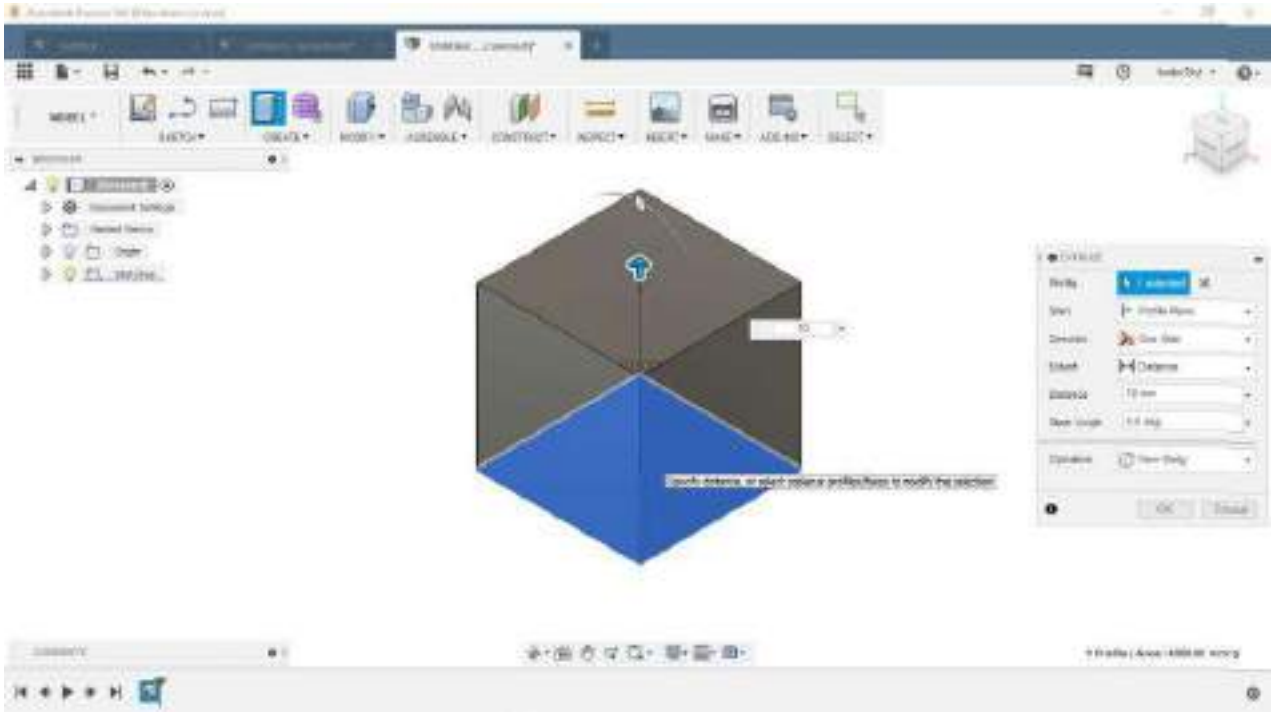
Ход работы.

1. Начнём с эскиза. Начертим прямоугольник с габаритными размерами (горячая клавиша для линии L, а чтоб указать размер нажмите D).

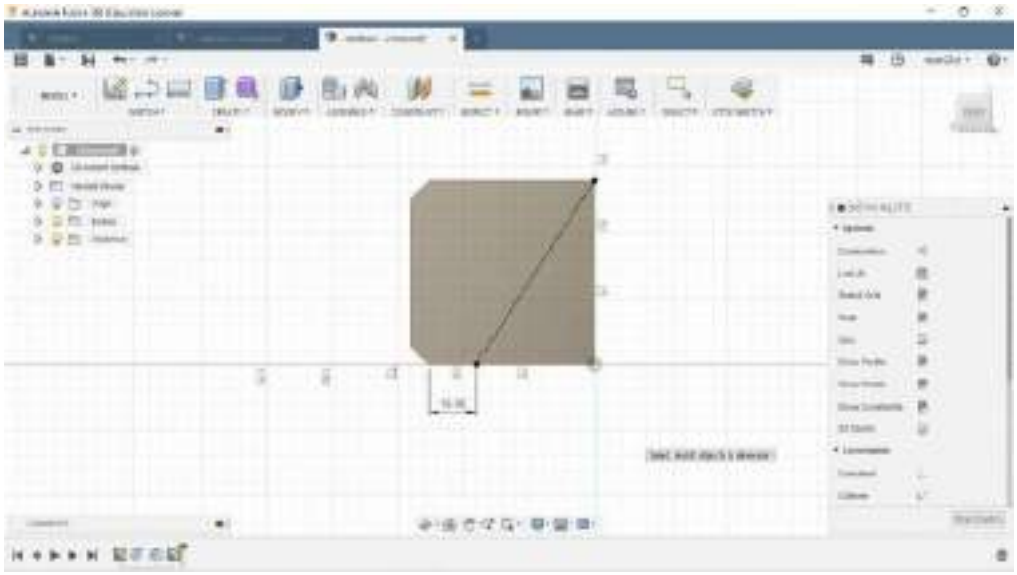


и выдавим или extrude (горячая клавиша E).

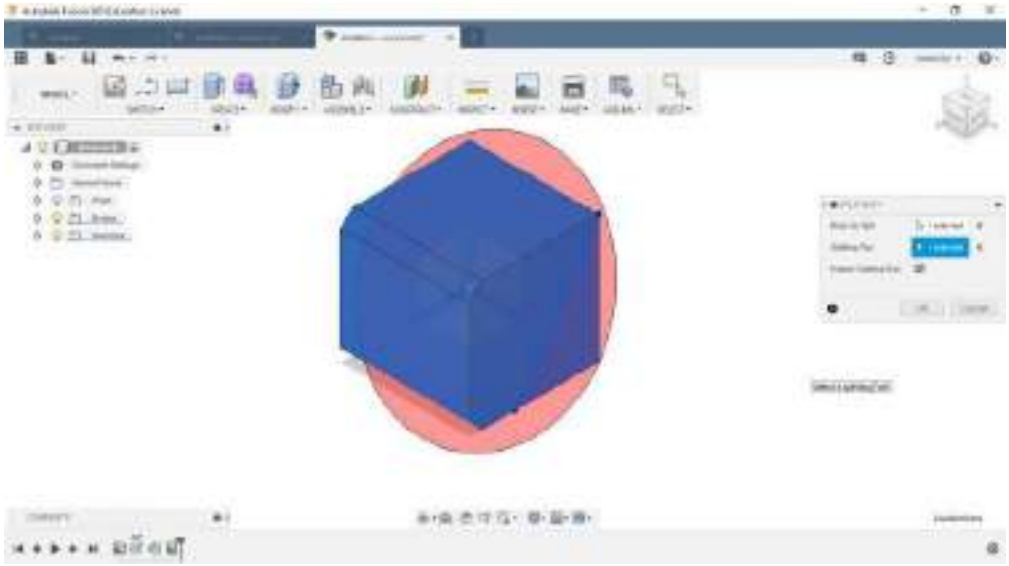




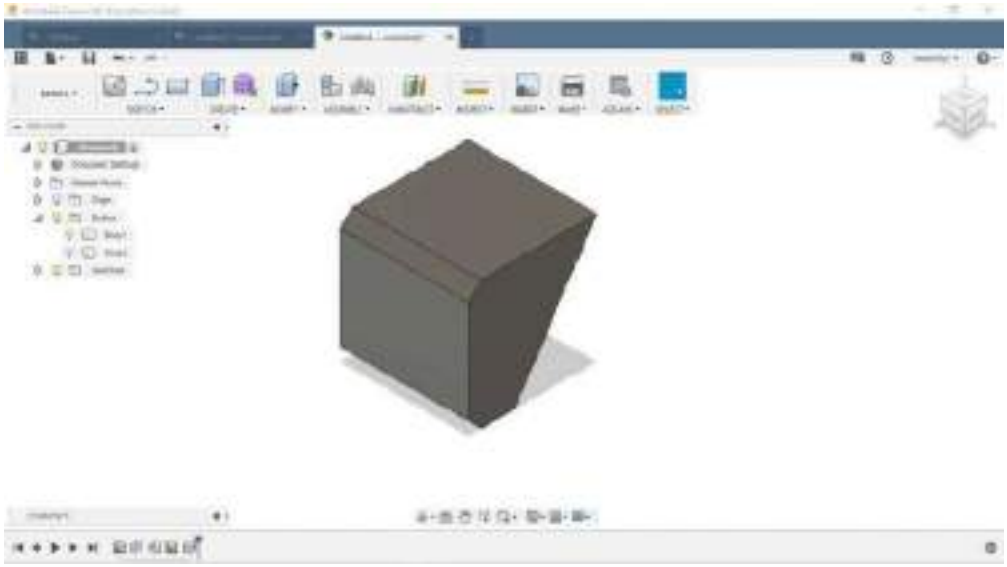
И указываем высоту экструдирования. Интуитивно можно понять, как работает инструмент фаска (горячая клавиша F) или его подобие chamfer и предлагаю посмотреть как работает инструмент Split body (горячей клавиши нет). Для начала создаём эскиз с прямой на плоскости предмета которую нужно разделить.



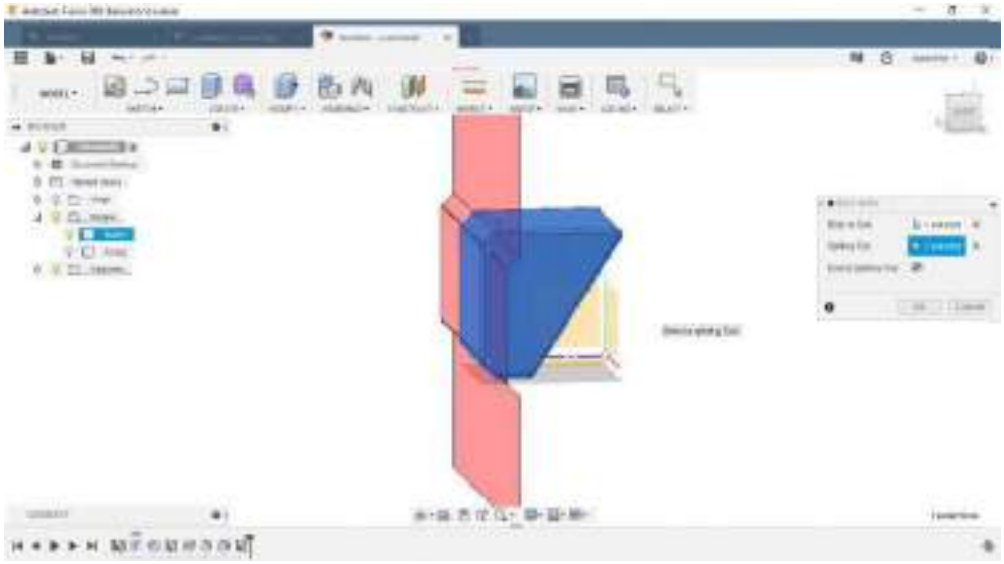
Далее активируем Split body, выбираем объект и инструмент деления, которым служит нашапрямая, если я правильно перевёл.



Нажимаем Ok.

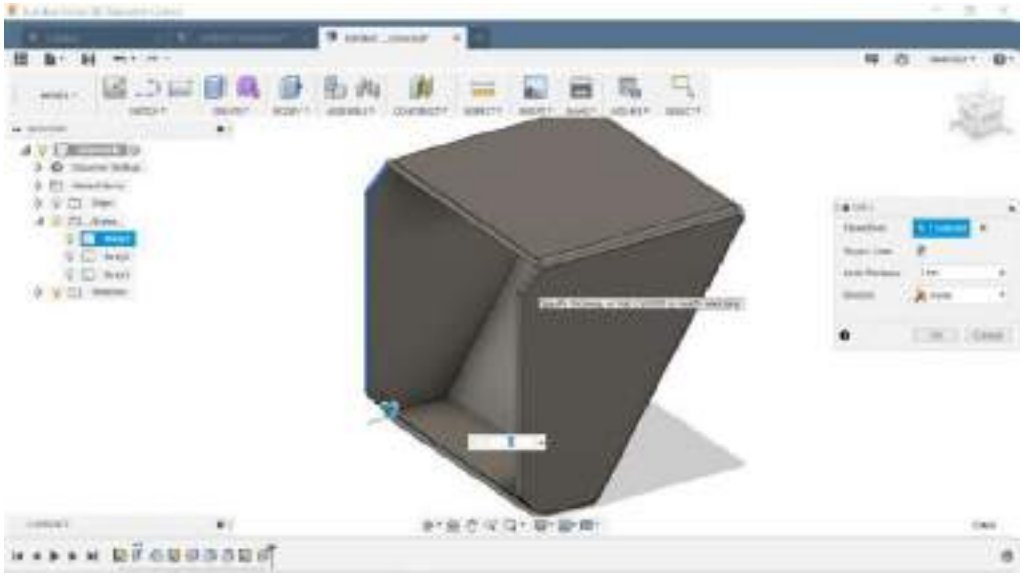


Сразу возникает вопрос почему я не воспользовался chamfer. Ответ лежит практически на поверхности и весьма банален этим инструментом мы можем создать только угол 45 градусов мне нужен был больше. Кстати, этим инструментом можно не только отсекать по прямой.

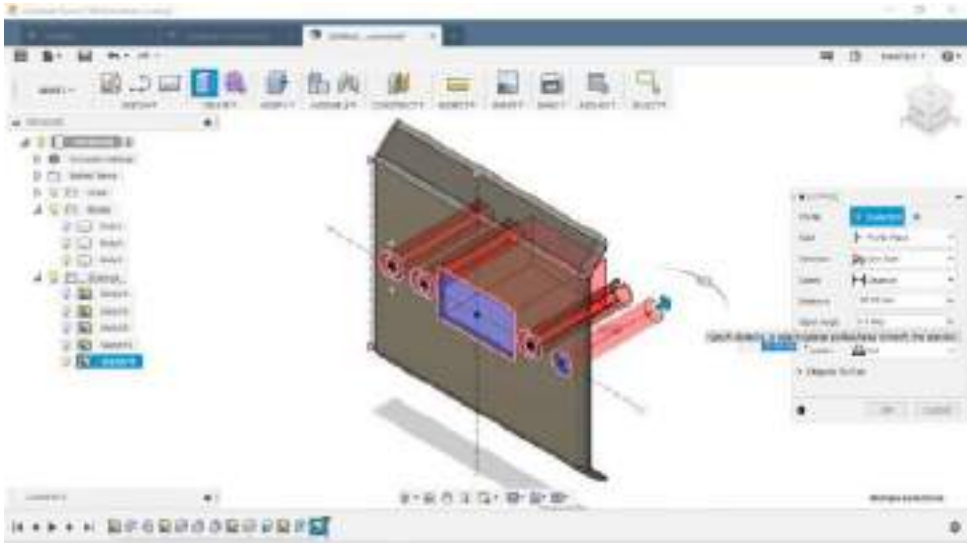


Таким не хитрым способом я получил корпус как отдельный объект и переднюю панель.

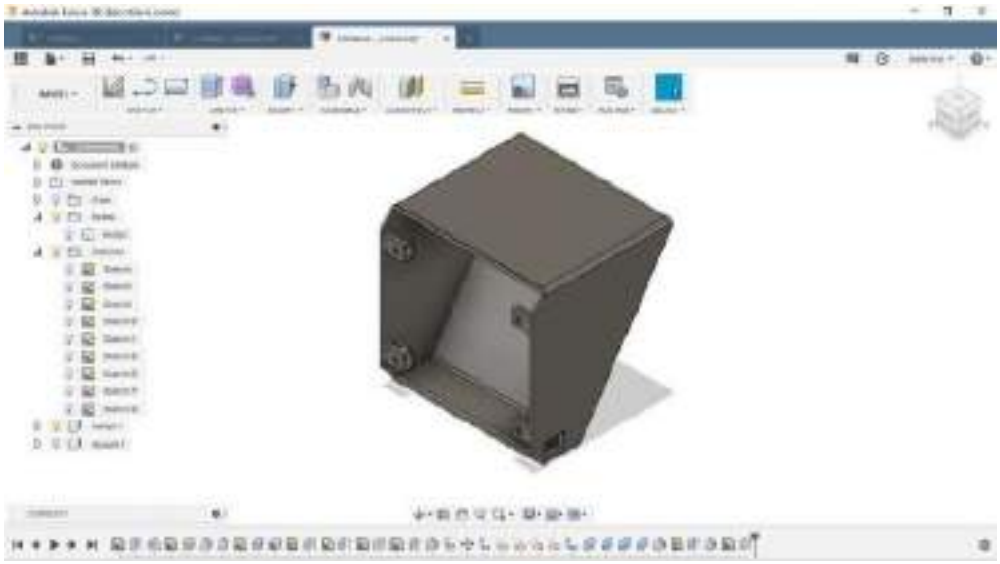
Теперь корпус надо сделать полым внутри и с определёнными стенками. На помощь нам приходит инструмент Shell (нет горячей клавиши). Этот инструмент имеет всего 2 настройки – это плоскость(и) которую мы будим убирать и размер стенки.

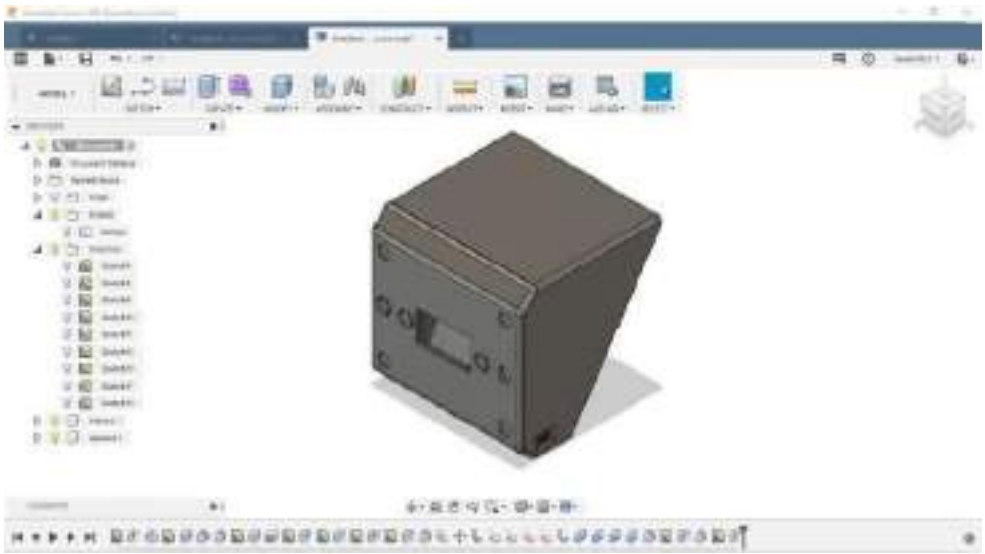


Далее в передней панели делаем отверстия под энкодер, экранчик и отверстия сенсорных кнопок. Это делается инструментом extrude, вычитание.

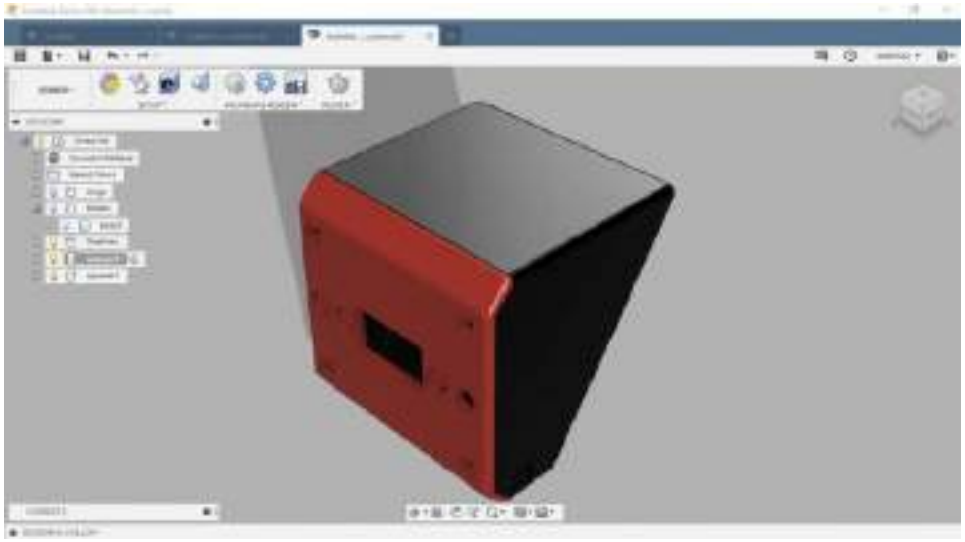


Затем необходимо добавить пазы и отверстия для винтов и гаек, как в передней панели, так и в корпусе. Далее следуют одни и те же операции экструдирования и добавления фасок. Вот что в итоге вышло.

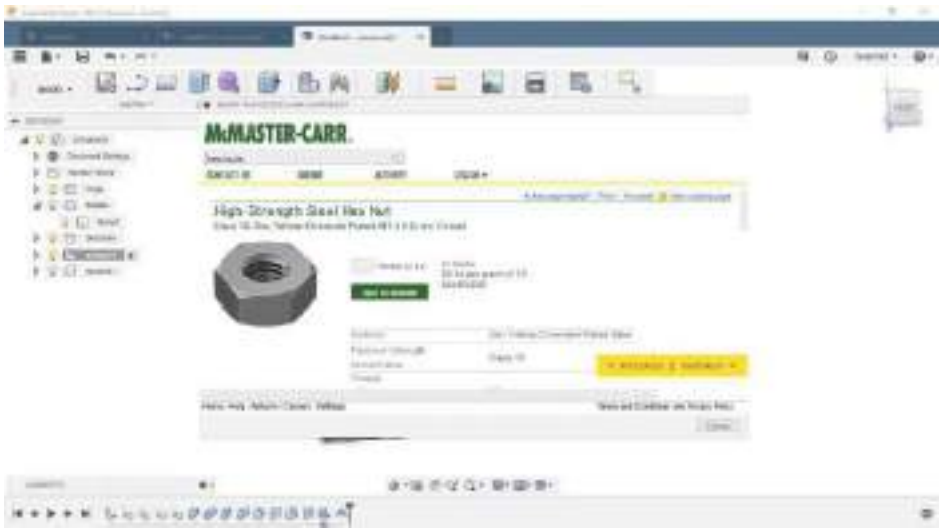




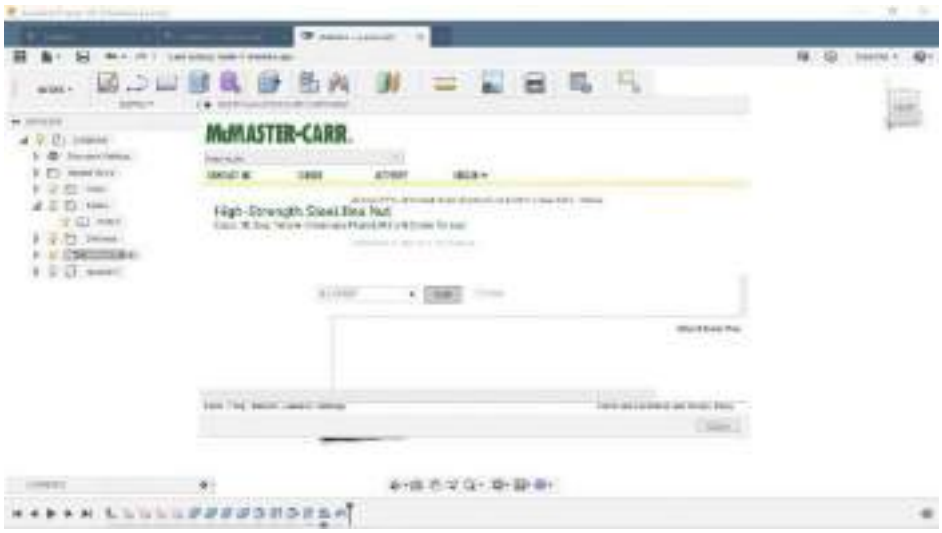
Затем рендерим модель: добавил материал и цвет.



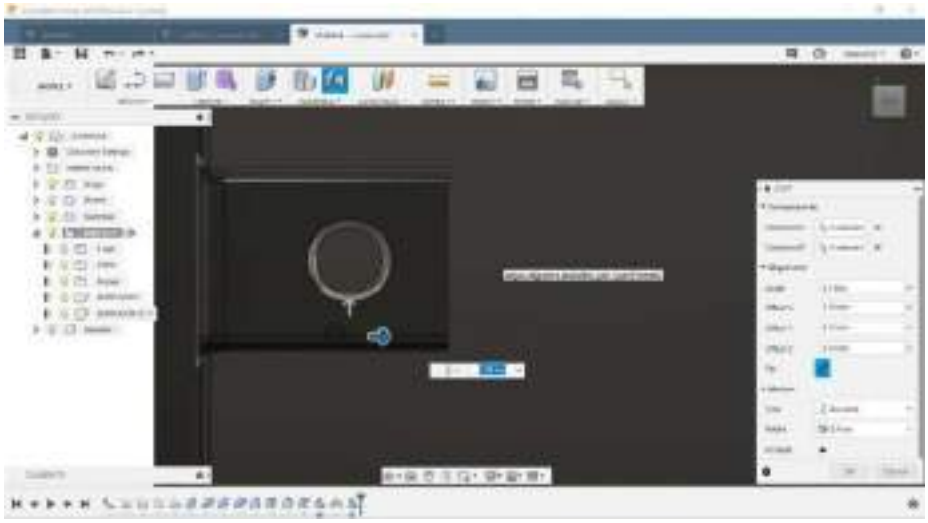
В таком виде модель готова для печати, но я предлагаю добавить ещё и винты с гайками. Конечно, мы не будем моделировать их вручную, а возьмем готовые модели из McMaster-Carr Component. Там есть огромное кол-во моделей различных винтов, гаек и других деталей. Для того чтоб добавить гайку вам надо нажать на insert и в выпадающем меню выбрать McMaster- Carr Component. И просто ищем нужную деталь.

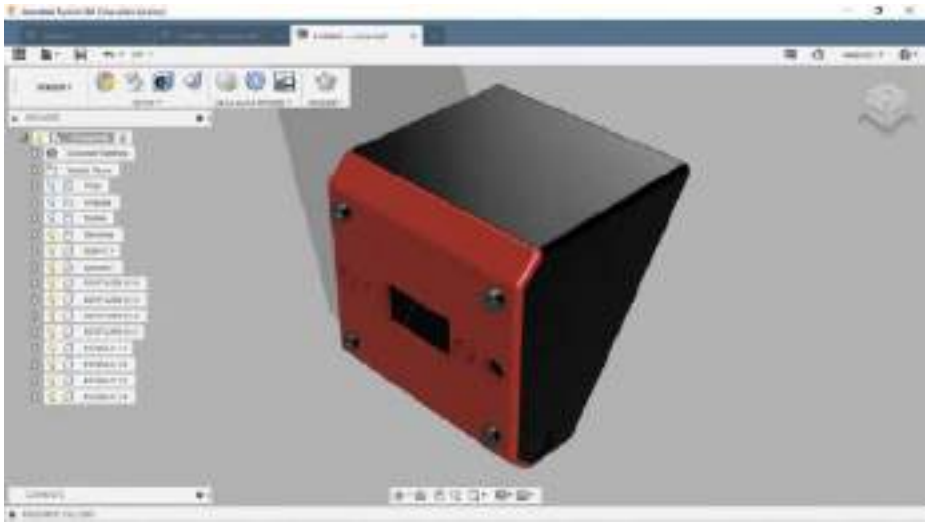


И сохраняем в 3-d step.



Размещаем гайки и винты так как необходимо.

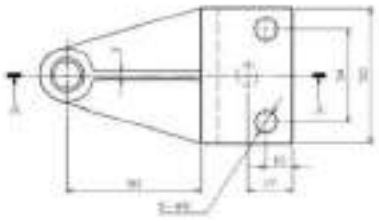


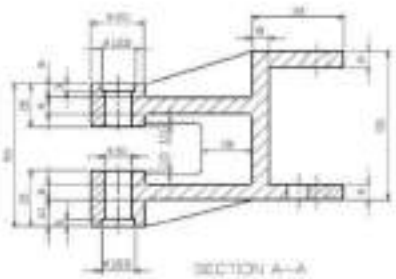


Модель готова.

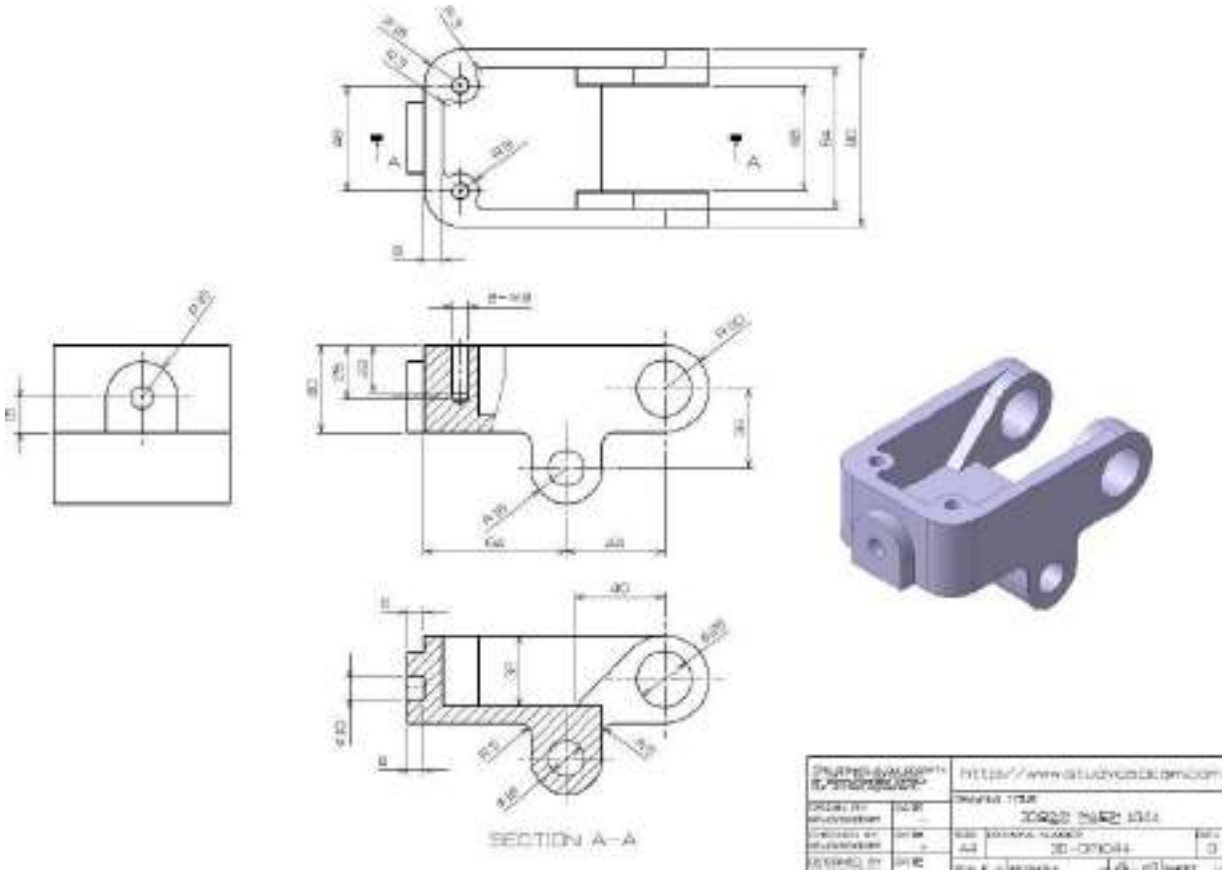
Задание

Вариант 1.

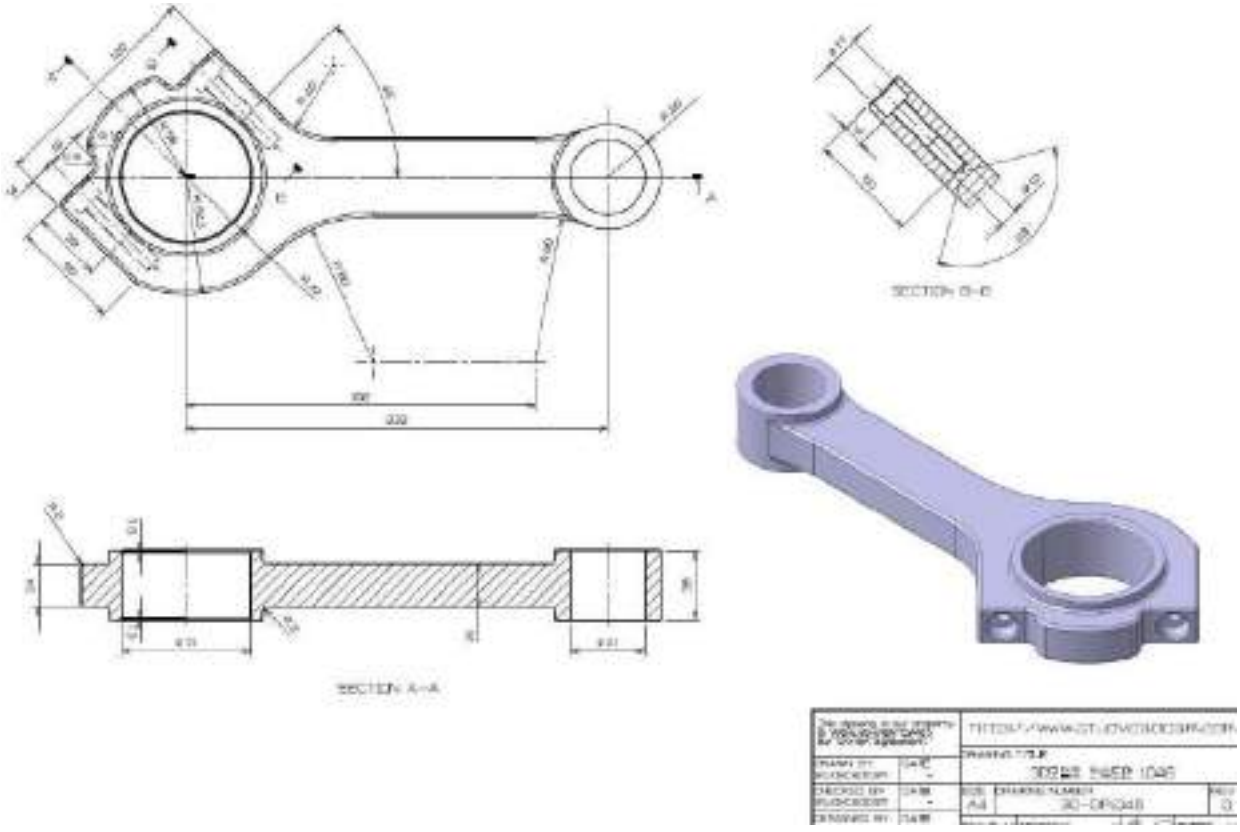




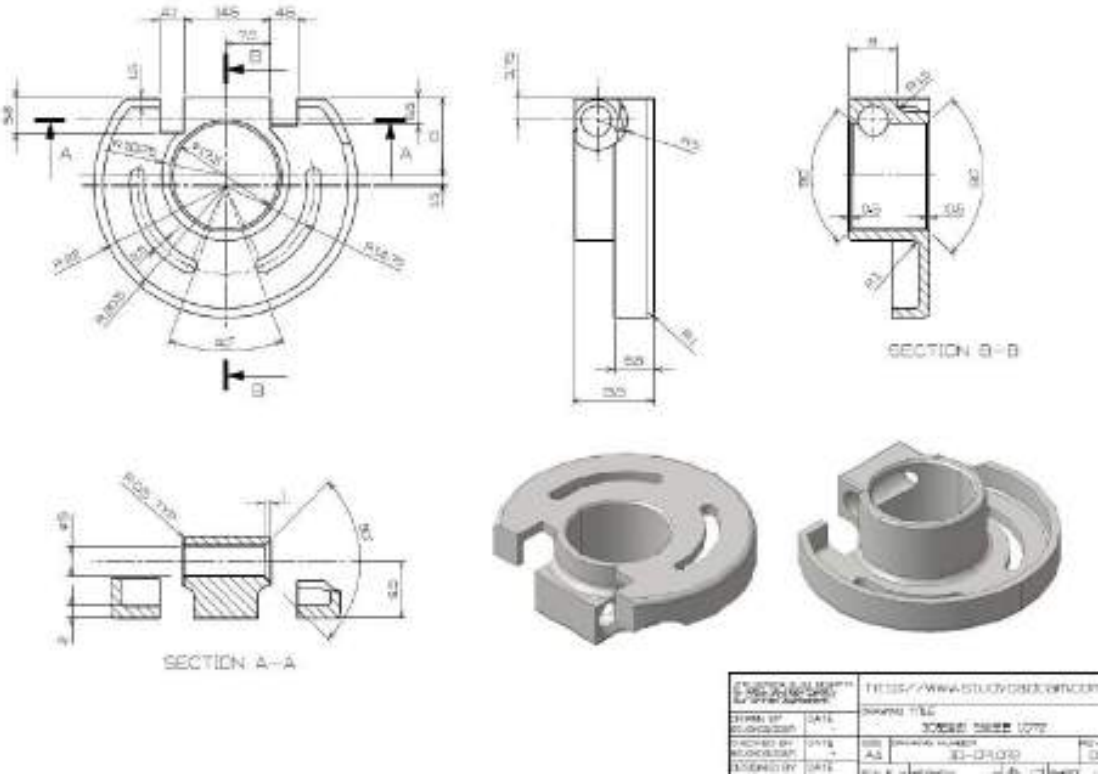
Вариант 2.



Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8.
Деление STL на слои.

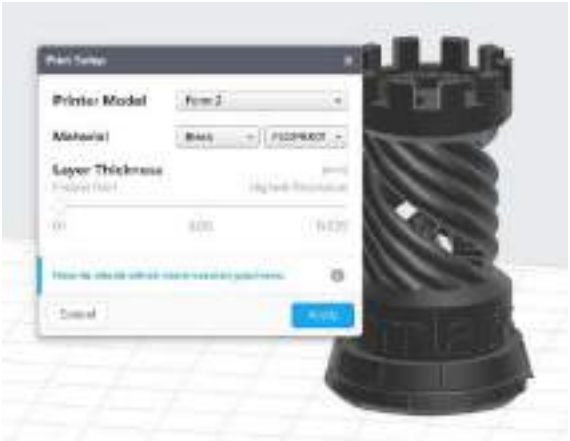
(Время выполнения работы - 1 часа)

Цель: научиться делить STL на слои для печати на 3Dпринтер Form2.

Ход работы.

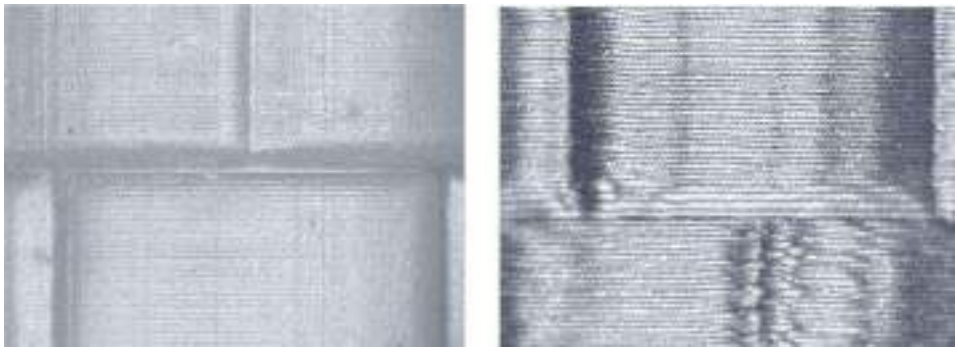
Теоретическая часть.

Form2 поддерживает толщину слоев от 100 до 25 микрон (0,1 - 0,025 мм.) При запуске печати принтер попросит выбрать толщину слоя и подтвердить автоматически определенный материал.



Стоит учитывать, что печать на Form2, даже с максимальной толщиной слоя (0,1мм), дает результат отличный от результата FDM-принтеров, которые печатают с той же толщиной.

Увеличено в 27 раз - Form2 и FDM-принтер, слой в 0,1мм:



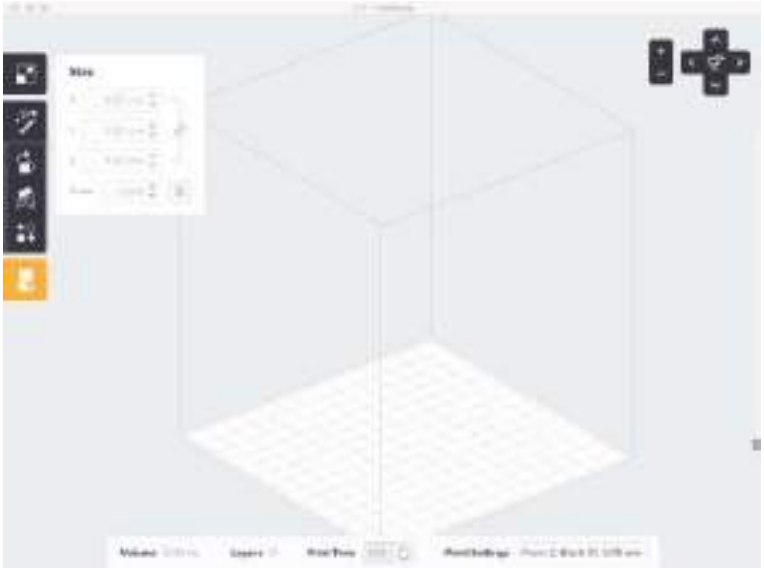
В случае Form2, печать с наибольшим разрешением не дает такой разницы в результате,которая была бы хорошо видна невооруженным глазом.

Распечатки с толщиной слоя в 0,1 мм, 0,05 мм, и 0,025 мм:

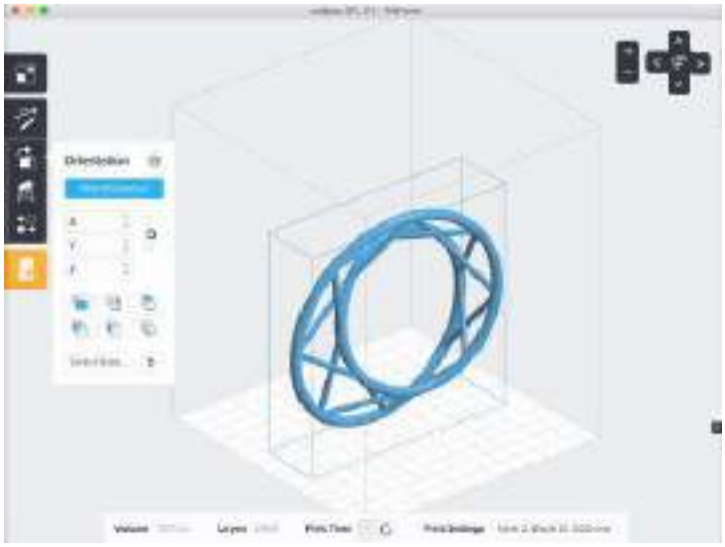
А разница во времени печати, между 0,1 и 0,025мм - около 25%.

Особо миниатюрные модели, тем не менее, лучше печатать с максимальным разрешением.Фигурка совы, натуральный размер:

В PreForm можно быстро масштабировать модель до нужных размеров - в пункте меню Size (кнопка S).

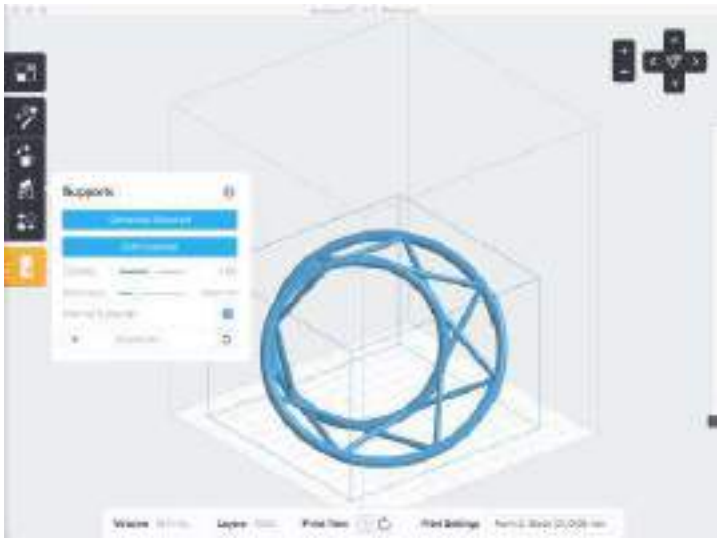


Можно изменять положение модели в рабочем пространстве, с помощью пункта Orientation (O).

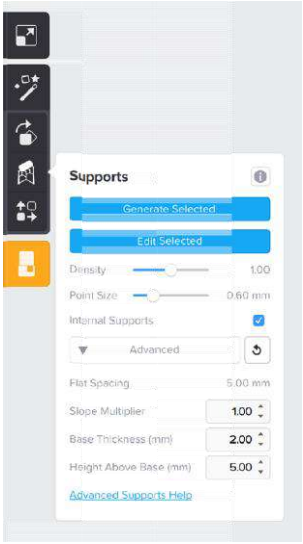


Производитель рекомендует, для получения наилучшего результата, использовать автоматическую ориентацию.

Пункт Supports (кнопка C) служит для выстраивания поддержки и редактирования количества и расположения опор.



Пользователь может изменять плотность поддержки, толщину основания и опор, размер контактной точки (места соединения опор с объектом).



Например, размер контактной точки составляет, по умолчанию 0,6 мм и, на большинстве материалов, может быть без ущерба уменьшен до 0,4.

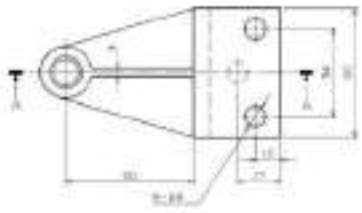
Это даст более гладкую поверхность на выходе и позволит сэкономить время на ручной обработке.

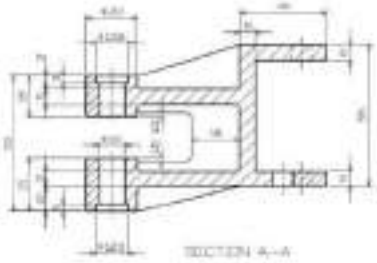
И все же, для достижения наилучшего результата, а заодно и экономии времени, производитель рекомендует применять автоматически выстроенные поддержки. Но возможностьредактирования есть, что уже хорошо.

Пункт Layout (L) позволяет перемещать модель в пределах рабочего пространства и создавать дубликаты - вы можете одновременно напечатать столько моделей, сколько поместится на платформе.

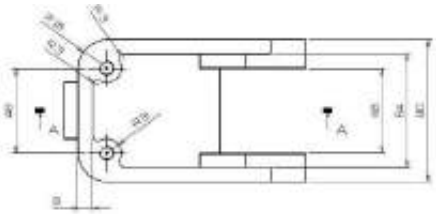
Задание

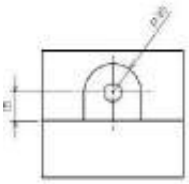
Вариант 1.

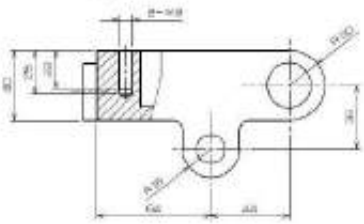


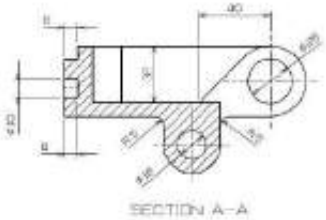


Вариант 2.

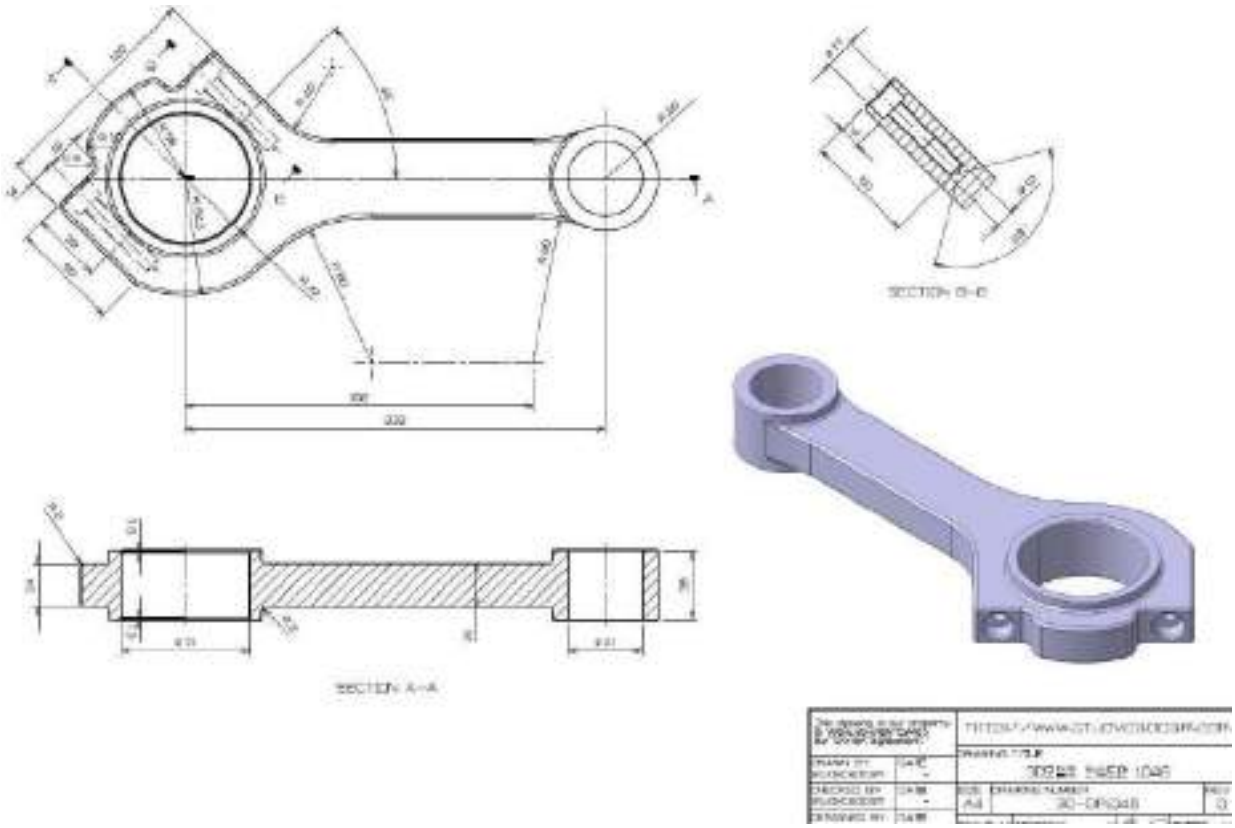




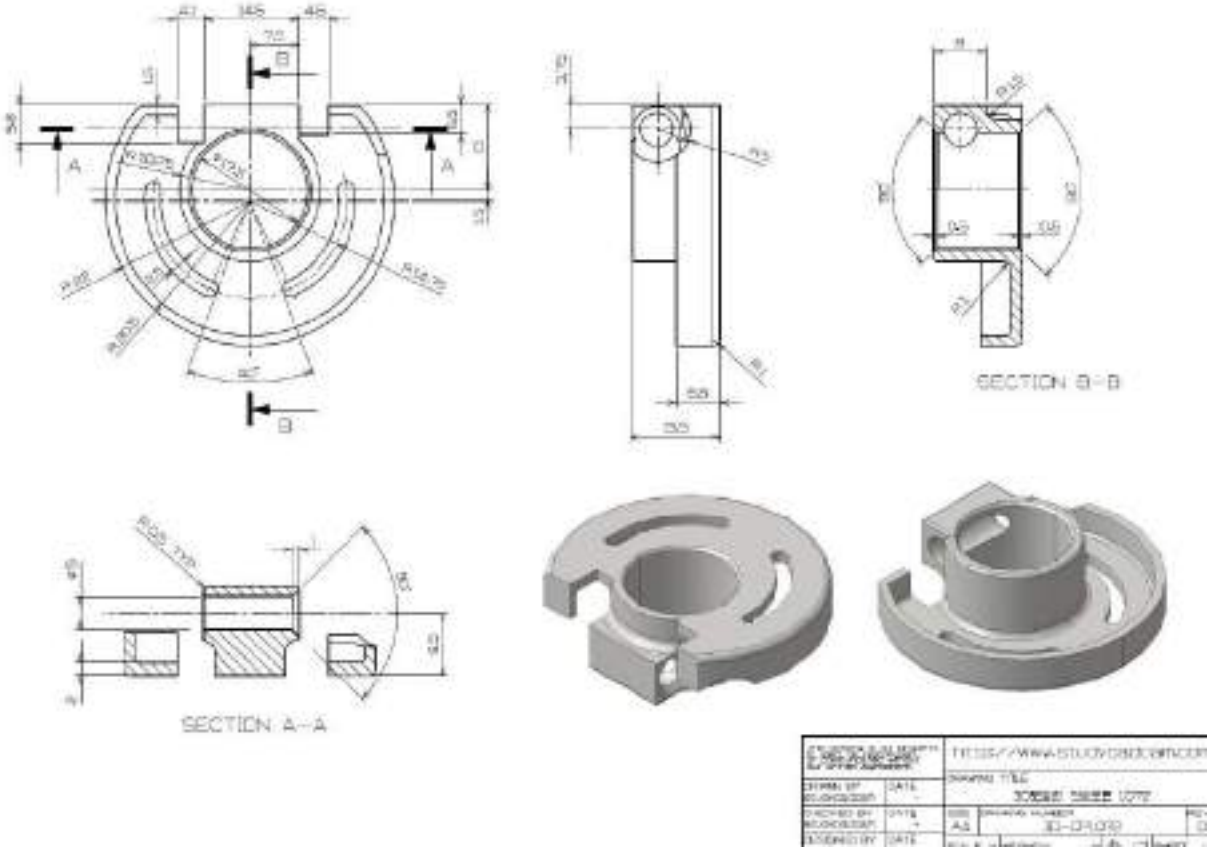




Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9.
Ориентирование подходящим образом модели для печати

(Время выполнения работы - 1 час)

Цель: научиться ориентировать модель для печати на 3D принтере Form2.

Ход работы.

Теоретическая часть.

Фотополимерные (стереолитографические, SLA) 3D принтеры требуют другого подхода подготовки модели для печати (слайсинга) нежели «классические» (FDM) 3D принтеры. С учетом возрастающей популярности SLA-принтеров желателен бесплатный и простой в обращении слайсер. Поэтому инженеры из Formlabs сделали open-source слайсер, который работает прямо в браузере, поскольку он написан на javascript.

Слайсер принимает файлы STL и формирует на его основе растровые изображения с представлением каждого слоя. Он использует WebGL, чтобы произвести слайсинг максимально быстро.

Интерфейс онлайн-слайсера предлагает в первую очередь выбрать файл модели для ее последующей печати. Затем следует выбрать масштаб. Далее можно поворачивать загруженную модель по всем трем осям X, Y и Z. После этого предлагается выбрать высоту слоя в микрометрах. По умолчанию стоит 100 мкм. В конечном итоге, нажав на кнопку Make slices, мы запустим процесс слайсинга нашей загруженной модели.

Поскольку это открытый проект, созданный по лицензии MIT license, то код слайсера можно найти на GitHub. Так как эта программа не является промышленной разработкой, то вы вполне можете пользоваться ее результатами на своем SLA или DLP-принтере. Более того, по заверениям самих разработчиков, этот слайсер был написан за два дня непрофессиональными

программистами, которые не слишком сильно разбираются в современных версиях языка программирования javascript. Так что ожидать от этой разработки каких-то профессиональных качеств явно не стоит. Хотя она делалась с учетом опыта программирования более серьезной программы компании Formlabs, названной PreForm, которая направлена непосредственно для подготовки 3D моделей для печати на принтерах Formlabs. PreForm уже не является такой простецкой программой и не выполняется в браузере в режиме онлайн. Она доступна для скачивания как для компьютеров с Windows (7 и выше), так и для Mac (с версией операционной системы OS X 10.7 и выше). Хотя PreForm рассчитана на более профессиональные 3D принтеры, все же она не избалована сложностью, и делается в ней все довольно быстро и почти на интуитивно понятном уровне. Впрочем, и бесплатный онлайн-слайсер вполне может сгодиться для домашнего использования в случаях, когда нужно быстро и без особых усилий вывести на печать на своем стереолитографическом 3D принтере какую-нибудь несложную модель. А отсутствие необходимости его установки экономит как время пользователя, так и место на жестком диске компьютера. Очень важно, чтобы деталь оставалась абсолютно неподвижной на протяжении всего процесса печати, поэтому нам нужны поддерживающие структуры. Большинство деталей печатаются под наклоном, поскольку так их легче поддерживать.

При ориентации детали в более крутом или более пологом положении потребовалось бы гораздо больше материала для поддержек, что отнимает время и расходует материал, а также затрудняет постобработку.

Вы можете задаться вопросом, почему мы формируем поддерживающую структуру спереди, а не сзади руля. Основная причина заключается в том, что при такой ориентации постобработка выполняется более просто и чисто.

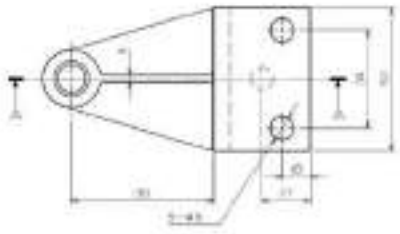
Как правило, поддержки размещаются с менее заметной стороны, но в данном случае задняя часть руля имеет небольшие выемки, форма которых будет нарушена поддержками. Потребуется дополнительное время для исправления этих ошибок в процессе постобработки, поэтому проще поместить поддержки спереди. Современное программное обеспечение очень хорошо вычисляет, где именно должны располагаться эти поддерживающие структуры и сколько их потребуется.

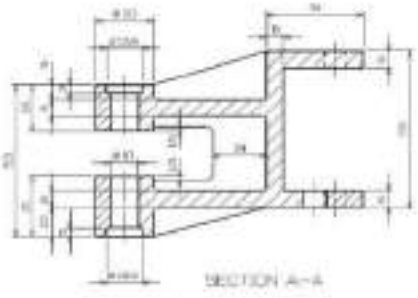
Но все же необходима некоторая ручная корректировка, которую можно выполнить только при наличии большого опыта. Если есть вероятность, что определенным частям изделия недостаточно поддержек, созданных программой, технические специалисты сделают это в ПО вручную. Они также могут выявить те области, где программа «перестаралась» и использовала чрезмерно большое

количество материала.

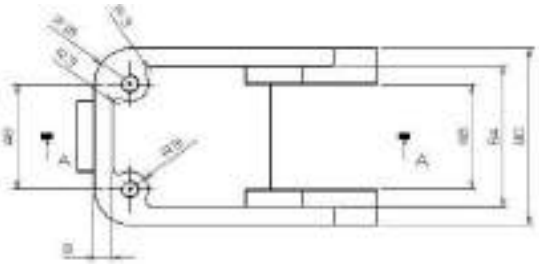
Задание

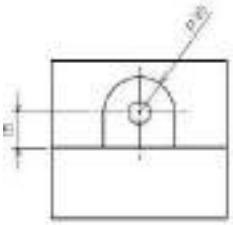
Вариант 1.

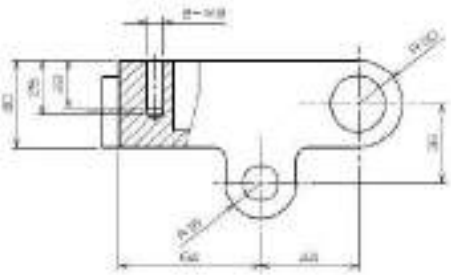


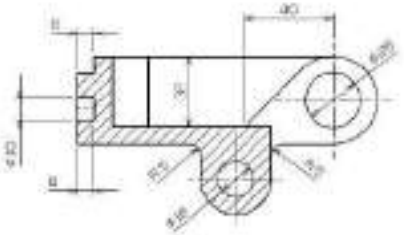


Вариант 2.

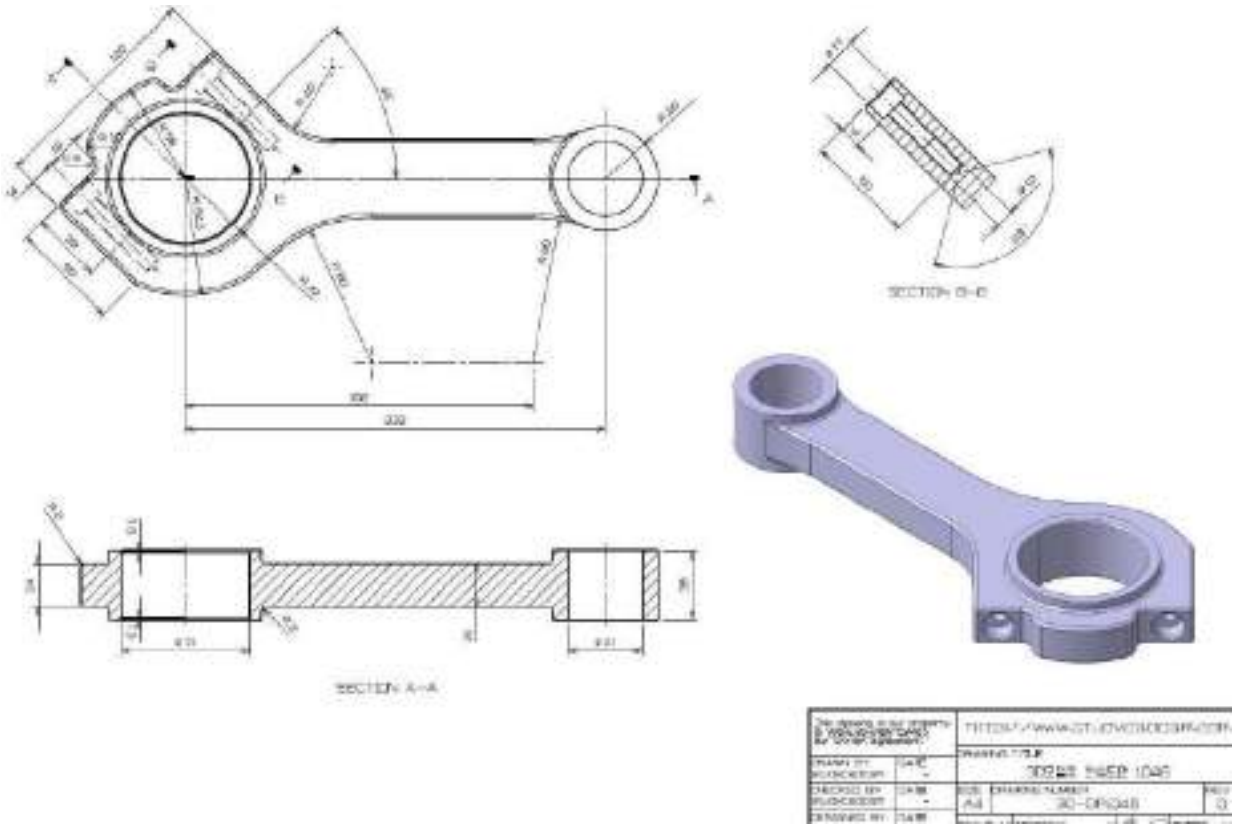




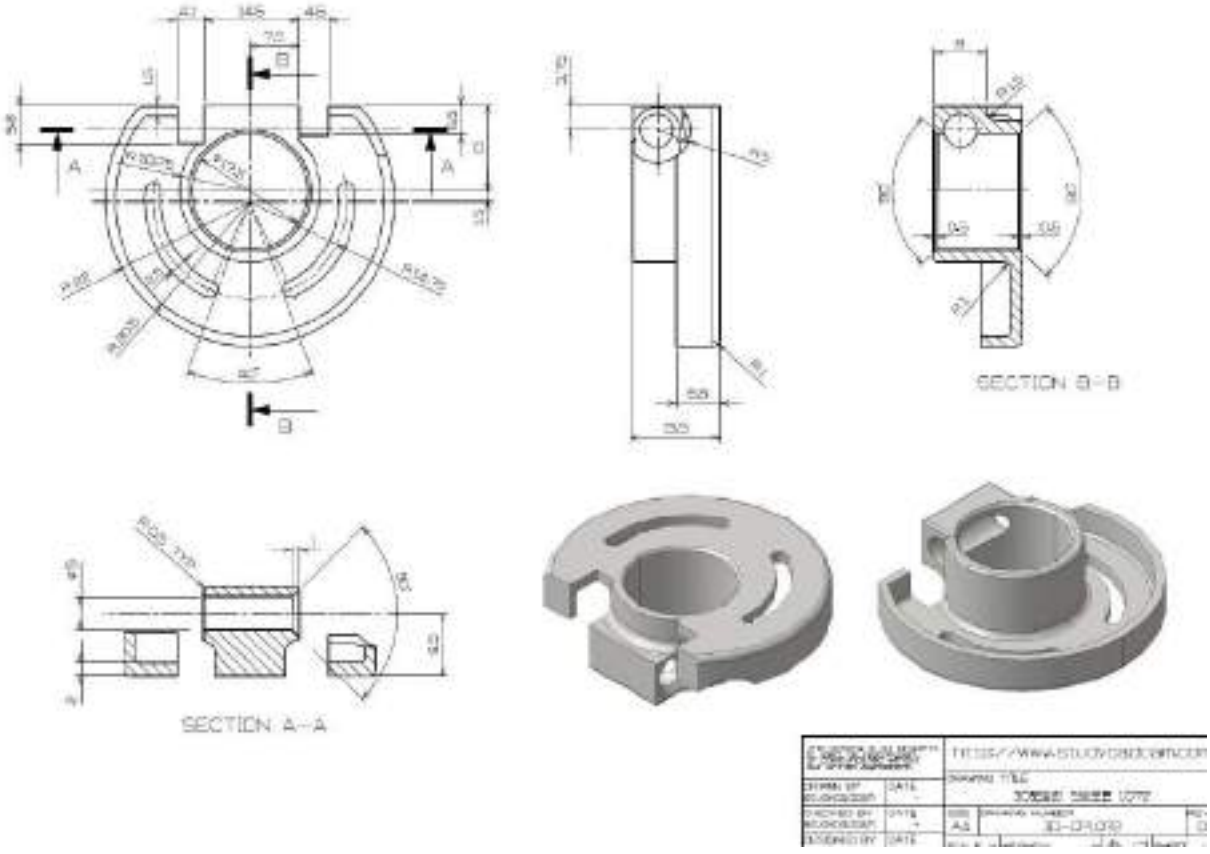




Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 10.
Генерация поддерживающей структуры

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться использовать разные виды структур поддержки для различных частей 3 D моделей с использованием Fusion 360.

Ход работы.

1. Вырез с защелкой

Для этой детали мы будем использовать соединение верхней и нижней части защелкой.

Такая конструкция является наиболее распространенным соединением и состоит из выступа на одной стороне и выреза на другом конце. После того, как детали вставлены друг в друга крючок фиксирует соединение. Использование защелкой для изделий, напечатанных на 3D-принтере, полезно, поскольку оно позволяет легко собирать детали без необходимости использования других компонентов.

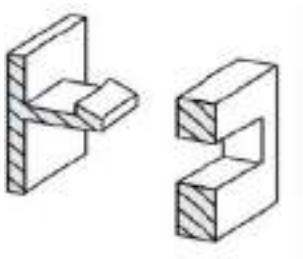
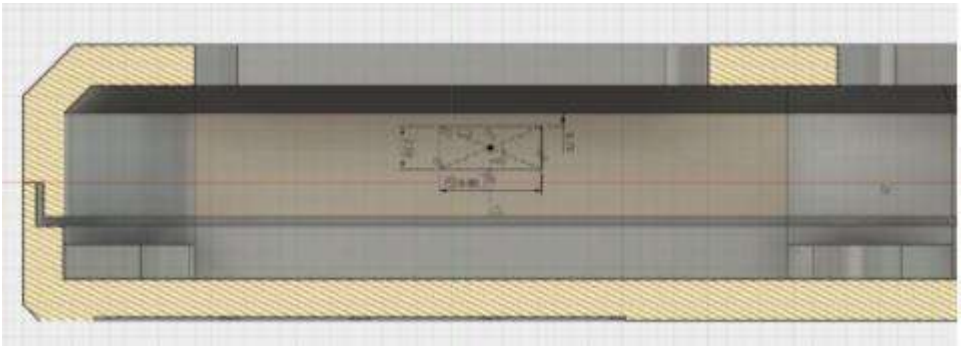


Схема соединения

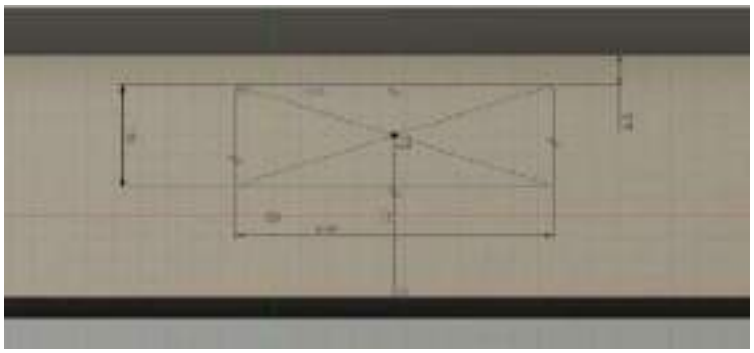
Самый эффективный метод создания элемента с защелкиванием — это начать с прорези паза. Для этой конструкции используется простой прямоугольный профиль, в который защелкивается крючок. Необходимо создать только одно защелкивающееся соединение, так как затем на него можно нанести узор по краю корпуса, что сэкономит время и упростит внесение изменений в конструкцию.

Первый эскиз был создан на внутренней стороне нижней части корпуса, как показано на скриншоте. Используется простой прямоугольник размером 2,5х6 мм со смещением от верхнейстенки на 0,75 мм.

Примечание. При проектирования внутренней грани становится сложно увидеть геометрию, поскольку другая стена закрывает вид. Чтобы упростить построение этого эскиза, вы можете использовать параметр «Срез» в инструментах эскиза, чтобы создать временный разрез детали.



Расположение чертежа на внутренней стороне корпуса



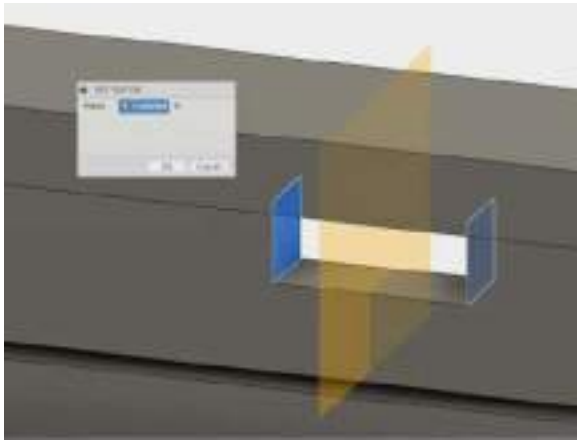
Геометрия для выреза

Затем этот профиль подвергается выдавливанию (Extruded Cut), чтобы создать прорезь для крючка. Вырезы также могут быть глухими (только частично врезаться в стенку), что обеспечивает оптимальный дизайн, поскольку вырез не виден снаружи.

Вырезать профиль выдавливанием

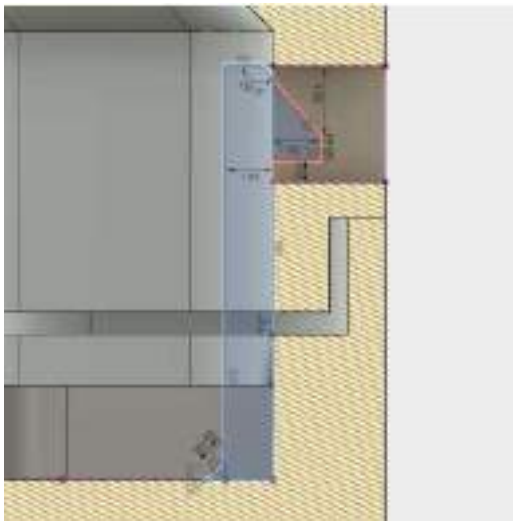
2. Зажим

Следующий этап — создание зажима. Можно сослаться на вырез из предыдущего шага, чтобы убедиться, что крючок и выемка идеально совмещаются. Используется вспомогательная плоскость Midplane, которая позволяет создать эскиз в центре выреза.



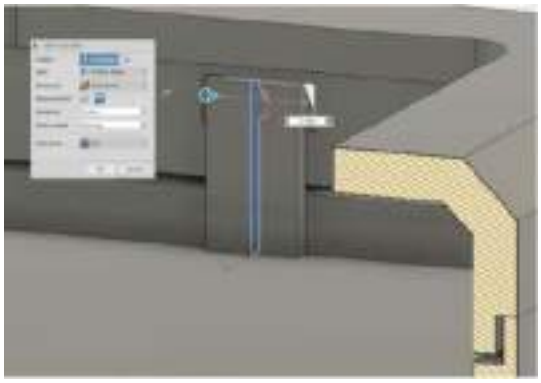
Конструктор Midplane

Теперь на этой рабочей плоскости можно создать эскиз крюка. Опять же, опция Slice использовалась, чтобы показать эту часть во время подготовки эскиза.



Эскиз с выделенным профилем крюка.

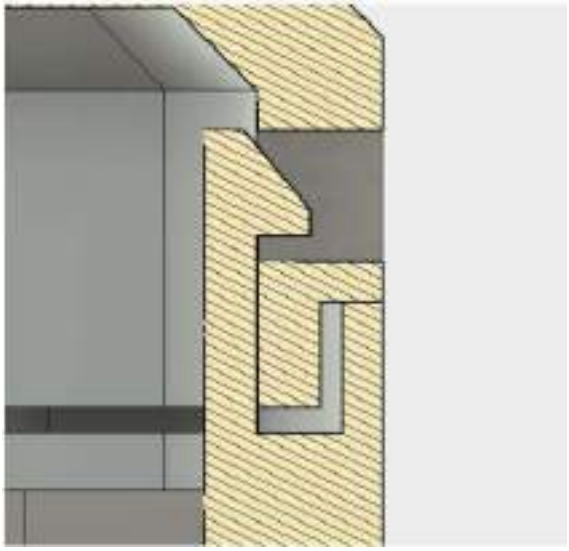
Важно оставить небольшой зазор, чтобы учесть неточности при печати. Для этого дизайна было выбрано 0,5 мм, что является оптимальным допуском для зазоров при 3D-печати. Размеры зажима можно увидеть на скриншоте. К основанию зажима была добавлена галтель для повышения прочности на прогиб при сборке корпуса.



Выдавливание профиля крюка

Теперь профиль крюка можно выдавить на расстояние 5 мм. Увеличение этой ширины добавит прочности конструкции. Для достижения нужной жесткости может потребоваться метод проб и ошибок, однако рекомендуется, чтобы ширина зажима была не менее 5 мм.

Эскиз расположен в середине полости, поэтому использовалась симметричное выдавливание. корпуса была скрыта, чтобы гарантировать, что она не соединяется с верхней частью при выдавливании.



Разрез завершенного элементов защелки

3. Проектирование по созданному элементу

Теперь соединение с одной защелкой готово, однако для фиксации этой детали по всему периметру требуется еще несколько соединений соединений. Команда Pattern (Шаблон) может быть использована для эффективного создания нескольких копий защелок, без необходимости создания каких — либо новых эскизов.

Заключительный этап — это выкройка детали с защелкиванием внутри детали. Инструмент Тип Шаблона (Pattern of Path) используется для создания нескольких итераций одного крючка и полости.

Тип шаблон установлен во Features, а затем предыдущие Features, созданные (слот и кантилевера) из истории браузера в нижней части рабочего пространства Fusion. Затем выбирается путь, по которому должны следовать детали и определяется количество экземпляров.

Инструмент «Patter of Path», используемый для дублирования

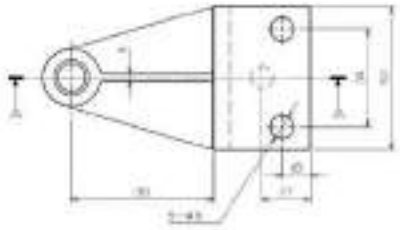
Верхняя часть была временно скрыта, чтобы можно было выбрать место для новых клипов. Указание количества (Quantity) и расстояния (Distance) изменяет положение элементов посадки с защелкиванием, чтобы они не пересекались с другими деталями, например, с монтажными выступами. Также важно установить Ориентацию на Направление (Path Direction), чтобы все клипы были перпендикулярны грани, на которой они находятся.

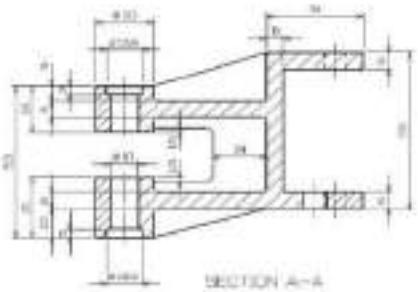
Для этой части используется комбинация инструментов Pattern on Path & Mirror. Сначала создается шаблон, а затем используется инструмент «Зеркало», чтобы отразить стыки на другой стороне, в результате чего получается идеально симметричный дизайн.

Зеркальный инструмент, отражающий выбранный элемент

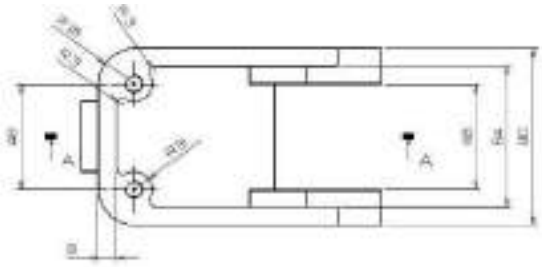
Задание

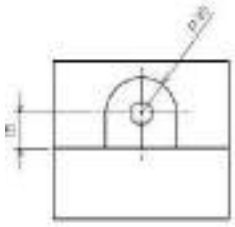
Вариант 1.

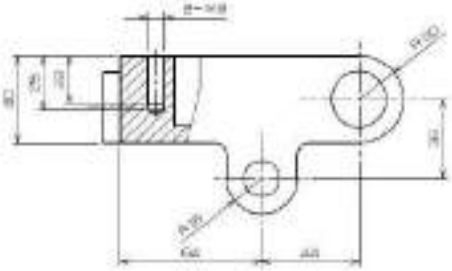


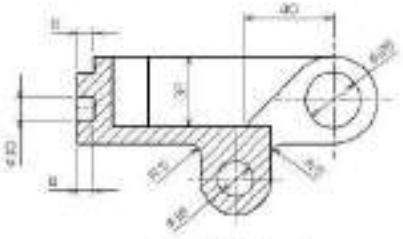


Вариант 2.

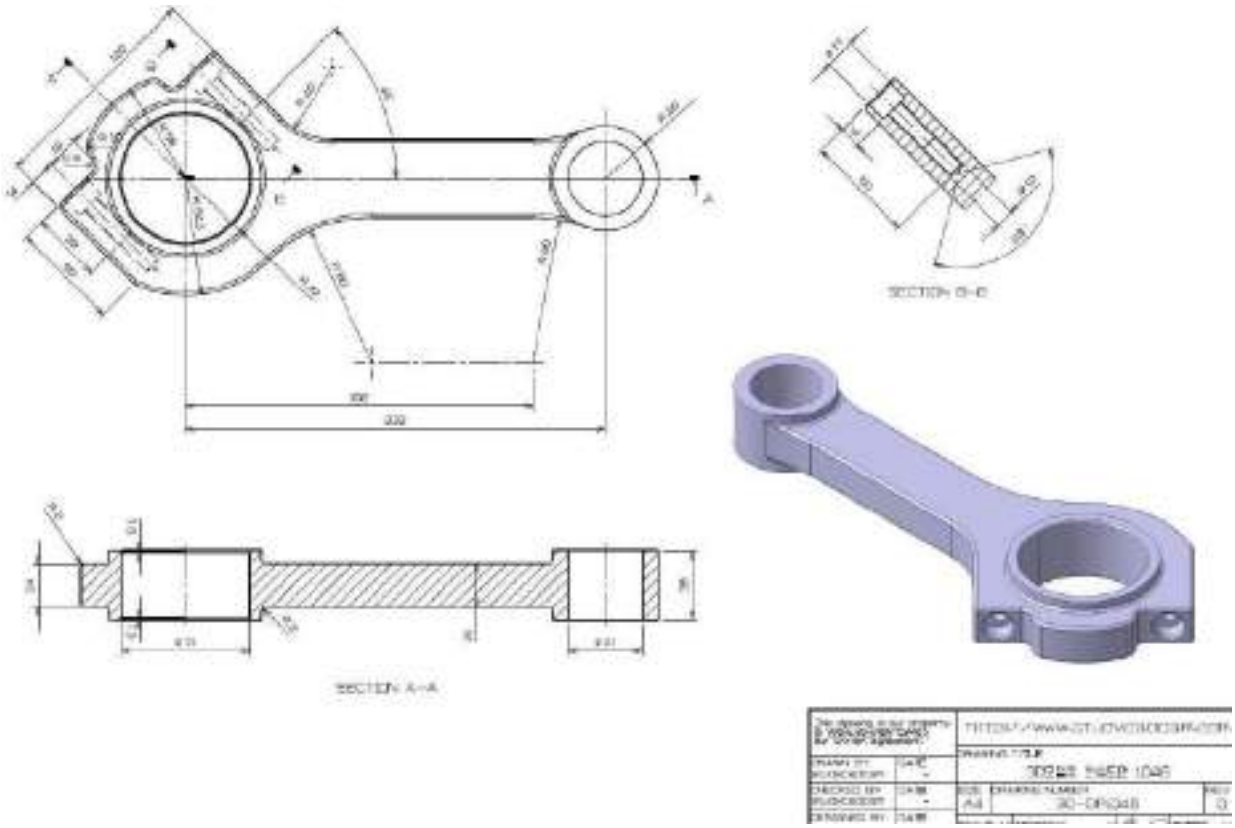




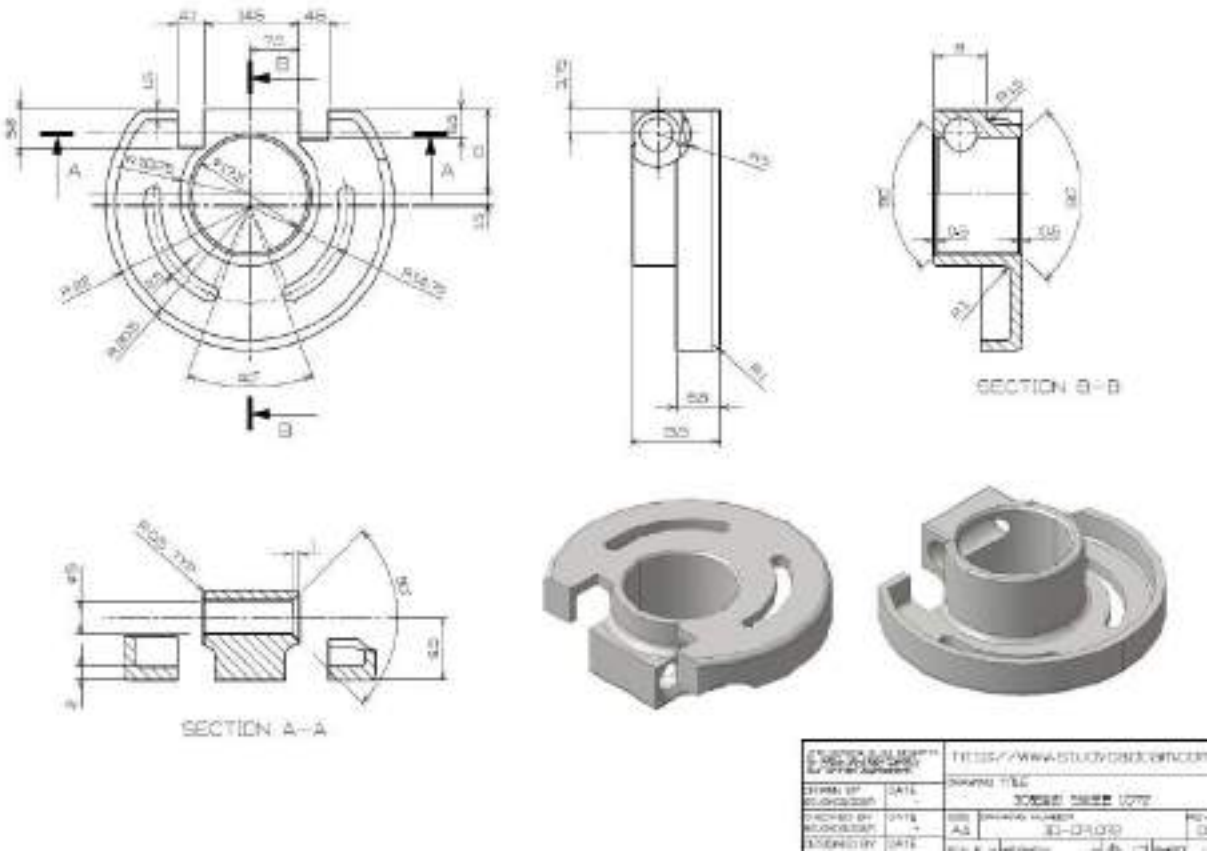




Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 11.
Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов

(Время выполнения работы - 1 час)

Цель: научиться готовить модель к печати на 3D принтере Form2.

Ход работы.

Процесс подготовки можно разделить на 10 основных шагов.

10 этапов подготовки 3D модели к печати:

1. **Сетка**. Если модель состоит из множества деталей, то необходимо их преобразовать в один.
2. **Плоское основание модели**. На платформе принтера лучше держится модель, имеющая плоское основание. Если модель вдруг отклеиться в процессе печати, то может произойти смещение координат и нарушится геометрия основы 3д-модели. Если же создать плоскую основу нет возможности или плоскость основы имеет маленькие размеры, тогда модель печатает на рафте. Однако существует вероятность того, что рафт может испортить поверхность модели, в связи, с чем лучше его не использовать.
3. **Толщина стенок**. Стенки модели должны быть толще, чем сопло принтера, кроме того, стенки обязаны быть равны между собой. Если указать слишком маленькие размеры, то принтер не сможет их напечатать, т.е. толщина стенок должна быть соответствующейдиаметру сопла.
4. **Нависающие элементы**. Для печати любого нависающего элемента потребуется поддержка. Поэтому лучше свести количество нависающих элементов к минимуму. Это сократит время необходимое для печати и сократит потери расходного материала. Кроме того, поддержки могут испортить поверхность готовой модели, с которой соприкасаются. Допускается печать нависающего элемента, если угол наклона - меньше 70 градусов.
5. **Точность**. Механические возможности вашего принтера определяют многое, в том числе и точность по оси X и Y. Точность модели по оси Z напрямую зависит от высоты слоя. Высота должна быть кратна высоте слоя. Не стоит забывать, что при остывании материала он усаживается, что влечет изменение габаритов готового объекта. Диаметр отверстий в модели следует расширить на 0,1-0,2 мм.
6. **Мелкие детали**. Напечатать мелкие детали всегда сложно, поэтому лучше не делать их по размеру меньше, чем диаметр самого сопла. Лучше их увеличить в 2 раза относительно диаметра сопла, так как в результате постобработки мелкие детали могут исчезнуть вовсе или стать менее заметными.
7. **Узкие места**. Произвести обработку узких участков достаточно сложно, для этого потребуется специальное оборудование, микродрель или химические средства. Поэтому лучше совсем их не применять.
8. **Крупные модели**. При построении моделей крупных объектов необходимо

учесть размеры печатающей области вашего принтера. Если объект имеет слишком большие размеры, то лучше всего порезать его на части, при этом соединения лучше подготовить заранее, например, ласточкин хвост.

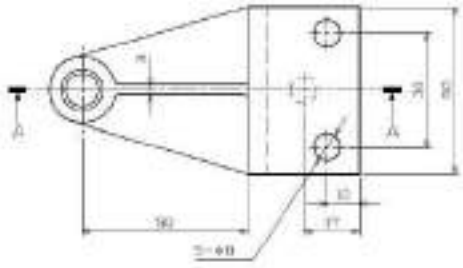
9. **Положение на платформе**. От расположения модели напрямую зависит прочность готового изделия. Нагрузку нужно распределить поперек слоев, а не вдоль. Иначе слои печати могут разойтись.

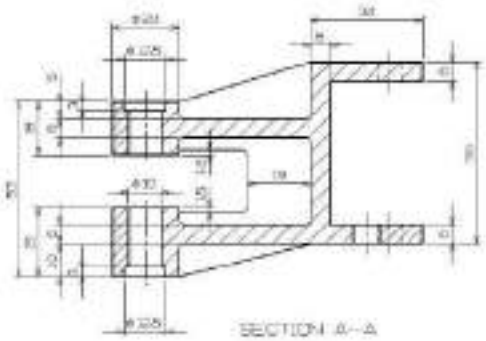
10. **Формат файла**. Как правило, слайсеры поддерживают лишь STL-формат, именно в этом формате лучше всего сохранять свою модель.

Соблюдая все приведенные правила, вы получите качественную, прочную и точную готовуюмодель изделия.

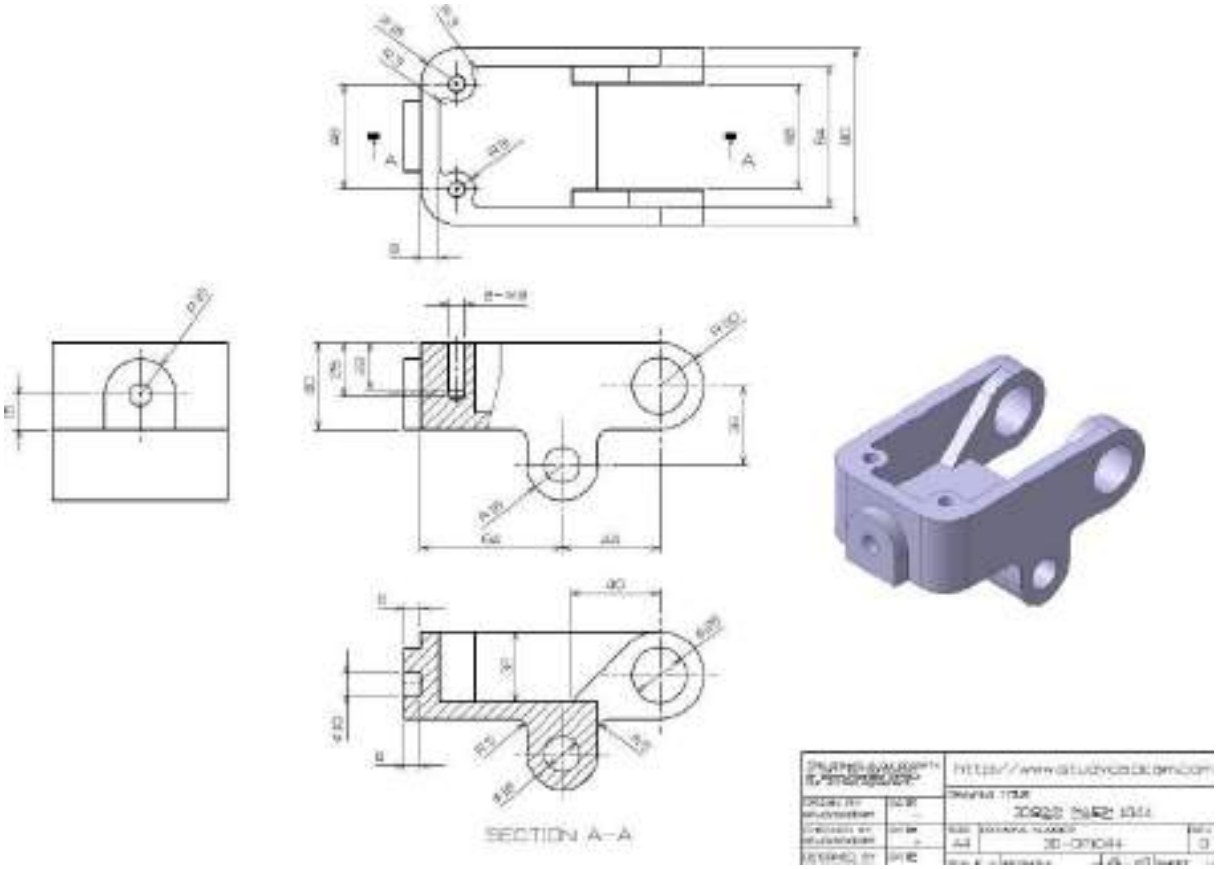
Задание:

Вариант 1.

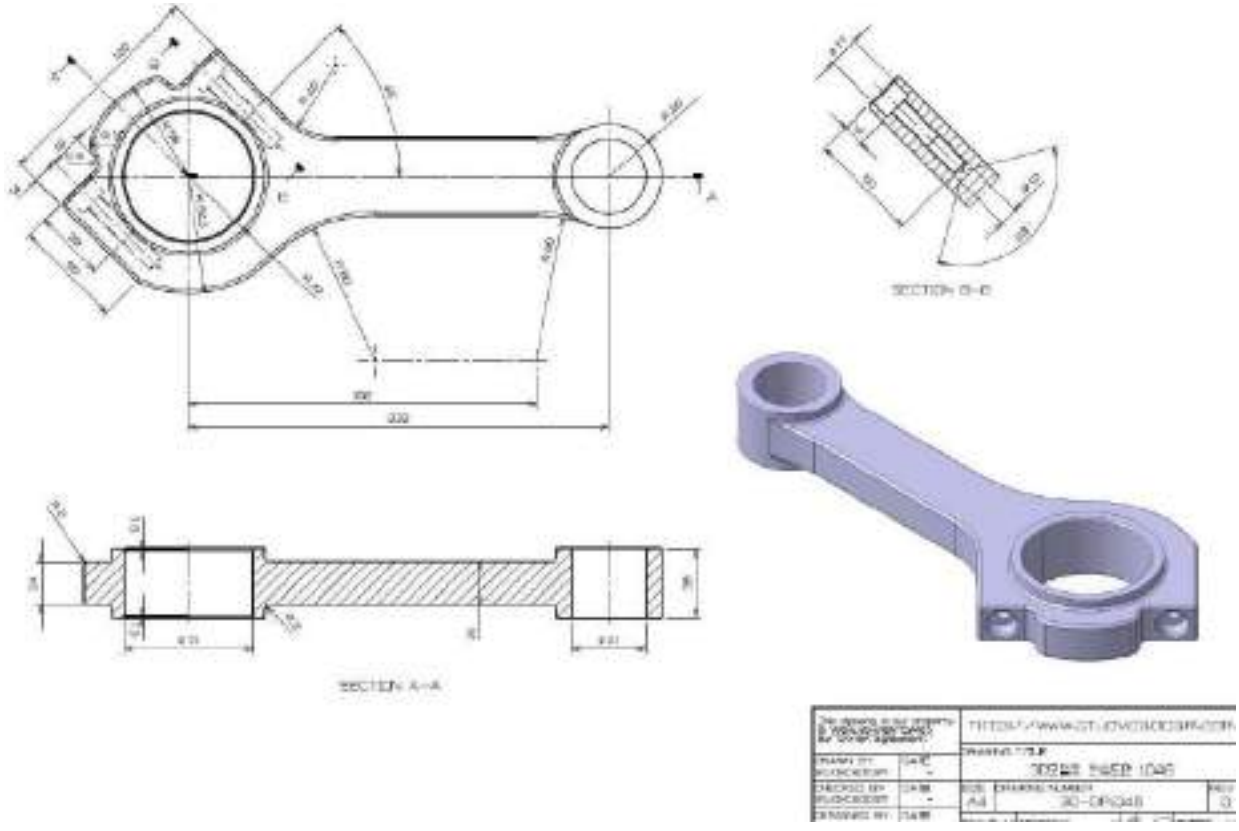




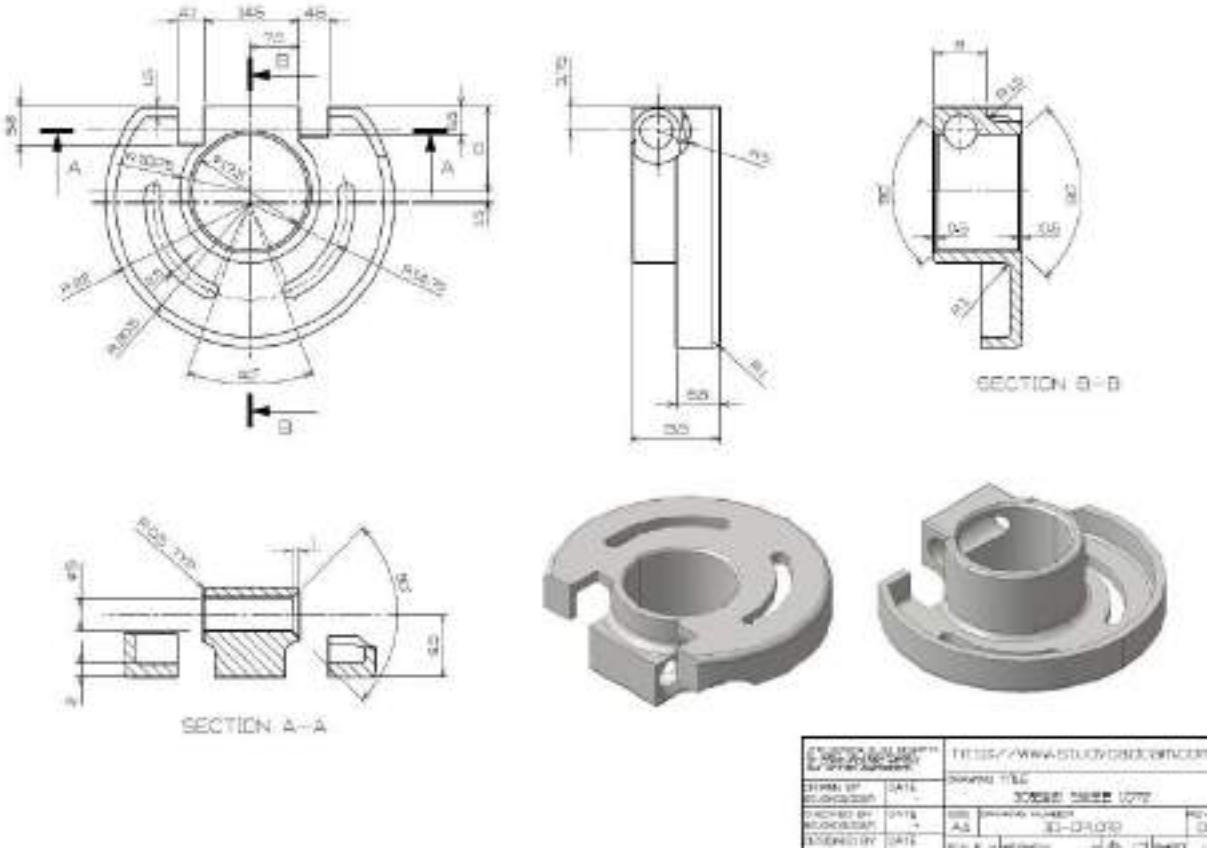
Вариант 2.



Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 12.
Финишная обработка модели после печати

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться выполнять постобработку напечатанной модели.

Ход работы.

Шаг 1: Промывка только что напечатанной модели

Промойте отпечаток, чтобы удалить не отверждённую смолу.

Когда ваша модель только что напечатана, она покрыта не отверждённым фотополимером. Вам нужно его обязательно смыть, прежде чем продолжать постобработку.

Метод №1: Ультразвуковая ванна

Ультразвуковая ванна, как и для чистки ювелирных изделий, — это профессиональный способ чистки ваших отпечатков. Наполните ванну чистой жидкостью и оставьте на пару минут, это снимет тонкий слой не отверждённой смолы.

Метод 2: Ополаскивание

Если у вас нет ультразвуковой ванны, можно просто окунуть модель в ванну с IPA (изопропиловый спирт). Этот метод прост и быстр, но он не обеспечивает такой тщательной очистки, как ультразвуковая ванна.

Шаг 2: Удаление поддержек

Опоры можно снять с помощью кусачек.

Затем удалите опорные конструкции вручную или кусачками. Это можно сделать до или после отверждения модели под УФ-излучением, но будет проще сделать это до.

После удаления останутся небольшие бугорки. Это неизбежно, но это легко исправить с помощью наждачной бумаги.

Шаг 3: Шлифовка

Обычная шлифовка мест присоединения опорных конструкций (поддержек)

Процесс: шлифуются только выступы опоры. Этот процесс подходит для плоских поверхностей. Поскольку поверхность шлифуется только на опорных выступах, общая геометрия деталей, как правило, не изменяется.

Плюсы

- Точность (дает геометрию, близкую к модели в САПР)
- В результате матовая поверхность скрывает недостатки/

Минусы

- Может привести к образованию неровностей на той стороне, где находилась опора (из-за неравномерного шлифования)
- Неэстетична (особенно на прозрачной смоле)

Мокрая шлифовка

Процесс: Мокрая шлифовка обычно обеспечивает наиболее гладкую поверхность (в зависимости от использованных градуировок наждачной бумаги). На неподдерживаемой стороне модели необходимо отшлифовать только линии сборки. Обычно этого можно достичь с помощью одной наждачной бумаги высокой зернистости. Сторона с опорами более трудоемка, обычно требуется как минимум 4 градации наждачной бумаги. Поэтому рекомендуется размещать опоры на наименее видимой части модели. В зависимости от размещения опоры может наблюдаться некоторая потеря точности, поскольку часть материала удаляется в процессе шлифования.

Плюсы

- Отличная гладкая отделка
- Идеально подходит для сложной геометрии
- Лучшая подготовка поверхности под покраску

Минусы

- Более низкая точность на поддерживаемой стороне

Вода, использованная при шлифовании, может привести к появлению белых / светлыхпятен на отпечатке.

Обработка минеральным маслом

Процесс: Эта обработка похожа на шлифовку мокрым способом, за исключением слоя минерального масла, добавляемого после шлифования. Минеральное масло помогает скрыть белые /светлые пятна на модели, создавая

красивую ровную поверхность. Эта отделка хорошо подходит для механических деталей, снижая трение и смазывая поверхность.

Плюсы

- Гладкая поверхность

Минусы

- Не подходит для деталей под покраску

Полировки до глянцевой поверхности

Процесс: Поверхность шлифуется наждачной бумагой повышенной зернистости (от 2000). Затем поверхность полируется полиролью. В результате получается максимально гладкая поверхность, но это требует очень много времени и возможно только на поверхностях, которые можно легко отшлифовать.

Эта обработка может не подходить для жестких и гибких смол.

Плюсы

- Глянцевая и гладкая поверхность

Минусы

- Трудоемкая обработка
- Невозможна для деталей со сложной геометрией
- Не подходит для инженерных фотополимеров

Шаг 4: УФ отверждение модель на 3D принтере

Последний этап постобработки — это УФ-отверждение вашего отпечатка. Оно необходимо для многих функциональных смол, потому что это завершает свойства материала модели.

Метод №1: Заводские камеры для УФ отверждения

Многие производители фотополимерных 3D принтеров, производят камеры для УФ отверждения. Они специально оптимизированы для производимых ими смол. Это необходимо для больших отпечатков в коммерческом и профессиональном использовании.

Метод №2: Лампа для отверждения лака для ногтей

Это недорогой и доступный метод. Просто поместите его под лампу и оставьте на ночь. Использование поворотного стола может помочь получить более равномернуюзасветку.

Метод №3: Камера для УФ отверждения своими руками

Многие любители собирают свои собственные недорогие камеры для УФ отверждения. Это легко сделать, поместив ультрафиолетовую лампу в бокс, выложенный алюминиевой фольгой. Модель можно поместить на поворотный стол, чтобы получить ровную засветку.

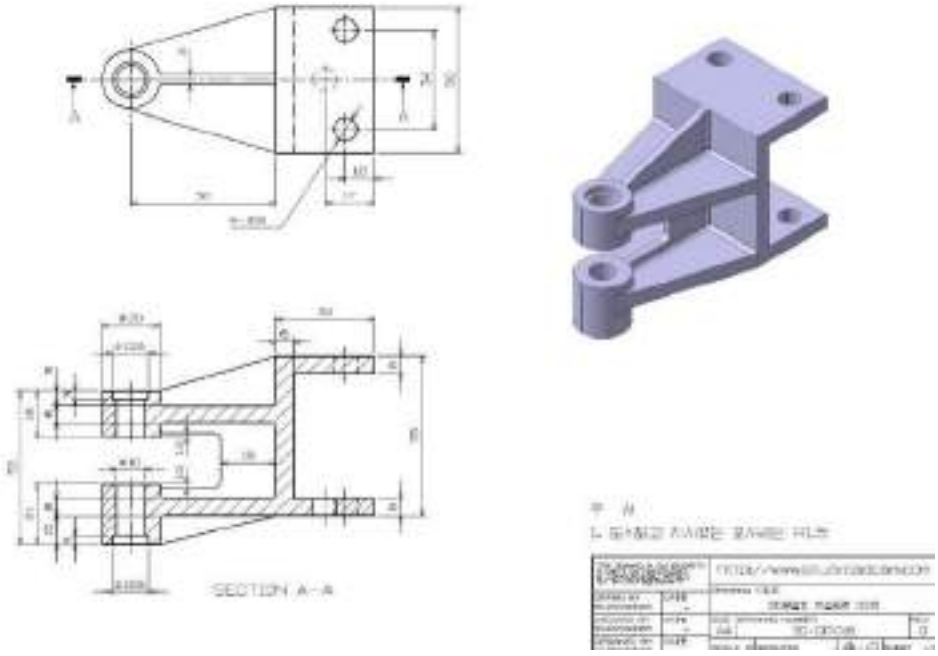
Метод № 4: Солнце

Можно использовать солнечную энергию. Главный недостаток такого подхода, то что он требуется гораздо большего времени для получение приемлемого результата.

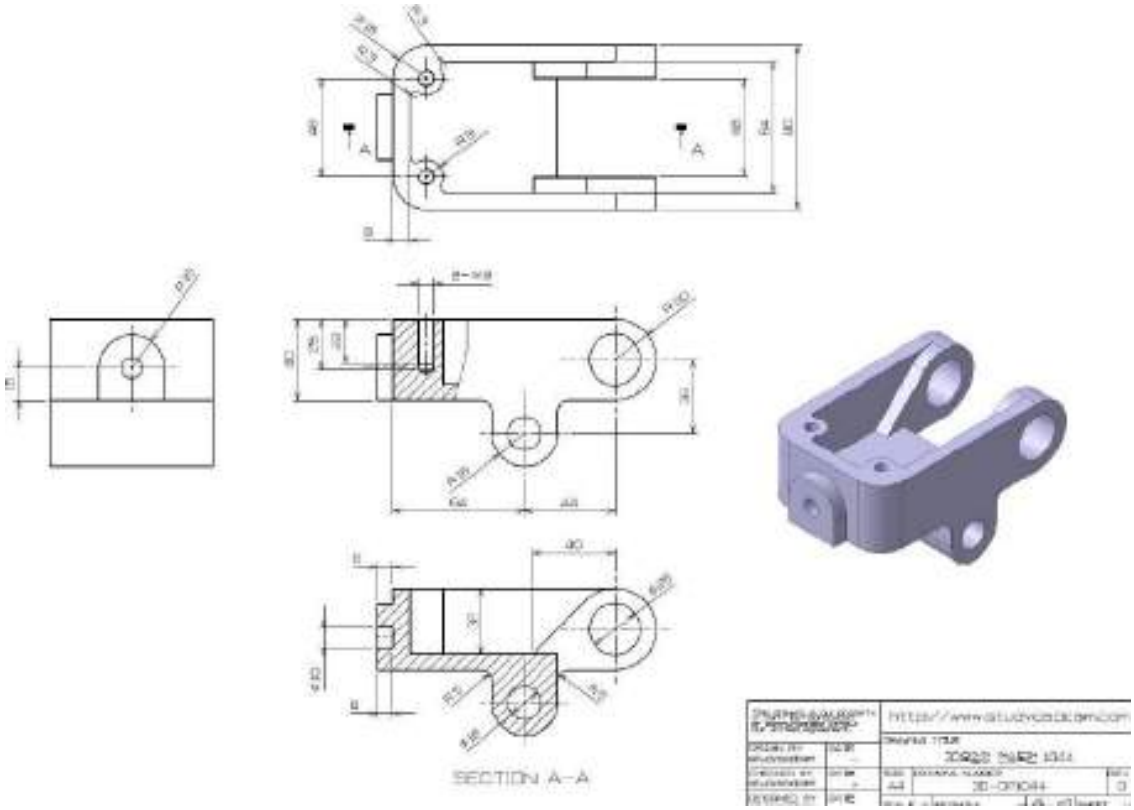
После выполнения данных процедур, смело можно приступать к грунтовке и покраске модели или сразу использовать её по назначению.

Задание:

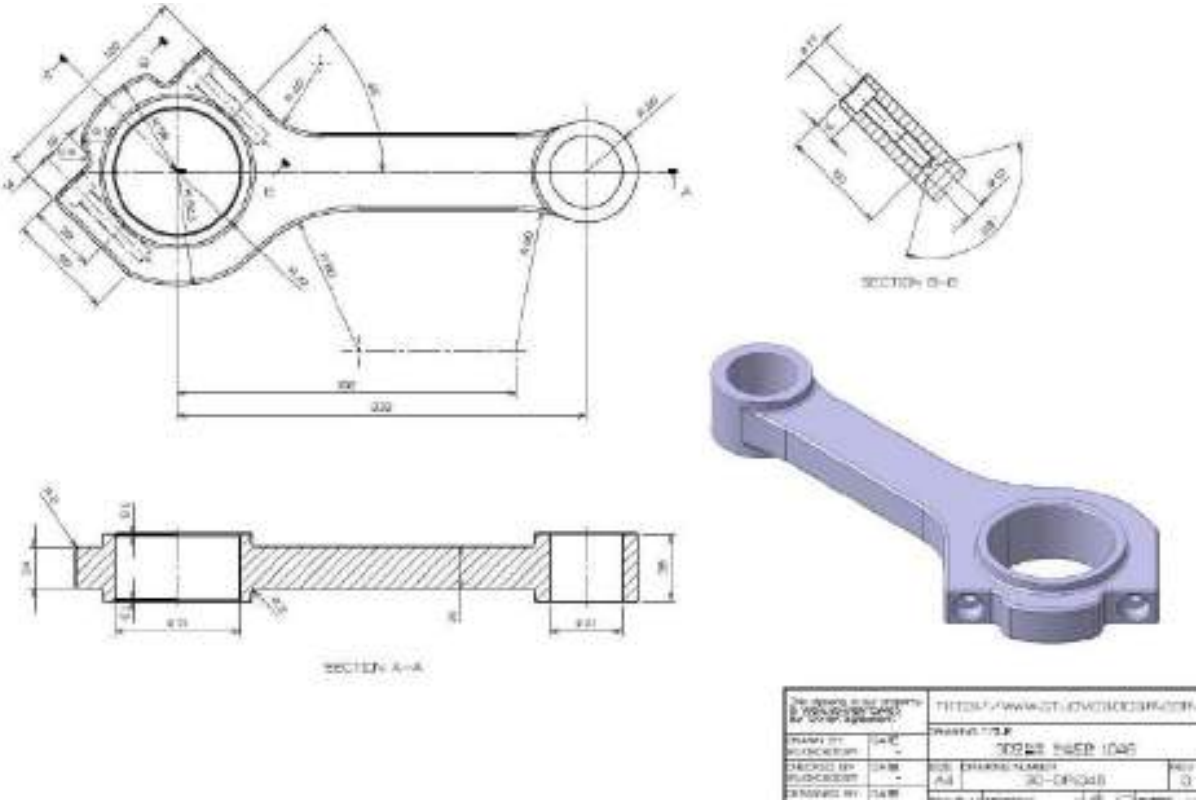
Вариант 1.



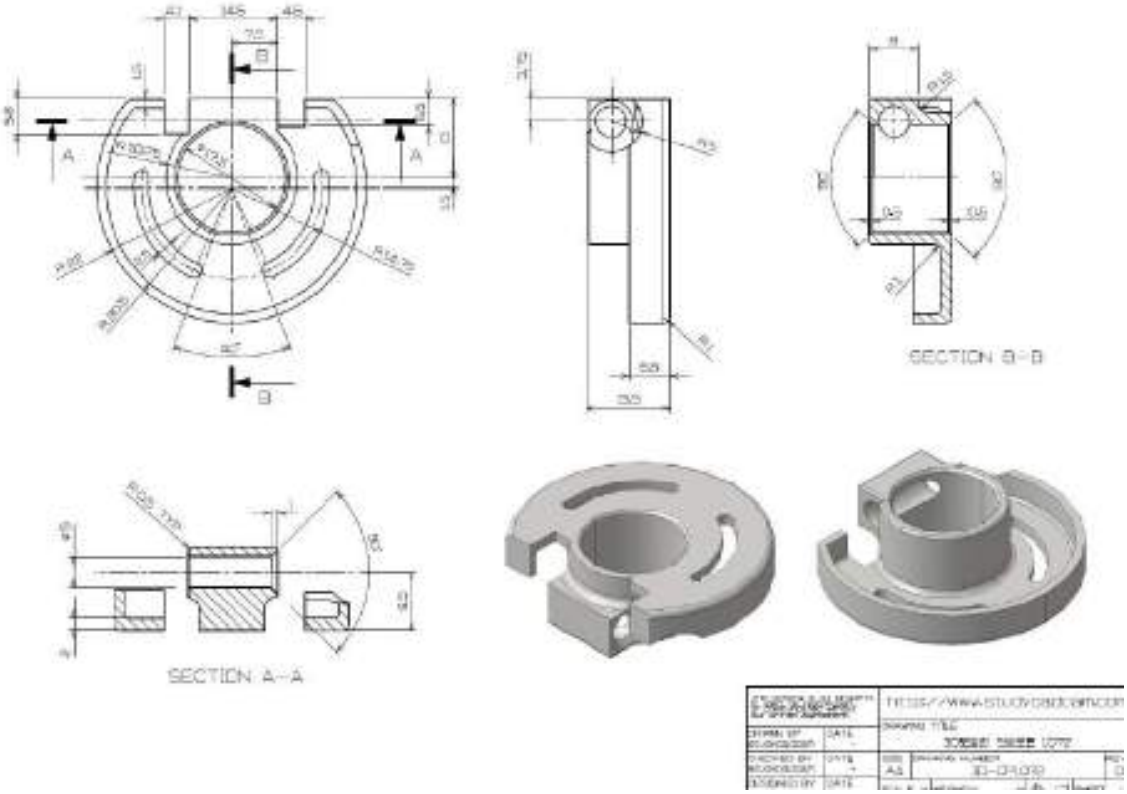
Вариант 2.



Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

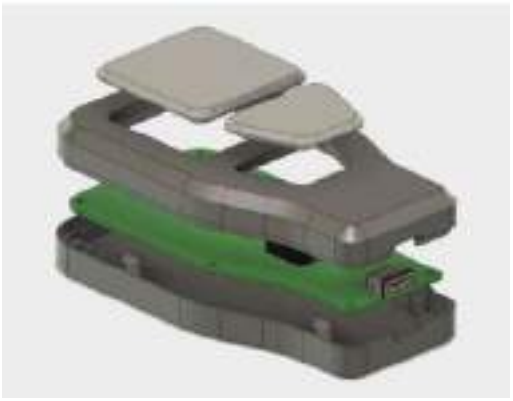
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 13.
Обработки трехмерной цифровой модели. Деление STL на слои

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться обрабатывать трехмерную цифровую модель (3D Sprint), делить STL на слои.

Ход работы.

Теоретическая часть



Покомпонентное изображение корпуса в сборе

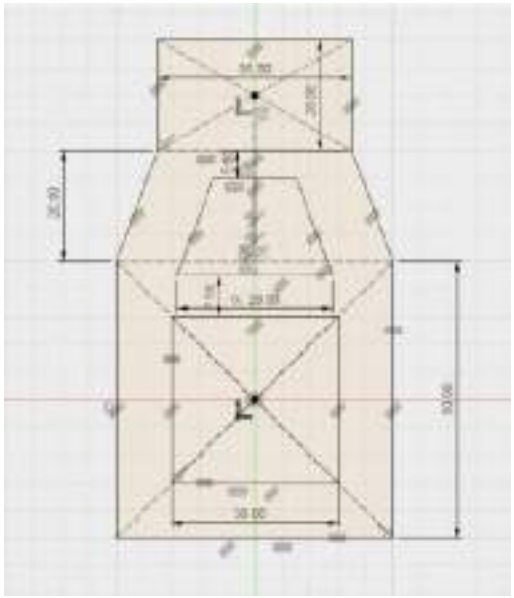
Рассмотрим проектирование корпуса для небольшого пульта дистанционного управления. Это двухкомпонентная конструкция с отверстием для разъема micro USB и двумя кнопочными переключателями. Деталь будет напечатана с использованием FDM (Fused Deposition Modeling). Также могут использоваться другие технологии печати, такие как SLA, SLS и струйная печать материалов, однако FDM отлично подходит для создания таких прототипов корпусов.

Первым этапом является моделирование основного корпуса как верхней, так и нижней части корпуса, моделирование обоих твердых тел, а затем создание полости, необходимой для печатной платы, с помощью команды Shell. Затем будет добавлено отверстие для разъема micro USB и монтажные выступы для печатной платы.

1. Основные характеристики

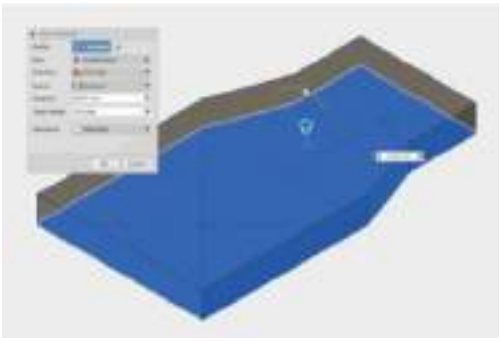
Первый набросок позволит нам создать основную часть корпуса. Эскиз создается на верхней плоскости исходной точки. Этот эскиз обычно ссылается на размеры существующей печатной платы и компонентов, однако можно сначала спроектировать корпус, а затем спроектировать компоновку электроники. На этом этапе эскиз включает только линии и центральные прямоугольники, скругления будут добавлены позже. Эскиз полностью привязан к исходной точке, что является хорошей практикой, так как в дальнейшем будет намного проще ссылаться на другие элементы.

Примечание: кнопки также были добавлены к этому эскизу, который будет использоваться позже в модели.



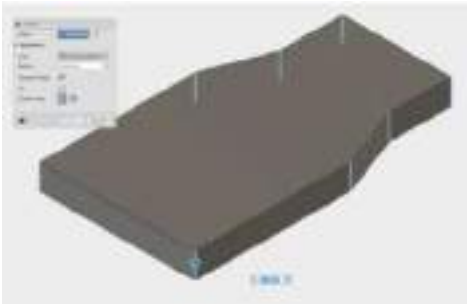
Эскиз основного профиля

Затем профиль этого эскиза выдавливается на 8 мм, чтобы создать первую половину нашего корпуса. В результате будет создан новый корпус, который станет верхней частьюконструкции корпуса.



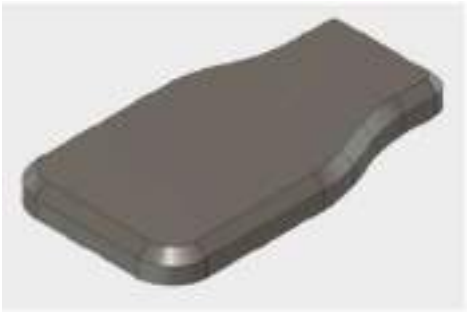
Выдавливание основного корпуса

Теперь можно добавить **скругления** и **фаски**, чтобы корпус был эстетически привлекателен, удобен в эксплуатации и износостоек. Всего были использованы скругления с 3 радиусами разного размера; 10 мм по двум ближайшим краям, 30 мм по четырем средним краям и 5 мм по дальним краям. Вдобавок к периметру верхнего края добавляется фаска 3 мм.



Добавляем скругления

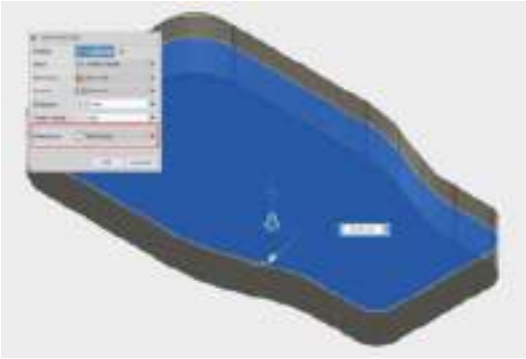
Примечание. Для печати FDM рекомендуется максимально уменьшить количество острых углов. Принтер должен замедляться, а затем ускоряться при изменении направления, что снижает скорость, существенно увеличивая время печати.



Готовые скругления

Вторую часть корпуса теперь можно выдавить вниз на 8 мм. Можно использовать нижнюю грань первой части для Профиля без создания нового

эскиза. Здесь важно выбрать New Body для операции, Fusion по умолчанию выберет Join, который просто добавит материал в верхнюю половину корпуса.



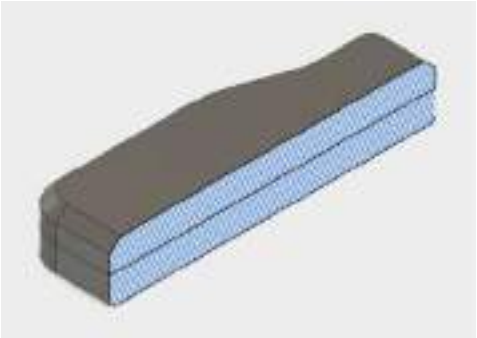
Верхняя половина корпуса со скруглениями и фасками

Теперь у нас есть две отдельные детали, которые составляют наш корпус. Затем к нижней части 2-го корпуса добавляется еще фаска 1 мм.

Добавление фаски к нижнему краю

2. Полость

Следующим шагом будет создание полости внутри двух тел, которая будет содержать печатную плату и электронику. В настоящее время оба тела полностью твердые, как показано на этом разрезе.

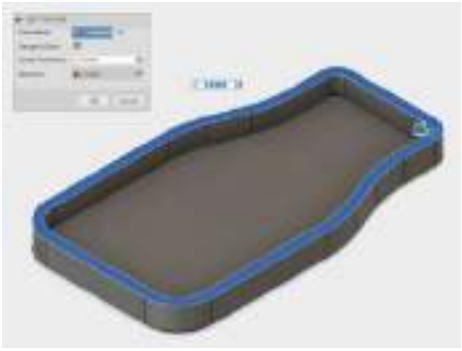


Корпуса в разрезе

К счастью, инструмент Shell делает это очень просто: просто выберите грани, которые необходимо удалить и задайте толщину стенки, чтобы создать полость внутри корпуса. На изображении ниже показано, что делает инструмент Shell. Может потребоваться скрыть одно тело, чтобы можно было

выбрать лицо другого и наоборот. Это можно сделать, щелкнув правой кнопкой мыши по телу и выбрав «Скрыть».

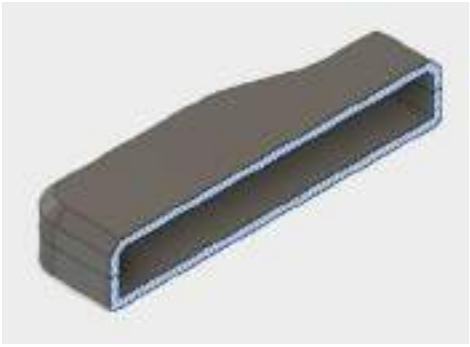
Подсказка: если вы наведете курсор на значок инструмента в Fusion, вы увидите всплывающее пояснение, чтобы узнать, для чего он нужен!



Корпус после выделения

Теперь у нас есть полость внутри корпуса, в которой достаточно места для сборки нашей печатной платы. Использование Shell инструмента является намного более эффективным способом моделирования корпуса, особенно при создании более сложных конструкций.

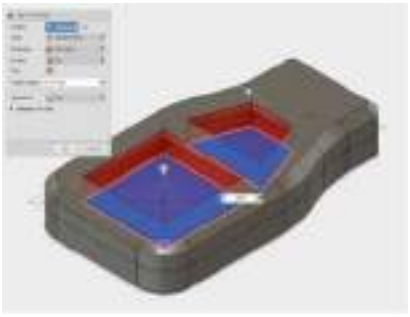
Примечание. Для печати FDM использовалась толщина стенки 2,4 мм. Хорошая идея — подумать о параметрах печати при проектировании деталей.
Использование толщины стенок, кратной размеру сопла, приведет к гораздо более качественной печати. Для печати этой детали будет использоваться сопло 0,4 мм, поэтому была выбрана толщина стенки в 6 раз большеразмера сопла (0,4 мм x 6 = 2,4 мм).



Вид в разрезе

3. Кнопки

Следующим этапом проектирования корпуса является вырезание места для кнопок. Профиль для них был создан на первом эскизе. Этот эскиз теперь можно скрыть и нужно будет снова включить видимость. Простое **выдавливание** будет использовано для создания отверстий для кнопок. Вместо указания расстояния можно использовать параметр «Extent — All», который удалит все, что блокирует путь профиля.



Выдавить

Затем добавлены **Скругления** к острым углам, 2.5 мм Скругление для всех ребер.

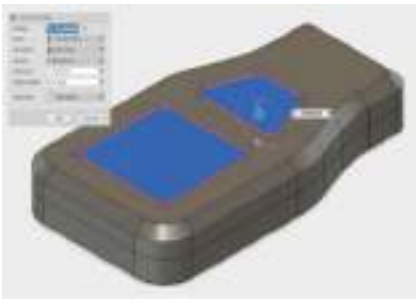
Готовые скругления

Верхнюю поверхность верхней половины корпуса теперь можно использовать как плоскость для создания эскиза кнопок. Также возможно спроецировать существующую геометрию в новый эскиз, что значительно сэкономит время. Кроме того, спроецированная геометрия обновит изменения, внесенные в деталь. Например, если размер кнопки был изменен по сравнению с первым эскизом, кнопки автоматически обновятся, чтобы отразить изменения. Фиолетовая линия представляет собой спроектированную линию, которая ссылается на существующую геометрию. Синие линии – это линии, которые были смещены от проектируемых линий на заданное расстояние. Чтобы пуговица поместилась в футляр, вставки для пуговиц сделали меньше, чем вырез. Этот зазор 0,5 мм предназначен для учета отклонений в размере кнопки. Внешний край кнопки также был смещен на 2,5 мм, который станет основным корпусом двух кнопок (как показано на рисунке).

расположение кнопок

Примечание: при 3D-печати или в любом производстве нет абсолютно правильного размера. Отклонение от номинального размера — это допуск, диапазон значений, определяющих, является ли деталь приемлемой или нет.

Внутренняя часть кнопок теперь может быть выдавлена вниз. Поскольку кнопки будут напечатаны отдельно с использованием гибкого материала, они созданы как Новое тело (New Body). Расстояние, используемое для этого, составляет — 2 мм, что позволяет встраивать тело в вырез для кнопки, созданный ранее.



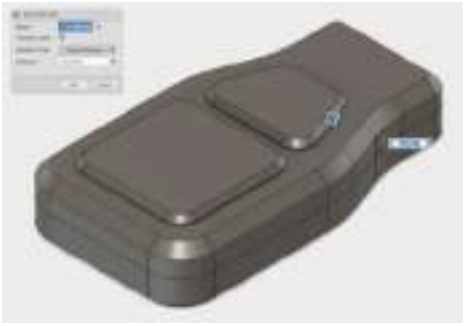
Выдавливаем кнопку

Эскиз можно снова использовать повторно, чтобы выдавить профиль на 2 мм для тела основной кнопки. Эта операция Выдавливания (Extrude Cut) должна присоединиться к основанию только что созданных кнопок, однако это приведет к тому, что кнопки будут присоединены к верхней части корпуса. Чтобы предотвратить это, видимость верхней части корпуса можно отключить во время операции выдавливания, а затем снова переключить на видимую по завершении.

Выдавливаем кнопку

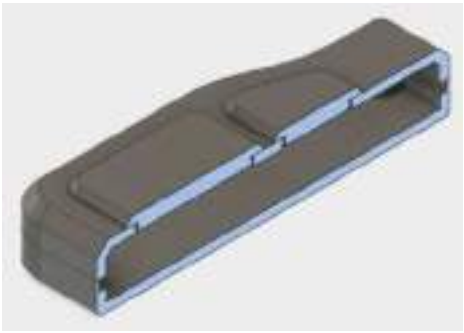
Некоторые эстетические особенности теперь можно добавить к внешним профилям кнопок.

В этом случае используется простая фаска 1,5 мм.



К кнопкам добавляется фаска

На разрезе показаны 4 отдельных тела, верхняя и нижняя половина корпуса и две кнопки.



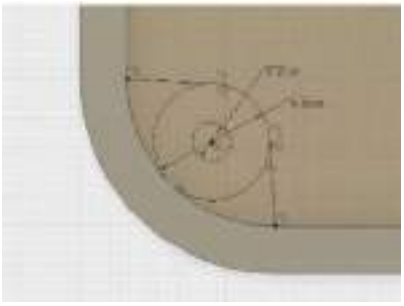
Вид в разрезе с кнопками

4. Монтажные выступы для печатной платы

крепления для платы

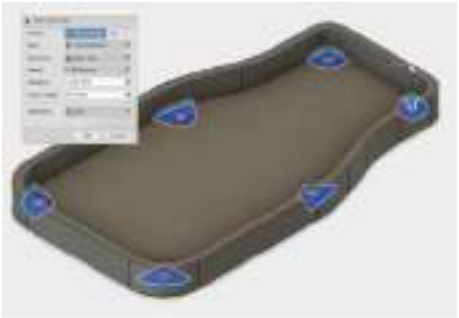
Основное назначение этой части — зафиксировать печатную плату и электронные компоненты. Чтобы надежно закрепить печатную плату внутри корпуса, выступы используются в качестве точки крепления для фиксации платы. Для 3D-печати можно использовать несколько способов крепления.

Для этой конструкции были выбраны саморезы как простое и экономичное решение, используемое для ввинчивания в отверстия для крепления печатной платы. Будут использоваться винты M 2,5, поэтому отверстия должны быть немного меньше винта (размер 0,25 мм — хорошее правило), чтобы резьба могла врезаться в монтажные выступы. Для дополнительной прочности и жесткости добавлен дополнительный материал к боковым стенкам. Это также упрощает печать и обеспечивает лучшую поверхность модели, поскольку уменьшаются проблемы с деформацией во время печати.



Эскиз отверстий

Теперь профили можно **выдвинуть** на 2 мм для создания отверстий. Исключение профиля отверстия из выбора создает монтажную поверхность и отверстие за один раз.



Выдвигаем элементы выступов

5. Губа

Чтобы обе половины корпуса совпадали, добавлен выступ. Это помогает с выравниванием, уменьшая вероятность зазоров между половинками и, кроме того, значительно увеличивает жесткость конструкции.

Чтобы создать губу, верхняя часть временно скрыта. Затем можно создать эскиз наверху стены нижних секций, сместив линию на 1,6 мм от внутреннего края.

Затем используется выдавливание, чтобы врезаться в стенку на 3 мм, создавая углубленную часть выступа.

Эскиз, показывающий линии смещения для выступа

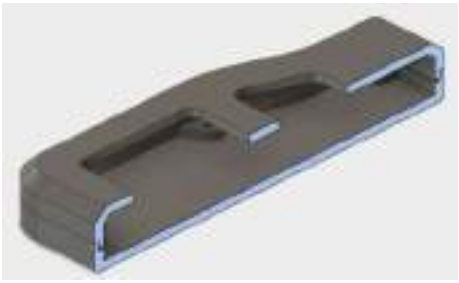
Примечание. Как упоминалось ранее, при проектировании рекомендуется использовать толщину стенки, кратную размеру сопла. 1,6 мм использовалось для смещения (0,4 мм сопло).

Выдавливание губ

Те же самые шаги, которые затем применяются к другой половине корпуса, на этот раз с помощью смещения эскиза 1 мм и **Выдавливания** на 2 мм, на этот раз с помощью операции **Join**. Опять же, используется допуск 0,5 мм (верхняя половина имеет Выдавливании вырез 2,5 мм, а основание имеет выдавленный Join 2 мм, оставляя зазор 0,5 мм между двумя кромками).

Эскиз, показывающий линии смещения для выступа

Выдавливание губ



Вид в разрезе, показывающий выступ

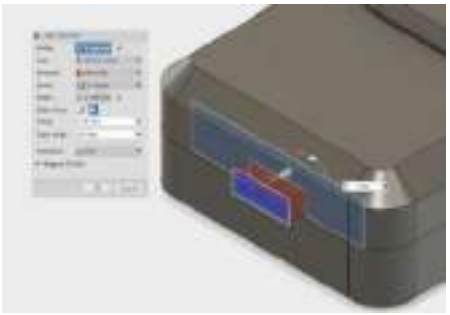
На виде в разрезе показан допуск вокруг выступа, который был оставлен для лучшей сборки двух половин

6. USB-разъем

Завершающим этапом проектирования корпуса является добавление выреза для разъема micro USB. Используется базовый центральный прямоугольник с достаточным зазором для подключения кабеля. Размеры эскиза приведены ниже.

Эскиз выреза разъема USB

Затем выдавливается профиль и режется через два корпуса. Скругление добавляются для улучшения внешнего вида выреза и снижения внутренних напряжений.



Вырез USB-разъема

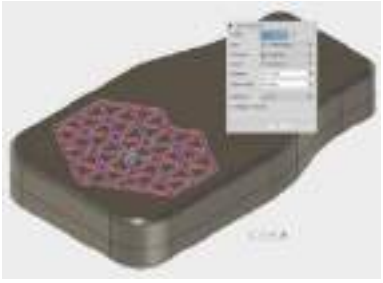
Скругления

7. Логотип

Чтобы добавить бренду к корпусу, был добавлен логотип 3D Hubs. Легко использовать файл SVG для импорта логотипа без необходимости рисовать его вручную. В нижней части корпуса создается эскиз, а для импорта логотипа используется инструмент SVG. Затем он помещается в желаемое место. Инструмент «Вставить SVG» можно найти в меню «Вставка».

Эскиз, с импортированным SVG

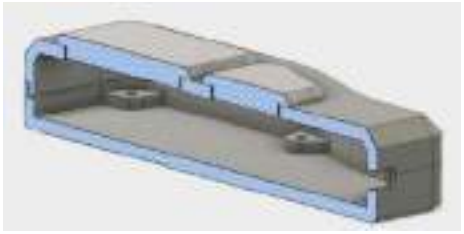
Профиль — Выдавливание (Extruded Cut) — 0,2 мм, что дает 2 слоя при печати с разрешением 100 микрон. Поскольку эта поверхность будет находиться в контакте с платформой для печати во время печати, здесь не следует использовать поддерживающий материал, так как это приведет к ухудшению поверхности модели из-за мелкого рисунка. Если вырезать только 0,2 мм, логотип будет виден достаточно четко, без провисания.



Выдавленный профиль SVG

Теперь корпус готов и состоит из четырех отдельных корпусов; верхняя и нижняя половины корпуса и две кнопки.

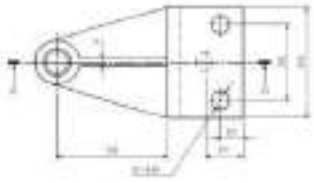
Готовая сборка корпуса

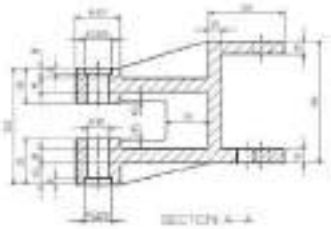


Готовый корпус в сборе в разрезе

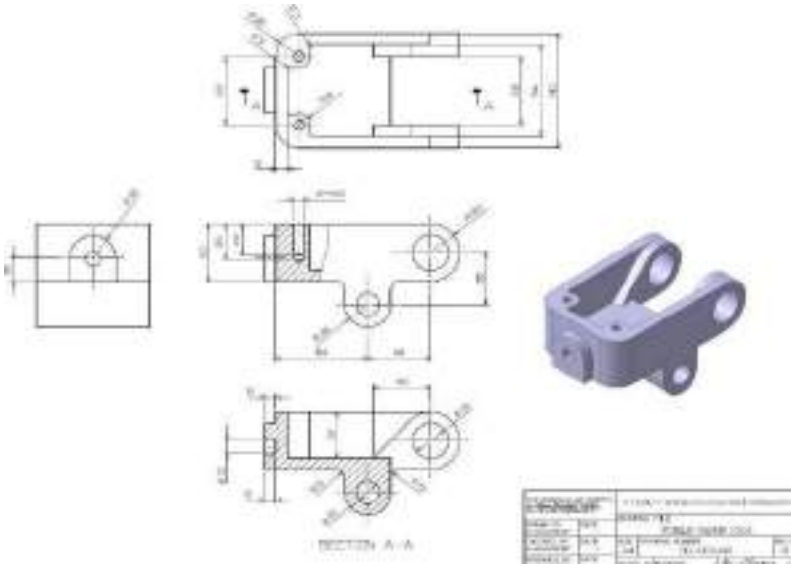
Задание:

Вариант 1.

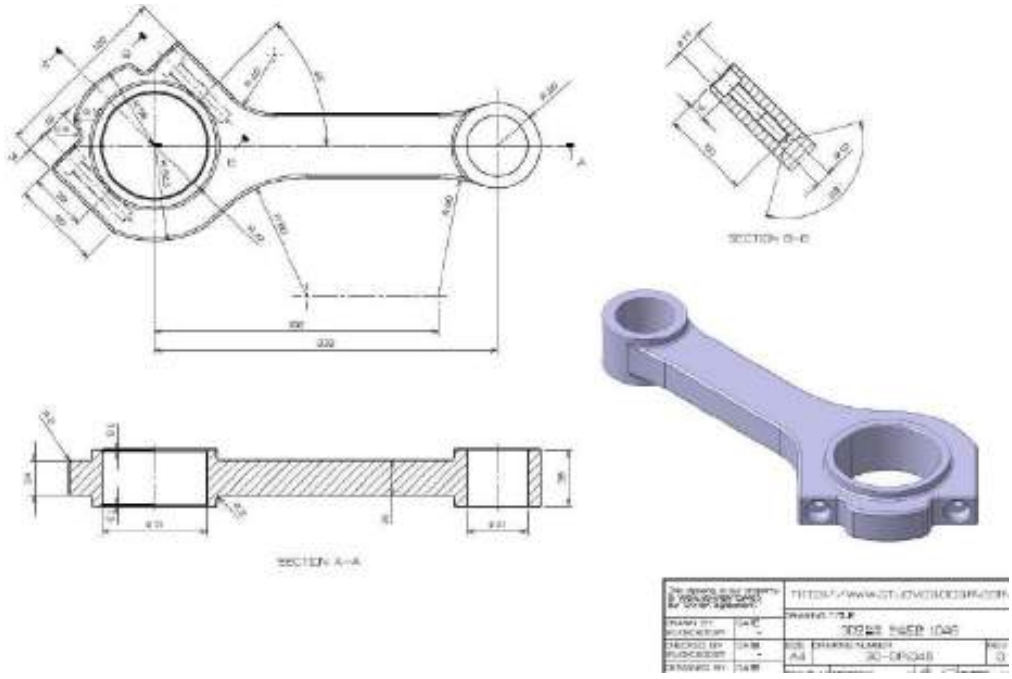




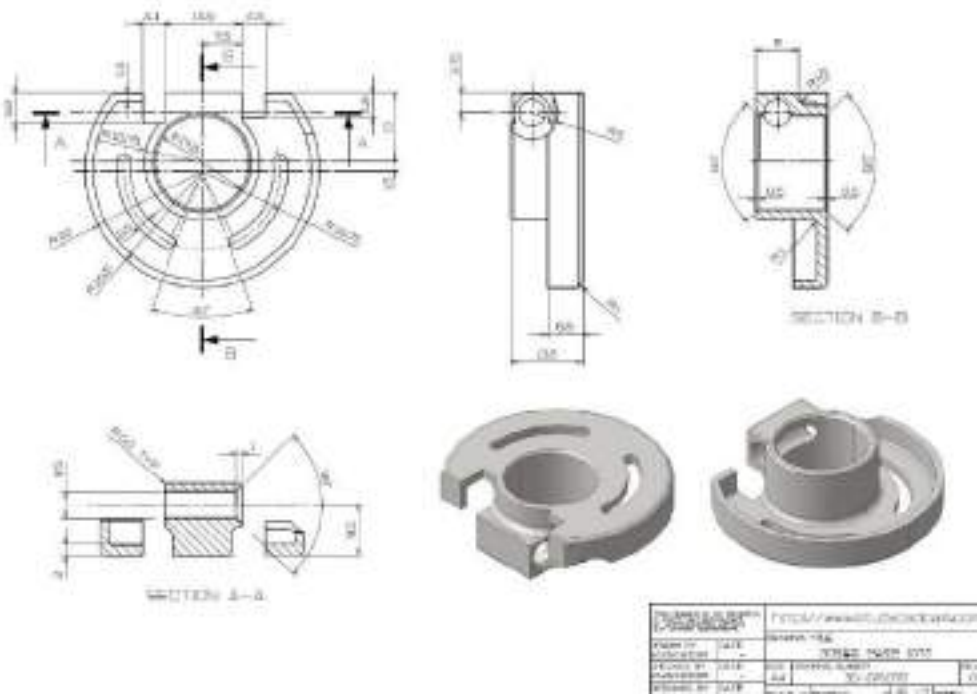
Вариант 2.



Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 14.
Ориентирование подходящим образом модели для печати

(Время выполнения работы - 1 час)

Цель: научиться ориентировать модель для печати на ProJet MJP 2500.

Ход работы.

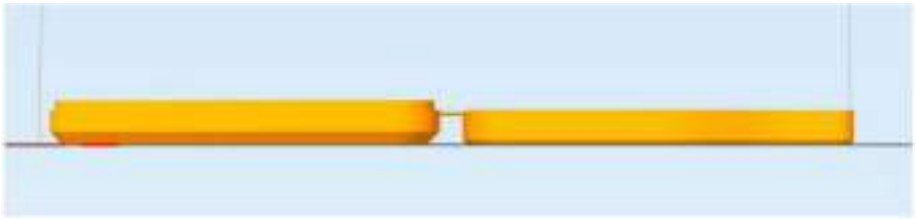
1. Расположение

Первый этап — ориентировать обе половины корпуса так, чтобы их можно было легконапечатать.

Важно убедиться, что обе нижние грани находятся в одной плоскости.

Это устраняет необходимость поддержек, который также приводит к плохому качествуповерхности после удаления.

Плохо расположенные части корпуса, левая сторона, требующая поддержек для правильной печати



Правильное расположение без необходимости поддержек

С помощью инструмента «Перемещение» можно установить верхнюю половину корпуса в правильное положение, готовое к добавлению мягкой петли. Кнопки корпуса также выбираются, чтобы обеспечить их правильное расположение относительно другой половиной корпуса

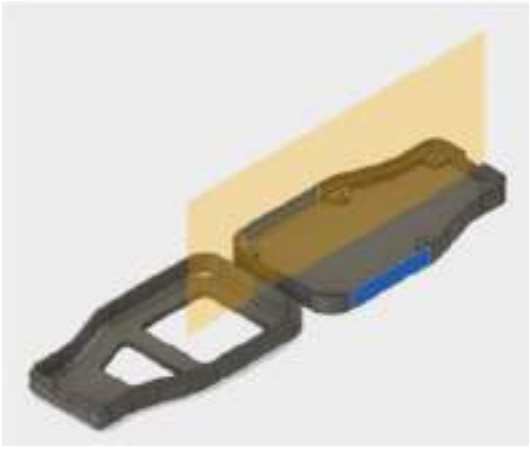
Перемещение верхней половины корпуса и кнопок на место

Обе части корпуса в окончательном положении

Было проверено, что зазор 7 мм дает хорошие результаты, однако экспериментирование обеспечит оптимальное расстояние для конкретного корпуса. Расстояние менее 5 мм не рекомендуется из-за очень малого радиуса изгиба, что создает более сильную нагрузкуво время движения.

2. Эскиз петли

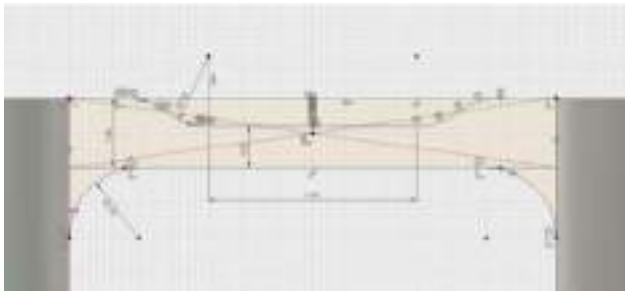
Следующий этап — создание эскиза, необходимого для выдавливания мягкой петли. Если корпус моделировался относительно центра из исходной точки, можно использовать исходную рабочую плоскость. Если эта плоскость не находится в середине детали, можно использовать среднюю плоскость для построения эскиза. Инструмент «Средняя плоскость» (Midplane) выбран в меню «Построить» (Construct) и выбраны две грани, это создаст новую рабочую плоскость в средней точке выбранных граней.



Два выбранных ребра и вспомогательная плоскость в средней точке

Теперь на этой плоскости можно создать эскиз, привязав края деталей корпуса с помощью ограничения совпадения (coincident constraint). Это обеспечит автоматическое обновление эскиза при перемещении любой из частей корпуса. После тестирования нескольких различных вариантов геометрии и размеров мягкой петли было обнаружено, что наиболее эффективным является сечение 1 мм, сужающееся до 0,6 мм для основной петли.

Это дает хорошую прочность по бокам и позволяет контролировать изгиб петли. Когда петля закрывается, внешняя поверхность подвергается растяжению, а внутренняя поверхность сжимается, внешнюю поверхность петли растягивается. Чтобы учесть это, лучшая конструкция петли имеет большую длину кривой на внешней поверхности и короткую внутреннюю поверхность.



Рекомендуемая геометрия эскиза и размеры для этой детали

3. Выдавливание

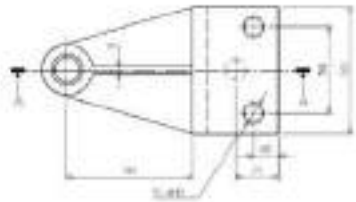
Эскиз завершен и его можно выдавливать, чтобы сформировать тело петли. Операция Joinбыла использована для того, чтобы модель была распечатана в виде единой детали.

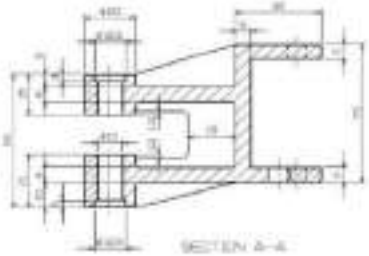
Профиль выдавливается для создания петли

Готовая мягкая петля

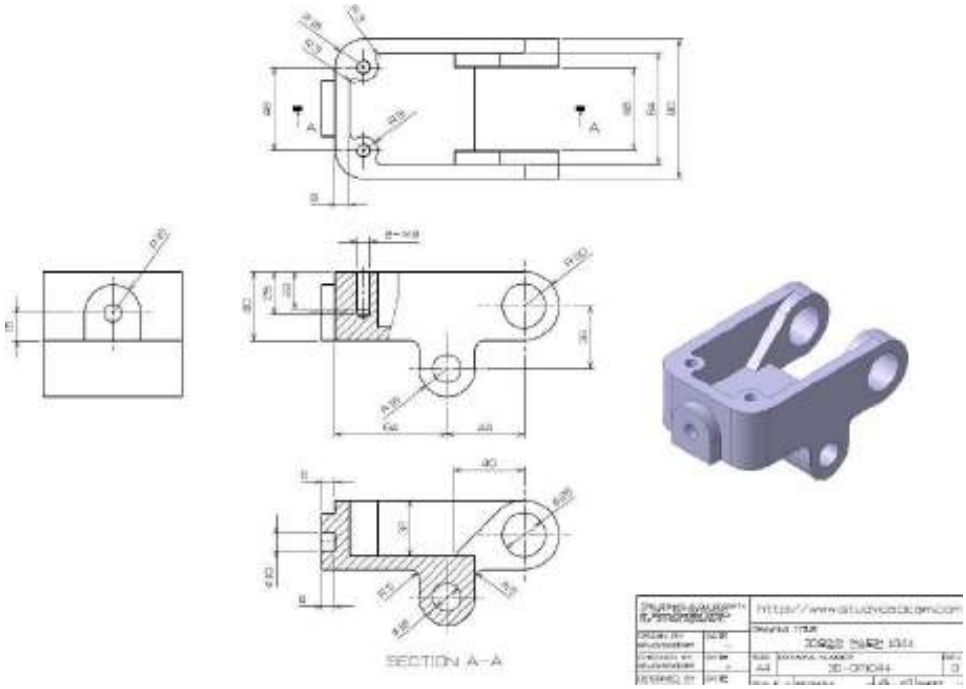
Задания:

Вариант 1.

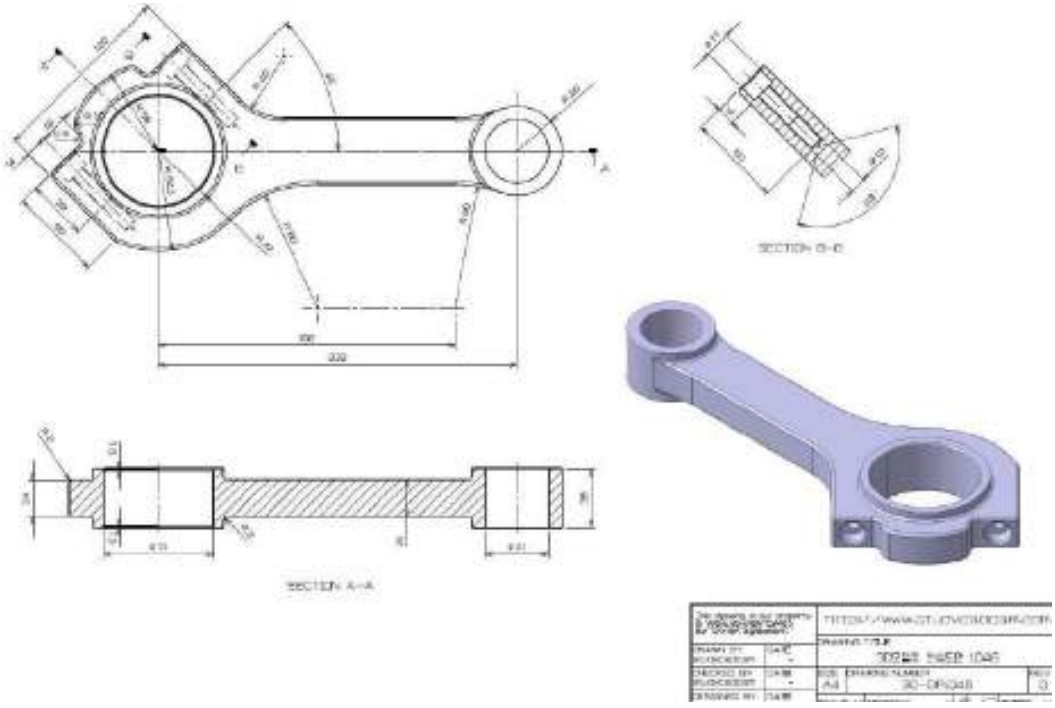




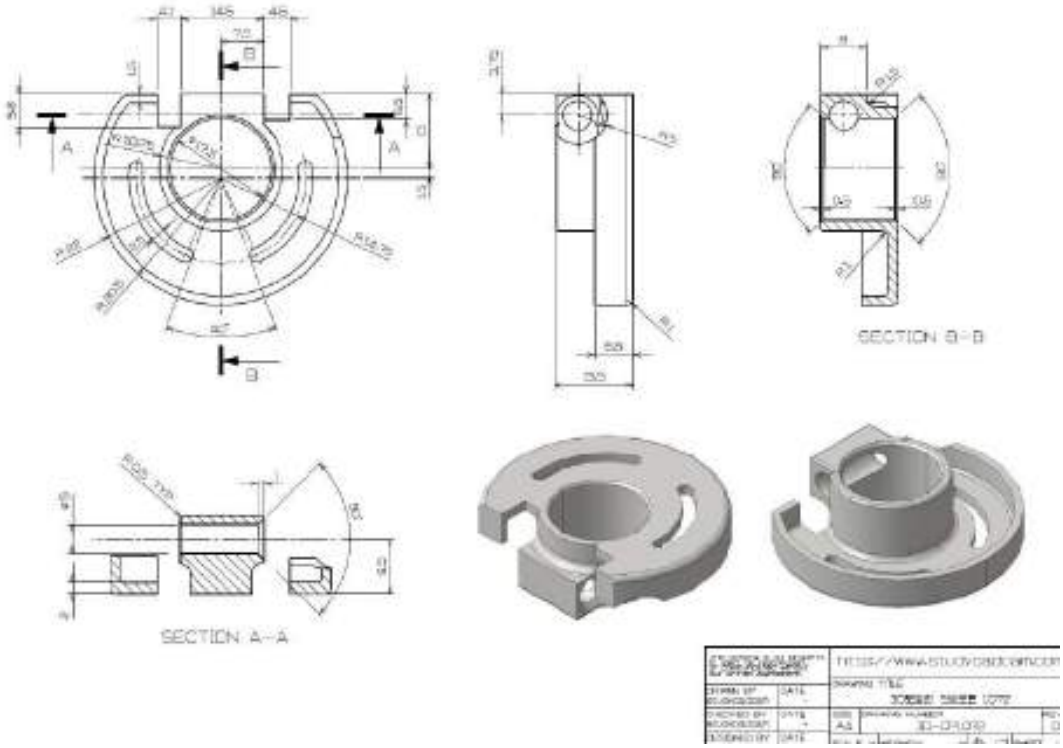
Вариант 2.



Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 15.
Генерация поддерживающей структуры

(Время выполнения работы - 2 часа)

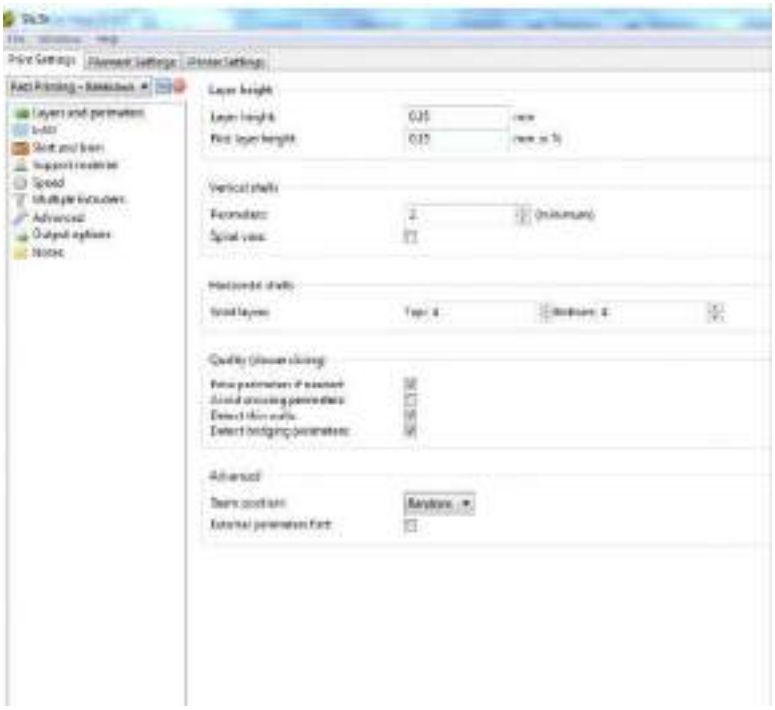
Цель: научиться использовать разные виды структур поддержки для различных частей 3 D моделей.

Ход работы.

В Slic3r много тонких настроек, которые большинству пользователей не пригодятся в большинстве случаев (они и пугают). У этих параметров по умолчанию уже включен или выключен нужный режим. Поэтому, если вы не понимаете зачем нужен какой-либо параметр не трогайте его без нужды. По своему опыту можем сказать, что очень много обращений в тех. поддержку связано именно с тем, что пользователи поменяли какие-либо параметры по незнанию и получили при печати эффект, который совсем не ожидали.

Чтобы попасть в настройки нажимаем кнопку **Конфигурация**, она указана стрелкой.

Попадаем в окно настроек.



В левом верхнем углу можно выбрать готовые профили настроек.

Fast Printing -Breakaway Support - Быстрая печать. Обычны поддержки.

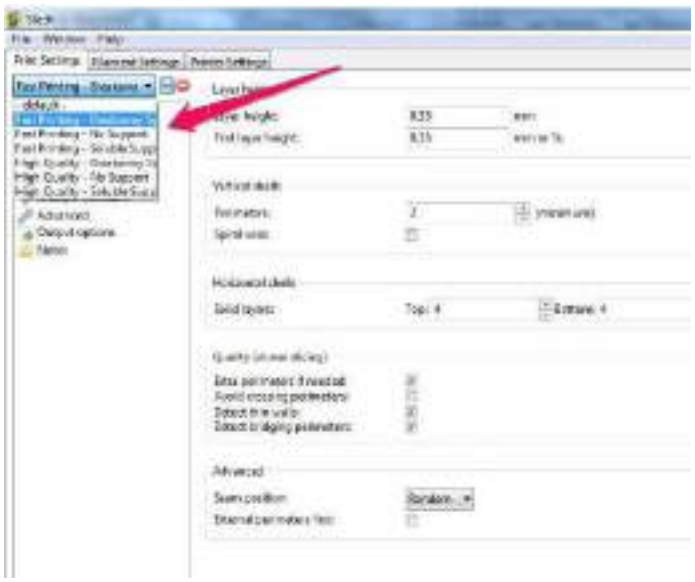
Fast Printing - No support - Быстрая печать. Без поддержек.

Fast Printing - Soluble Support - Быстрая печать. Растворяемые поддержки.

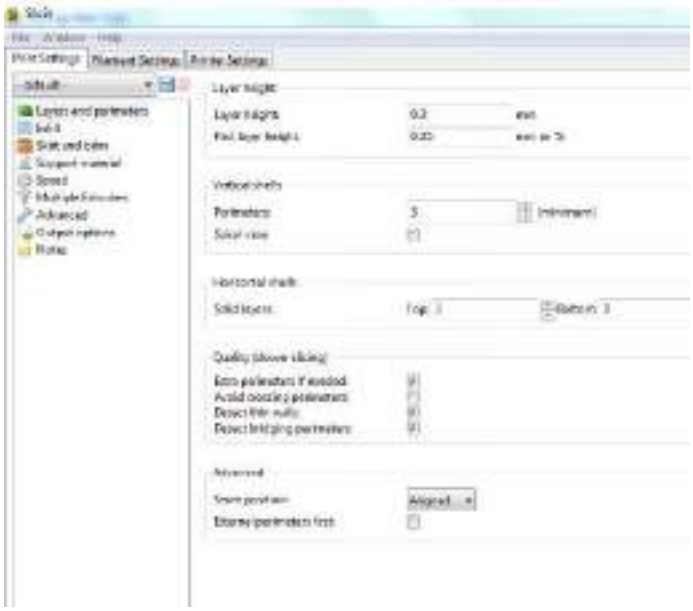
High Quality - Breakaway Support - Качественная печать. Обычные поддержки.

High Quality - No support – Качественная печать. Без поддержек.

High Quality - Soluble Support - Качественная печать. Растворяемые поддержки.



Профили можно сделать свои. Выбрав **-default-** , выбрать настройки и н жав на дискету, сохранитьсо своим именем.



Рассмотрим первую настройку **- Layer and peri eters** - Слои и периметры

Layer height - толщина слоя.

First layer height - толщина первого слоя. (можно выставлять как в мм, так и в % от основной толщины слоя).

Vertical shells - вертикальные стенки модели

Perimeters - количество стенок

Spiral vase - параметр для печати вазы. Модель печатается в одну стенку и без верхней поверхности и заполнением – 0%

Horizontal shells - горизонтальные стенки

Solid layers - количество сплошных слоев сверху и снизу модели

Top - верх

Bottom - низ.

Следующий раздел

Quality - качество (медленный слайсинг).

Extra perimet ers if needed - добавляет дополнительные стенки если есть пропуски на наклонных стенках (по умолчанию включен).

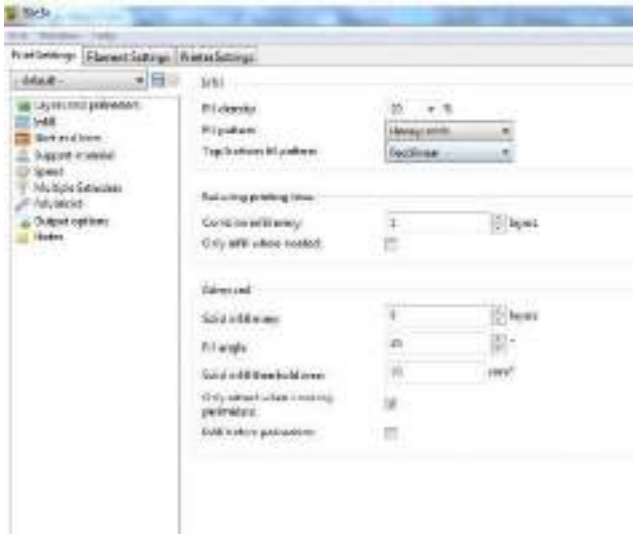
Avoid crossing perimeter s - движение экструдера рассчитывается так, чтобы не пересекать стенки при движении. (по умолчанию выключен).

Detect thin walls - обнаружение тонких стенок. Данный параметр ищет тонкие стенки, которые можно построить только в один проход экструдера. И слайсит правильно. (по умолчанию включен).

Detect bridging perimeters - обнаруживает свисающие элементы и выставляет на них параметры, как на печать мостов - скорость, подачу материала (flow) и обдув. (по умолчанию включен).

Advanced

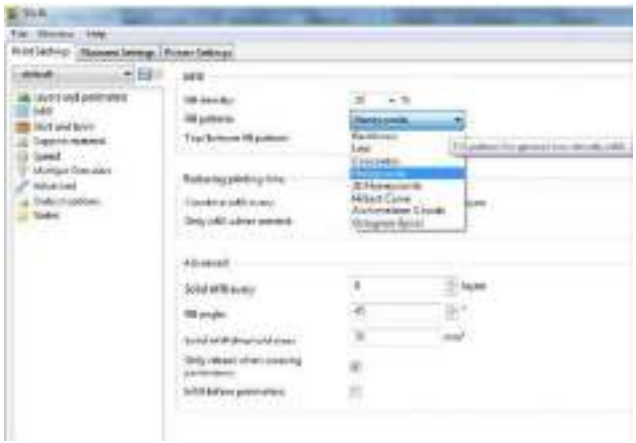
Seam position - начало построения слоя. Имеет три варианта.
Random - случайный.
Nearest - ближайший.
Aligned – выровненный по середине-краю.
External perimeters first - внешние периметры строятся первыми (по умолчанию выключен).
I**nfill** - заполнение.



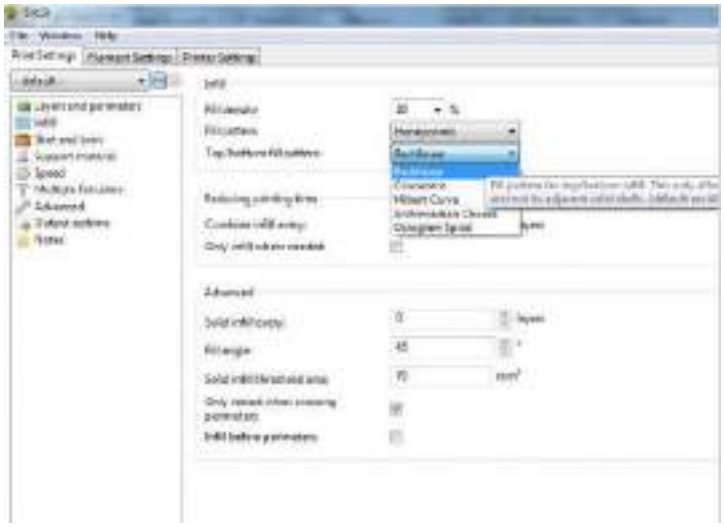
Первый пункт понятен всем.

Fill density - процент заполнения. От 0% - по 100%.

Далее можно выбрать узор заполнения. На рисунке их все видно. Переводить их не будем – можно просто выбрать нужный режим и посмотреть.



Следующий пункт **Top/bottom fill** относится к узору заполнения верхних и нижних поверхностей. Тоже можно поглядеть в режиме просмотра.



Следующий пункт относится к экономии времени печати.

Reducing printing time

Combine infill every - на каких слоях будет происходить заливка. По умолчанию стоит 1 – каждый слой будет заполняться. Можно поставить другие параметры.

Only infill where needed – строит заполнение только там, где верхним уровням требуются поддержки, в остальных местах модель получается пустотелой (по умолчанию выключен).

Advanced - продвинутые настройки.

Solid infill every – печать горизонтальных перегородок поверх заполнения через указанное количество слоев (по умолчанию выключен).

Fill angle – угол печати сетки заполнения (по умолчанию 45 градусов)

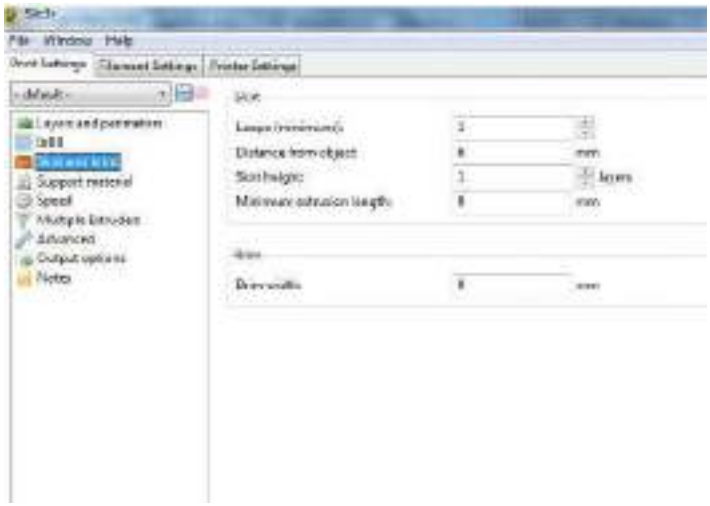
Solid infill threshold area – заполнение площади меньше указанной будет производиться 100% заливкой.

Only retract when crossing perimeters – ретракция только тогда, когда идет обход периметра (поумолчанию включен).

Infill before perimeters – сначала печатается заполнение, а потом печатаются слои периметра (поумолчанию выключен).

Skirt and Brim

«Юбка» (печать контура вокруг модели. Позволяет оценить калибровку и «разрабатывает» сопло перед печатью, чтобы увидеть равномерно ли поступает пластик) и брим (дополнительная окантовка первого слоя, для повышения адгезии).



Loops – минимальное количество проходов «юбки» вокруг модели.

Distance from object – расстояние от окантовки до модели.

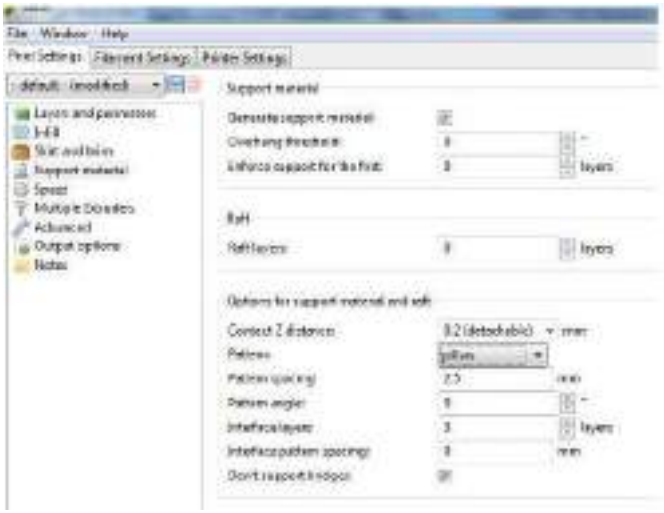
Skirt height – высота (в слоях «юбки»)

Minimum extrusion length – минимальное количество пластика в мм, которое будет потрачено на печать юбки.

Brim width – ширина брима (в мм) вокруг модели. Учитывайте, что этот параметр должен быть меньше Distance from object.

Support aterial

Поддержки



Generate support material – Включить/выключить печать поддержек.

Overhang threshold – Угол наклона боковых стенок, с которого начинается формирование поддержек. Рекомендуется от 65 градусов и более.

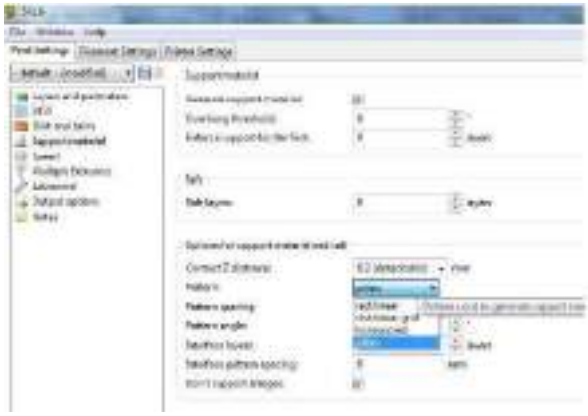
Enforce support for the first – Генерация поддержек до указанного слоя модели независимо от угла стенки. Нужно для повышения адгезии у моделей, у которых маленькая площадь соприкосновения с рабочим столом в нижней части.

Raft layers – печать плота. В параметрах указываем количество слоев печати. Плот обычно служит для печати на перфорированных столах и нивелирование неточной калибровки рабочей поверхности.

Options for support material and raft -опции для поддержек и рафта.

Contact Z distance - расстояние от поддержек до модели по вертикали. Если 0, то поддержки «припаяны» к модели.

Pattern – узор по которому печатаются поддержки (на рисунке варианты).



Pattern spacing – расстояние между линиями поддержки и рафта в мм.

Pattern angle – угол печати поддержки и рафта.

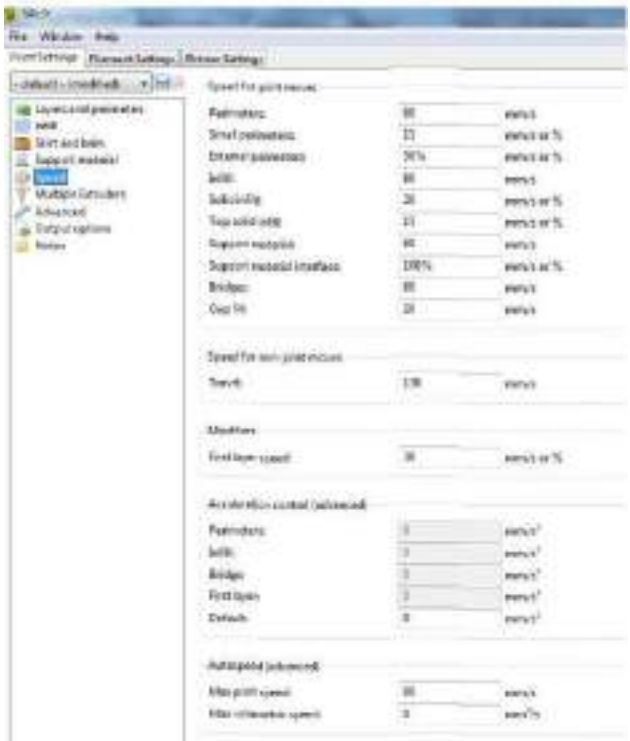
Interface layers – количество слоев между объектом и материалом поддержки.

Interface pattern spacing - расстояние от 'внутренних' поддержек до модели. 0 - поддержка касается модели.

Don't support bridges - не печатать поддержки под «мостами»

Speed

Скорость



Perimeters – скорость печати слоев по внешнему контуру модели. В зависимости от модели и принтера 30-80 и более. Основной параметр скорости печати.

Small perimeters – скорость печати маленьких периметров (менее 6,5 мм). Можно выставить мм/сек или % от основной скорости.

External perimeters – скорость печати наружного слоя контура, если стоит 0 - то выставляется автоматически). Можно выставить в мм/сек или % от основной скорости.

Infill – скорость печати заполнения. Можно выставить в мм/сек.

Solid infill – скорость печати сплошного горизонтального заполнения. Можно выставить в мм/сек или % от основной скорости.

Top solid infill – скорость печати верхней поверхности модели. Можно выставить в мм/сек или % от основной скорости

Support material – скорость печати поддержек. Можно выставить в мм/сек.
Support material interface - – скорость печати 'внутренних' поддержек, которые не касаются поверхности стола. Можно выставить в мм/сек или % от скорости печати поддержек.

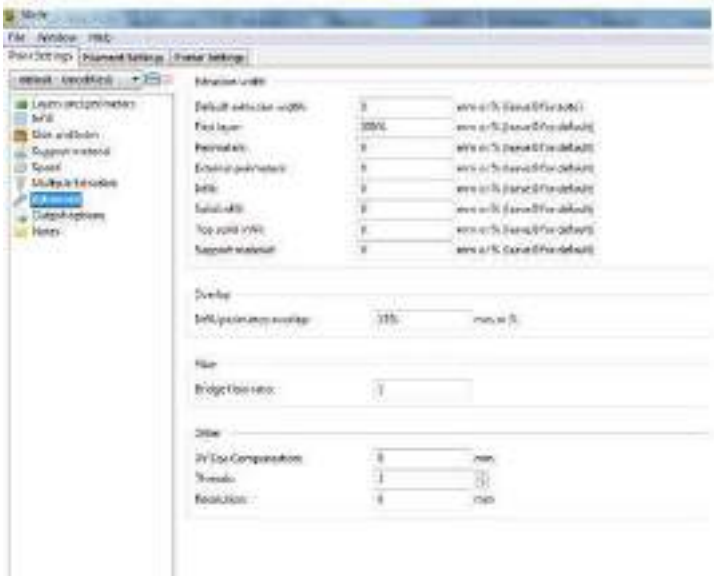
Bridges – скорость печати мостов (мост – это горизонтальная поверхность между двумя точками, без поддерживающих элементов снизу. Можно выставить в мм/сек.

Gap fill – скорость заполнения небольших поверхностей. При быстрых зигзагообразных движениях, могут возникать колебания. Чтобы этого избежать, ставят этот параметр меньше основной скорости. Можно выставить в мм/сек.

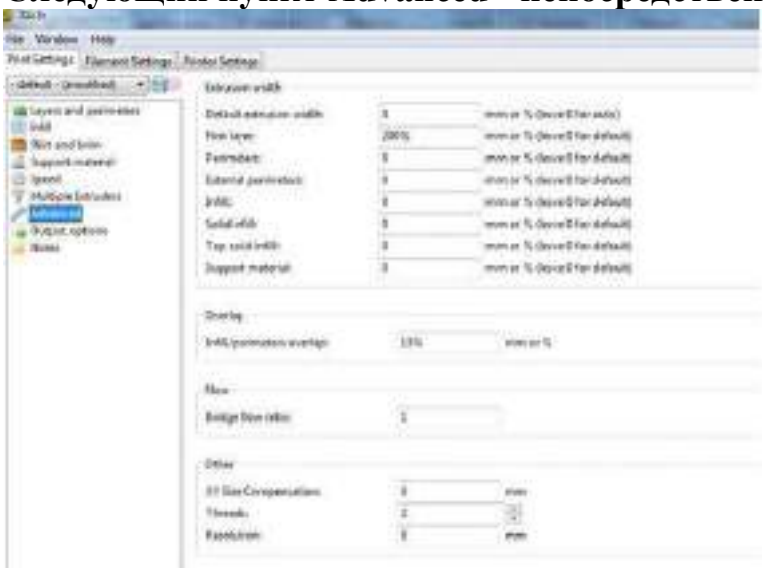
Speed for non-print moves - скорость перемещения без печати.
Travel – скорость перемещения экструдера при позиционировании без печати.

First layer speed – скорость печати первого слоя. Можно выставить в мм/сек или % от основнойскорости.

Acceleration control (advanced) - параметры ускорений. **Perimeters** – ускорение печати слоев по внешнему контуру модели.**Infill** – ускорение печати заполнения.
Bridge – ускорение печати мостов.
First layer - ускорение печати первого слоя.
Default - основное ускорение.
Autospeed (advanced) - автоматическое управление скоростью.
Max print speed - максимальная скорость печати.
Max volumetric speed - максимальная скорость подачи материала экструдером. 0 - без ограничений.
Multiple Extruders
Меню параметров одного или нескольких экструдеров. Если у вас один экструдер, у вас во всех ячейках будет значение единица.

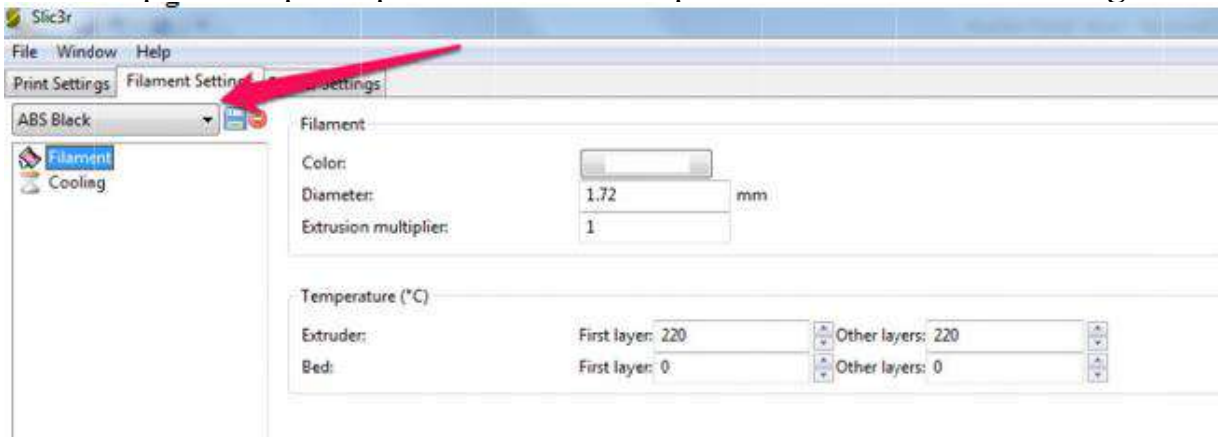


Perimeter extruder - номер экструдера, который печатает внешние границы модели.
Infill extruder - номер экструдера, который печатает заполнение.
Solid Infill extruder - номер экструдера, который печатает сплошные слои заполнения.
Support material/raft/skirt extruder - номер экструдера, который печатает поддержки, рафт, юбку.
Support material/ raft interface extruder - номер экструдера, который печатает внутренние поддержки, рафт.
Следующий пункт Advanced - непосредственно настройки экструдера

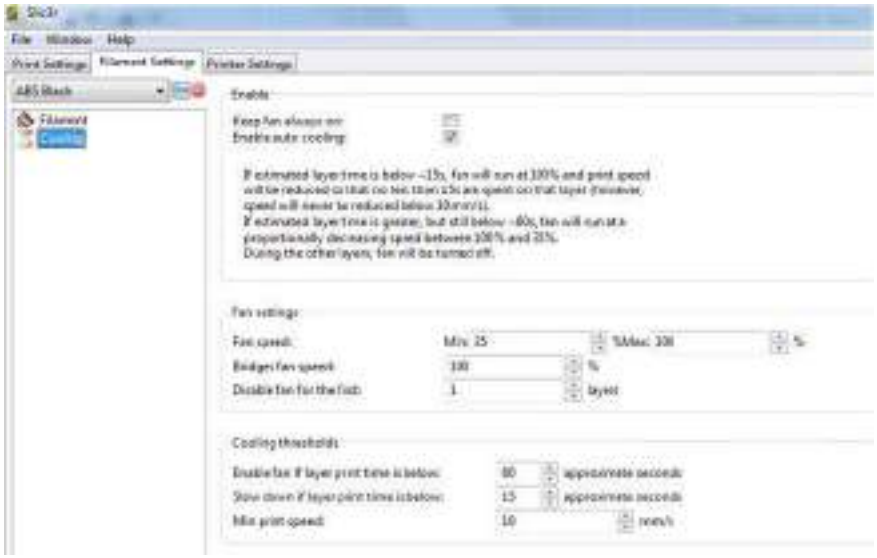


Default extrusion width – ширина печати в мм. Если установлен '0', то слайсер автоматически настраивает этот параметр в зависимости от принтера.
First layer - ширина первого слоя в мм. Обычно, ставится большее значение, чем по умолчанию (Default extrusion width), чтобы модель лучше прилипала к столу.
Perimeters - ширина печати внешних слоев модели.
Infill - ширина печати при заполнении модели.
Solid Infill - ширина печати сплошных горизонтальных поверхностей.
Top solid infill - ширина печати верхних горизонтальных поверхностей.

Support material - ширина печати поддержек.
Overlap - перекрытие при печати заполнение и наружных стенок.
Infill / perimeters overlap - параметр указывает на сколько мм или % печать заполнения перекрывает внешние стенки.
Bridge flow ratio – подача пластика при печати мостов.
Other - другое
XY Size Compensation - коррекция размеров модели с учетом усадки.
Threads – количество потоков для обсчета слайсинга. На мощных компьютерах можно запускать обсчёт слайсинга в несколько потоков, что уменьшит время слайсинга. Но увеличит нагрузку на процессор и занимаемый объем памяти компьютера.
Resolution – минимальное разрешение деталей модели для слайсинга.
Остальные параметры в принципе вам не нужны.
Перейдем к следующей закладке, настройкой параметров в которой и можно в большинстве случаев и обойтись.
Это настройки параметров печатных материалов или **Filament Settings**



В левом углу (указанном стрелкой) можно выбрать готовый профиль. Настроить его или создать и сохранить свой.
Color - цвет нити. Параметр декоративный, для удобства отображения.
Diameter – диаметр пластиковой нити в мм.
Extrusion multiplier – количество подаваемого пластика. В других слайсерах называется Flow. Значение по умолчанию - 1.
Temperature (C) - Температура
Extruder – температура экструдера для первого слоя (First Layer) и последующих слоев (Other Layers).
Bed –температура стола для первого слоя (First Layer) и последующих слоев (Other Layers).
Cooling охлаждение



Keep fan always on – вентилятор включен всегда.

Enable auto cooling – вентилятор включается автоматически (да – для PLA, нет – для ABS).

Fan speed – скорость обдува минимальная (Min) и максимальная (Max).

Bridges fan speed – скорость обдува при печати мостов (проценты от максимальной мощности).

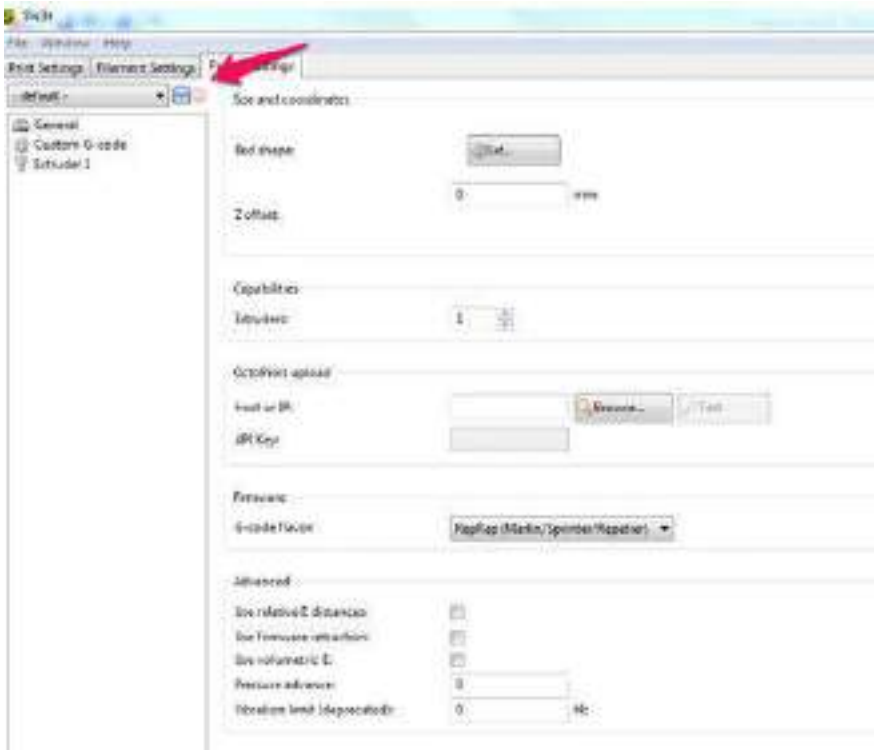
Disable fan for the first layers – отключение обдува для указанного количества слоев, начиная с первого.

Enable fan in layer print time is below – включение обдува, если печать слоя занимает больше указанного количества секунд.

Slow down if layer print time is below – замедлить печать, если время печати слоя меньше указанного количества секунд.

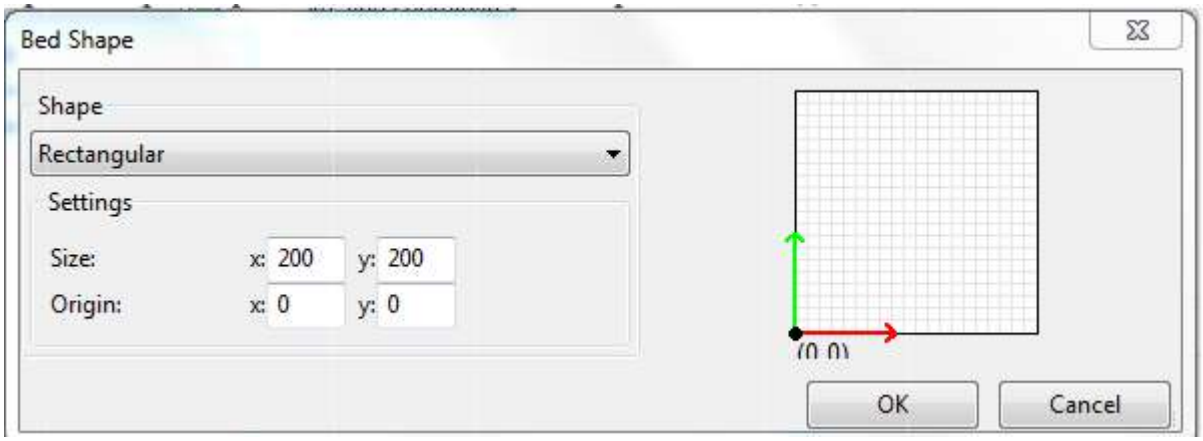
Min print speed – минимальная скорость печати.

Printer Settings настройки принтера



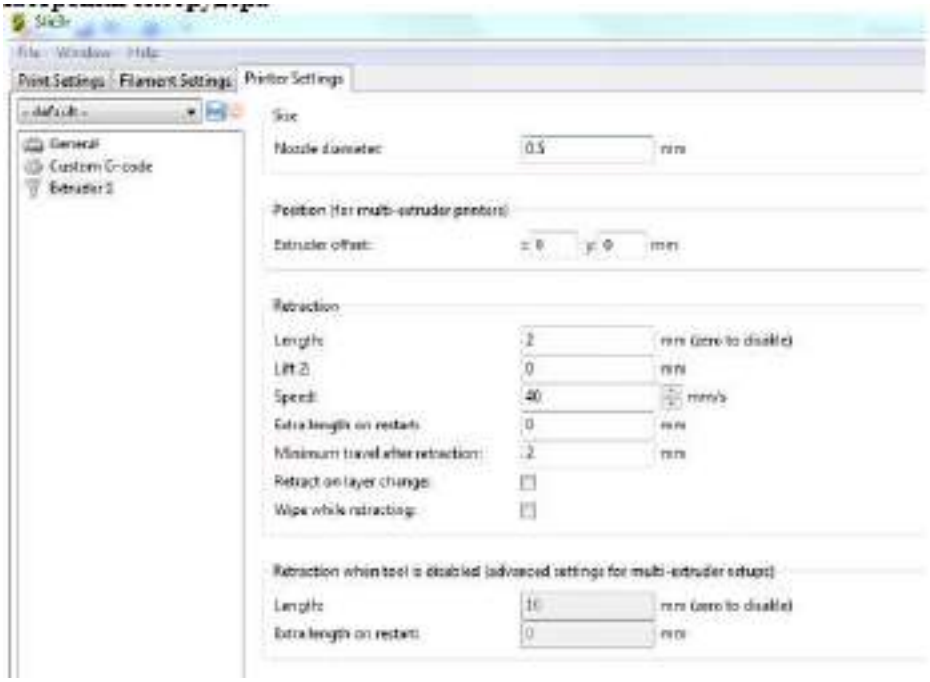
Слева вверху (куда указывает стрелка) можно выбрать, изменить и сохранить с собственным названием несколько профилей для разных принтеров.

Пункт **General** - основные настройки
Bed Shape - настройки рабочего стола. Очень все просто и наглядно.



Z offset – смещение по оси Z (не трогаем, если не понимаем з чем).

Extruders – количество экструдеров.
Octoprint - настройки для удаленного управления принтером.
G-code flavor – выберите тип 3 D принтера для генерации G-кода. В зависимости от типа принтера **(RepRap arlin/Sprinter/Repetier)**
Следующий пункт - **Custom G-code** - тоже самое.
Extruder настройки экструдера



Nozzle diametr – диаметр сопла, мм

Position (for multi - extruder printers) - настройки смещения для многоэкструдерных принтеров

Extruder offset – смещение экструдера по осям X и Y (актуально только для принтеров с несколькbми экструдерами, не используем).

Retraction - настройки ретракта.

Length – длина «втягиваемой» нити.

Lift Z – приподнимание сопла на определенное количество мм. при перемещении экструдера без печати.

Speed – скорость ретракта.

Extra length on restart – длина выдавливаемого пластика перед возобновлением печати, после работы ретракта.

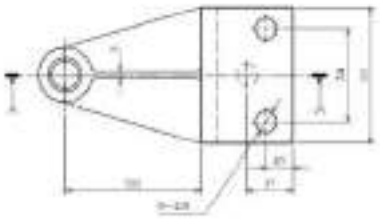
Minimum travel after retraction – минимальное расстояние п**е**ремещения для вкл**ю**чения ретракта.

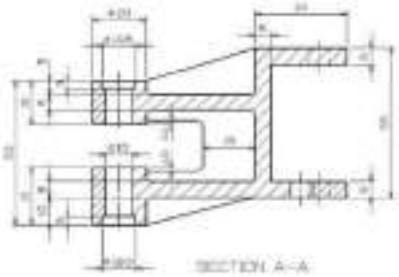
Retraction layer change – включить ретракт при переходе со слоя на слой.

Wipe before retract очистка сопла после ретракта.

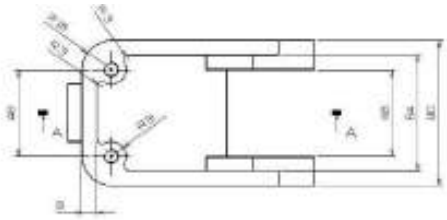
Задание:

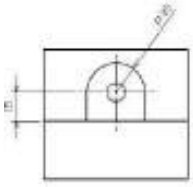
Вариант 1.

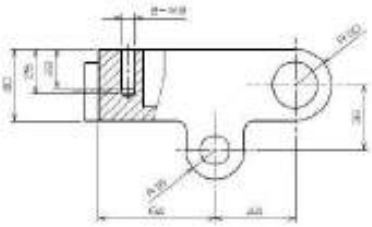


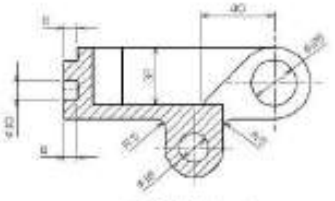


Вариант 2.

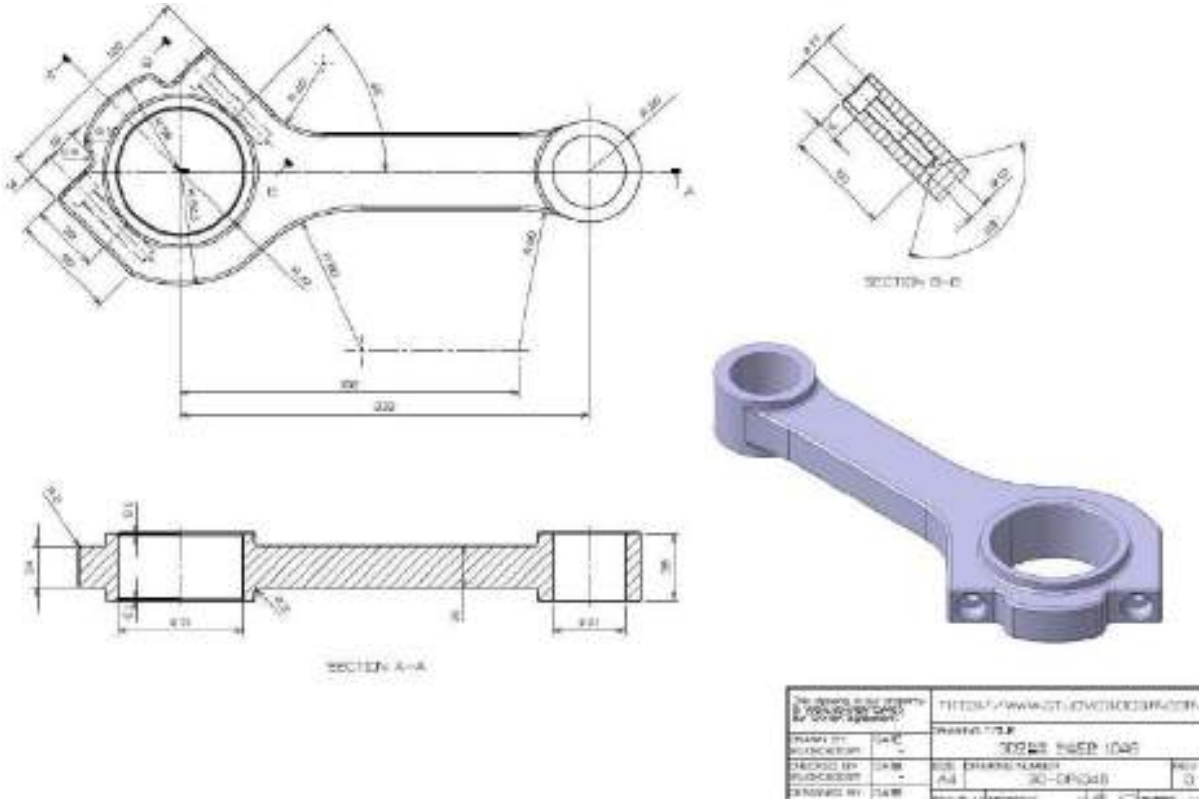




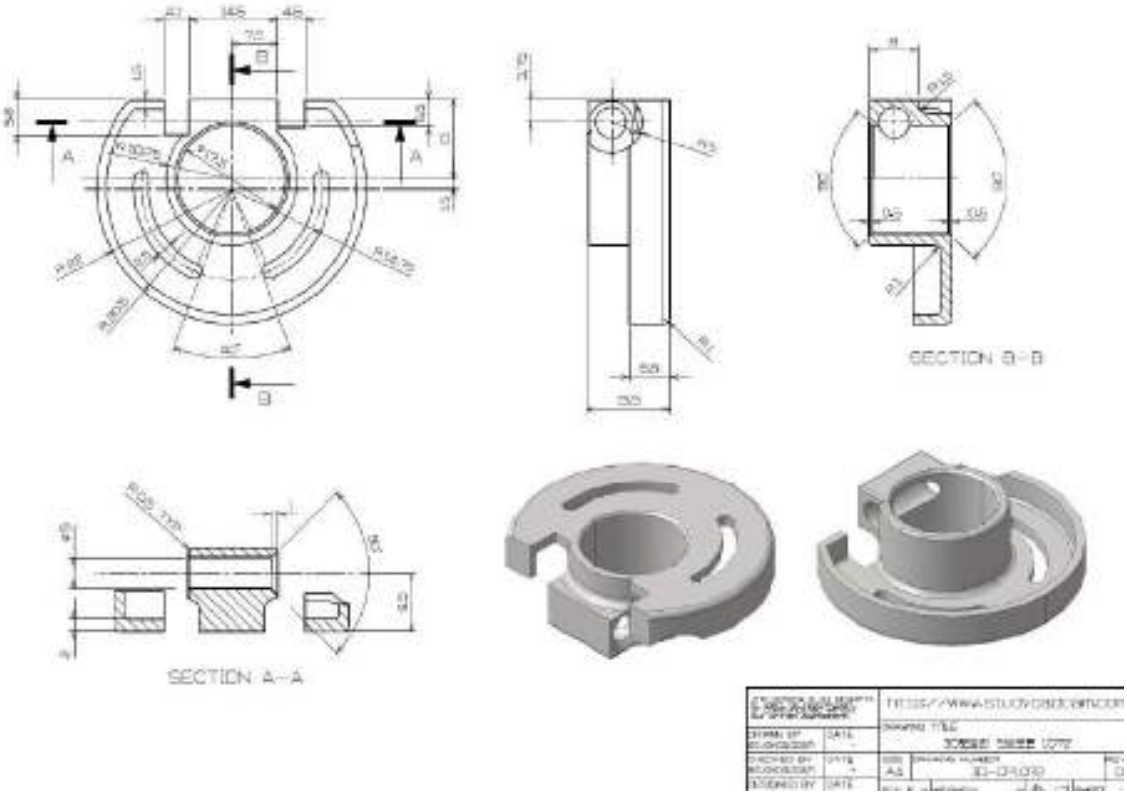




Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 16.
Выбор материала для печати (термопластик, воск и фотополимерные смолы)

(Время выполнения работы - 1 час)

Цель: научиться выбирать материал для печати в соответствии с задачами печати.

Ход работы.

Теоретическая часть

PETG (полиэтилентерефталат-гликоль) — относительно новый, по сравнению с тем же ABS, материал. Пластик достаточно ударопрочный, а спекаемость слоев получается такой, что при нагрузке изделие часто ломается против слоев, а не вдоль.

Параметры печати:

- Температура экструзии — 215-245°C
- Температура стола — 20-80°C
- Обдув — 20%
- Межслойная адгезия — очень высокая
- Адгезия к столу — средняя

Технические характеристики

- Температура плавления — 222-225°C
- Температура размягчения — 80°C
- Температура эксплуатации — -40+70°C
- Твердость (по Роквеллу) — R106
- Относительное удлинение при разрыве — 50%
- Прочность на изгиб — 76,1 МПа
- Прочность на разрыв — 36,5 МПа
- Модуль упругости при растяжении — 2,6 ГПа
- Модуль упругости при изгибе — 1,12 ГПа
- Температура стеклования — 80°C
- Плотность — 1,3 г/см³
- Точность печати — ± 0,1%
- Усадка при изготовлении изделий — нет
- Влагопоглощение — 0,12%

По ассортименту доступных цветов PETG не уступает ABS.

Плюсы:

- Отсутствие запаха при печати — позволяет печатать в домашних условиях, не используя дополнительную вытяжку.
- Отсутствие усадки обеспечивает высокую точность размеров принтов.

- Очень сильное спекание между слоями — можно печатать тонкостенные изделия с высокой прочностью.
- Стойкость к ультрафиолету — напечатанные модели можно использовать вне помещений.
- Широкий температурный диапазон эксплуатации.
- При печати не требуется закрытая камера.
- Хорошее скольжение и ударопрочность — можно печатать шестерни, втулки и другие детали механизмов.
- Не токсичен, можно печатать изделия, предназначенные для контакта с пищей.

Минусы:

- Высокая текучесть требует тщательной настройки ретрактов.
- Высокая температура печати быстро выводит из строя фторопластовую вставку в хотэнде и заставляет задуматься о переходе на цельнометаллические термобарьеры.
- Прочность и температура размягчения ниже, чем у ABS.

Все это позволяет использовать данный пластик в следующих ситуациях:

Печать форм для вырубки печенья.

Печать не сильно нагруженных кинематических пар.

Печать элементов мебельного и интерьерного декора.

Печать сувениров.

Печать изделий, эксплуатирующихся в уличных условиях.

SBS (стиролбутадиен–стирол) — еще один из относительно новых пластиков для 3D-печати. Характеризуется низкой токсичностью и усадкой, а также высокой прочностью. Основное его преимущество в его прозрачности. Изделия, напечатанные этим пластиком и обработанные сольвентом, приобретают прозрачность окрашенного стекла.

Параметры печати:

- Температура экструзии — 220-240°C
- Температура стола — 70-90°C
- Обдув — 20%
- Межслойная адгезия — низкая
- Адгезия к столу — средняя

Технические характеристики

- Температура плавления — 190-210°C
- Температура размягчения — 76°C
- Температура эксплуатации — -80+65°C
- Твердость (по Роквеллу) — R118
- Относительное удлинение при разрыве — 250%
- Прочность на изгиб — 36 МПа
- Прочность на разрыв — 34 МПа
- Модуль упругости при растяжении — 1,35 ГПа
- Модуль упругости при изгибе — 1,45 ГПа
- Температура стеклования — 95°C
- Плотность — 1,01 г/см³
- Точность печати — ± 0,4%
- Усадка при изготовлении изделий — 0,2
- Влагопоглощение — 0,07%

Плюсы:

- Относительно низкая усадка, позволяющая печатать в принтерах с открытым корпусом.
- Высокая адгезия к столу.
- Возможность контакта с пищевыми изделиями.
- Ударопрочность.
- Красивые цвета, позволяющие создавать уникальные предметы декора.

- Прозрачность после обработки, возможность использования в светильниках.
- Широкий диапазон температур эксплуатации, морозостойкость.
- Простота постобработки как химическими, так и механическими методами.

Минусы:

- Слабая межслойная адгезия, требует сопел с большим диаметром отверстия, либо печати со 100% заполнением.
- Относительно высокая температура печати, как и у PETG.

Области применения:

Элементы декора.

Элементы светильников.

Уникальные дизайнерские решения, морозоустойчивые изделия.

ВОСК

Восковые 3D-распечатки обычно не являются конечным продуктом, но это важный этап большого пути. Они актуальны при формовке очень высокого разрешения (0,025 мм), а также для литья по выплавляемым моделям. Они часто применяются при создании на заказ ювелирных изделий, при этом за относительно небольшую цену. Еще одна отрасль, в которой используются такого рода материалы для 3D-печати, — стоматология. При создании сложных структур воск, благодаря низкой температуре плавления, является отличным материалом для подпорок.

- Технологии: SLA, PolyJet
- Характеристики: высокое разрешение, гладкая поверхность
- Применения: серийное производство (ювелирное дело, стоматология)

Wax (MOLDLAY) (литьевой воск) — используется для изготовления выжигаемых моделей для литья. Модель заливается гипсом, после чего выжигается/выплавляется из него, получается форма для литья металла.

Характеризуется низкой температурой плавления и малой зольностью

Параметры печати:

- Температура экструзии — 90-110°C
- Температура стола — 40-60°C
- Обдув — 0-100%
- Адгезия слоев - хорошая
- Адгезия к столу - хорошая

Технические характеристики

- Температура каплепадения — 95°C
- Зольность — 0,01%
- Плотность — 0,98 г/см³
- Точность печати — ± 1%
- Усадка при изготовлении изделий — 0,5-0,8%
- Влагопоглощение — отсутствует

Модели, напечатанные воском, можно обрабатывать в пламени горелки и сглаживать растворителем, они легко поддаются механической обработке, что уменьшает требуемую обработку конечной металлической отливки.

Широко используется в ювелирной промышленности и при изготовлении металлических прототипов.

Плюсы:

- Высокая точность печати.
- Простота печати.
- Низкая зольность.

Минусы:

- Специфичность применения.

Применение:

Производство, ювелирные изделия, медицина, протезирование.

Фотополимеры

Фотополимеры — это вид жидких смол, затвердевающих под воздействием электромагнитного излучения ультрафиолетовой (УФ) части спектра или видимого света. Сегодня с ними работают в основном по двум технологиям — SLA (стереолитография) и PolyJet. В SLA применяется УФ-лазер, который проецирует срез объекта на поверхность налитого в ванночку фотополимера, а тот застывает в форме слоя объекта. Это повторяется для всех слоев.

У технологии PolyJet подход другой. Принтер направляет струю смолы на подложку, на которой смола постоянно отверждается за счет УФ-лампы. SLA печатает слои не тоньше 0,1 мм, а PolyJet выдает до 16 микрон. И хотя методы похожи и в них используются сходные материалы, большая разница кроется в методах работы именно с материалами.

Все фотополимеры боятся солнечного света.

SLA-полимеры

Многие SLA-полимеры разработаны для симуляции разных свойств «традиционных» материалов, о которых было сказано выше. Например, есть материалы, совместимые с воском, их используют для создания оттисков при литье по выплавляемым моделям. А если важна биосовместимость, то есть термопластики для SLA, которые очень похожи на PLA. Другие SLA-пластики могут быть такими же прочными, как ABS. Существуют даже композитные материалы для SLA-печати, которые обладают свойствами керамики: полученные на принтере объекты можно поставить в печь и потом работать с ними как с керамическими.

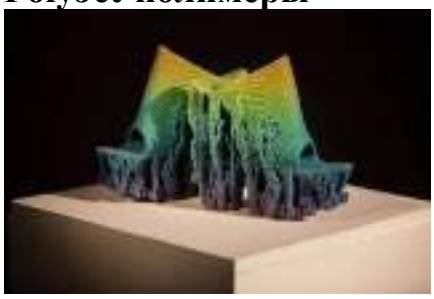
Полимеры — это отличный выбор для функциональных и концептуальных моделей. Особенно они хороши, если требуется получить крупный объект за короткое время, при этом с высоким уровнем детализации. Некоторые полимеры после закалки становятся даже достаточно твердыми для машинной обработки. Кроме того, жаропрочные полимеры — это рентабельная замена материалов для форм при малых партиях литых изделий.

Популярность процесса SLA кроется в отличной скорости и точности. Минусы же в том, что полимеры пока что существенно дороже, чем всё, о чем тут говорилось.

Принтеры для SLA продаются, с ними можно работать и дома, и в небольшом офисе и использовать очень интересные материалы для полупрофессиональной 3D-печати.

- Технологии: SLA
- Характеристики: гладкая поверхность, некоторая гибкость
- Применения: концептуальные модели, функциональные модели, изобразительное искусство, инструменты (прототипы)

PolyJet-полимеры



Как и полимеры для SLA, материалы для PolyJet имитируют разные свойства «традиционных» материалов для 3D-печати. У большинства PolyJet-полимеров довольно описательные названия. Например, ригур разработан для прочности и звучит похоже на латинский корень «твердость». Его еще называют «имитированный пропилен» за схожесть поверхности и функциональности. Ряд материалов для 3D-печати называются «цифровыми ABS», потому что они термостойки и прочны. Резиноподобные материалы созданы для нескользящих поверхностей и для поглощения вибраций. Поскольку PolyJet-полимеров великое множество, мы решили воздержаться от подробного описания каждого из них.

Стоит, однако, отметить, что полимеры PolyJet отличаются от SLA тем, что позволяют получать т.н. цифровые материалы. Это смеси до трех материалов 3D-печати для получения особых свойств (прочности, термостойкости, прозрачности и т.п.) для конкретной детали и в конкретном цветовом диапазоне. Это светлый путь к сияющим перспективам. В то время как другие описанные в данном обзоре материалы позволяют создавать лишь визуальную имитацию «традиционных» объектов, объекты из PolyJet могут имитировать еще и тактильные ощущения, фактически подменяя реальность.

Полимеры PolyJet — великолепный выбор для цветных прототипов потребительских товаров, чтобы тестировать эти товары на разных целевых аудиториях. В зависимости от выбранного материала и конечной цели можно создавать и функциональные модели для оценки оригинала. Кроме того, полимеры PolyJet — единственные материалы для 3D-печати, позволяющие имитировать многослойное литье. Некоторые полимеры PolyJet подходят для собственно формовки, другие используются в высокоточных деталях и обладают отличными характеристиками для визуальных прототипов, моделей и симуляций.

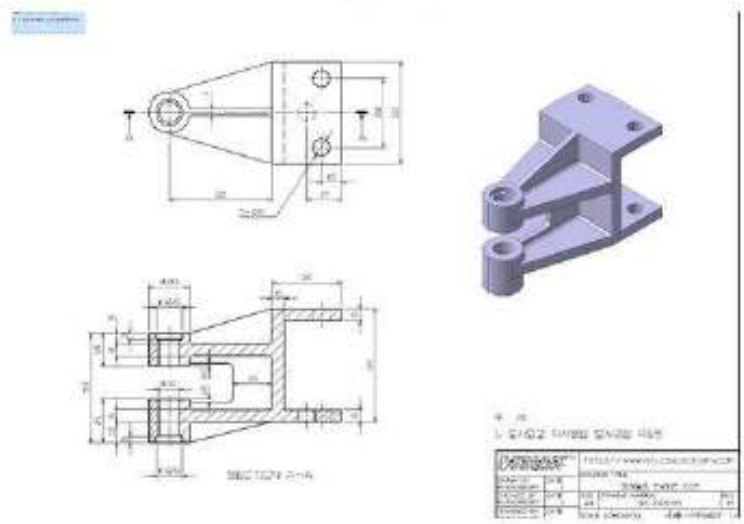
Технология: PolyJet

Характеристики: высокое разрешение, гладкая поверхность, гибкость, термостойкость, прозрачность

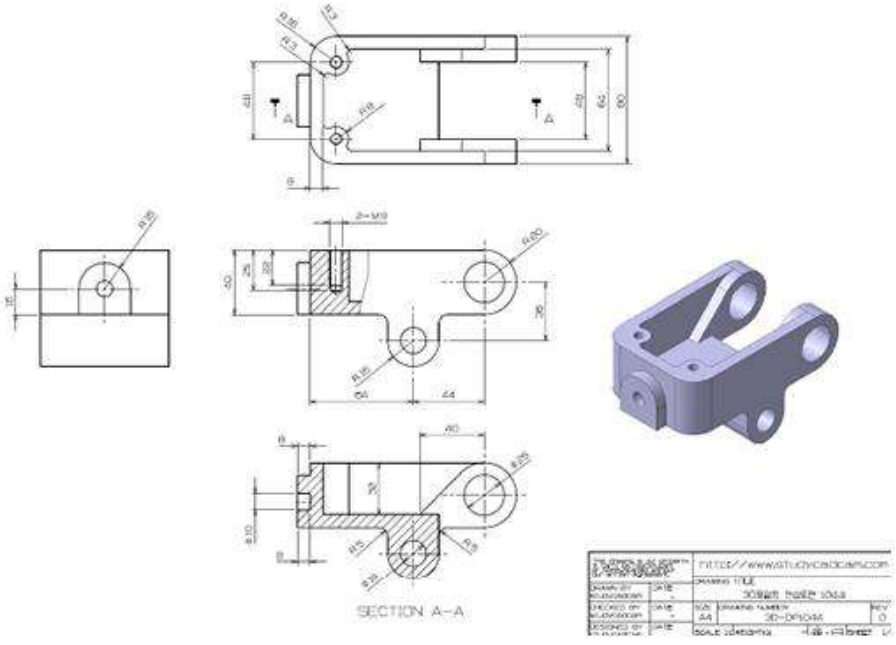
Применения: концептуальные модели, изобразительное искусство, ювелирное дело, медицинское производство, инструменты (прототипы)

Задание: проанализировать возможности использования материалов для изготовления детали (по заданию преподавателя) и выбрать наиболее оптимальный материал для изготовления заданной детали.

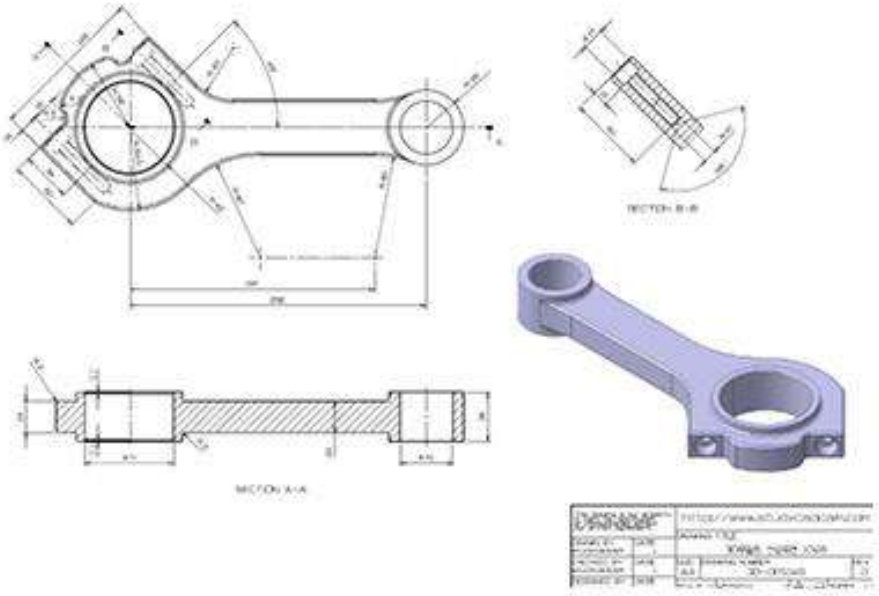
Вариант 1



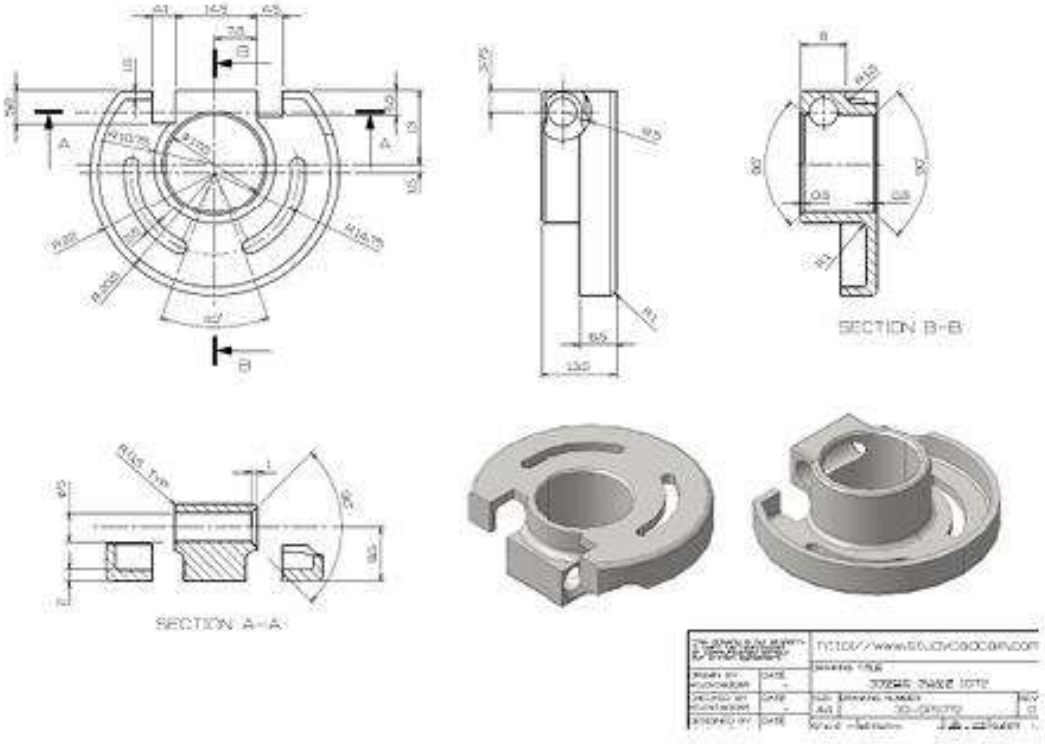
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 17.
Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов

(Время выполнения работы - 1 час)

Цель: научиться готовить модель к печати на 3D принтере Form2.

Ход работы.

Процесс подготовки можно разделить на 10 основных шагов.

10 этапов подготовки 3D модели к печати:

11. **Сетка**. Если модель состоит из множества деталей, то необходимо их преобразовать в один.

12. **Плоское основание модели**. На платформе принтера лучше держится модель, имеющая плоское основание. Если модель вдруг отклеиться в процессе печати, то может произойти смещение координат и нарушится геометрия основы 3д-модели. Если же создать плоскую основу нет возможности или плоскость основы имеет маленькие размеры, тогда модель печатает на рафте. Однако существует вероятность того, что рафт может испортить поверхность модели, в связи, с чем лучше его не использовать.

13. **Толщина стенок**. Стенки модели должны быть толще, чем сопло принтера, кроме того, стенки обязаны быть равны между собой. Если указать слишком маленькие размеры, то принтер не сможет их напечатать, т.е. толщина стенок должна быть соответствующейдиаметру сопла.

14. **Нависающие элементы**. Для печати любого нависающего элемента потребуется поддержка. Поэтому лучше свести количество нависающих элементов к минимуму. Это сократит время необходимое для печати и сократит потери расходного материала. Кроме того, поддержки могут испортить поверхность готовой модели, с которой соприкасаются. Допускается печать нависающего элемента, если угол наклона - меньше 70 градусов.

15. **Точность**. Механические возможности вашего принтера определяют многое, в том числе и точность по оси X и Y. Точность модели по оси Z напрямую зависит от высоты слоя. Высота должна быть кратна высоте слоя. Не стоит забывать, что при остывании материала он усаживается, что влечет изменение габаритов готового объекта. Диаметр отверстий в модели следует расширить на 0,1-0,2 мм.

16. **Мелкие детали**. Напечатать мелкие детали всегда сложно, поэтому лучше не делать их по размеру меньше, чем диаметр самого сопла. Лучше их увеличить в 2 раза относительно диаметра сопла, так как в результате постобработки мелкие детали могут исчезнуть вовсе или стать менее заметными.

17. **Узкие места**. Произвести обработку узких участков достаточно сложно, для этого потребуется специальное оборудование, микродрель или химические средства. Поэтому лучше совсем их не применять.

18. **Крупные модели**. При построении моделей крупных объектов необходимо

учесть размеры печатающей области вашего принтера. Если объект имеет слишком большие размеры, то лучше всего порезать его на части, при этом соединения лучше подготовить заранее, например, ласточкин хвост.

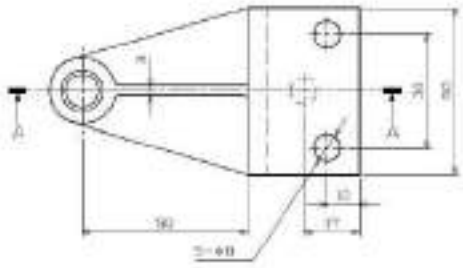
19. **Положение на платформе**. От расположения модели напрямую зависит прочность готового изделия. Нагрузку нужно распределить поперек слоев, а не вдоль. Иначе слои печати могут разойтись.

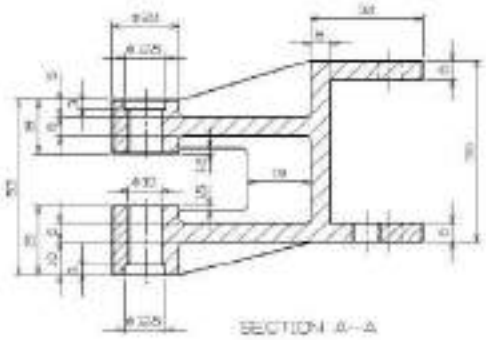
20. **Формат файла**. Как правило, слайсеры поддерживают лишь STL-формат, именно в этом формате лучше всего сохранять свою модель.

Соблюдая все приведенные правила, вы получите качественную, прочную и точную готовуюмодель изделия.

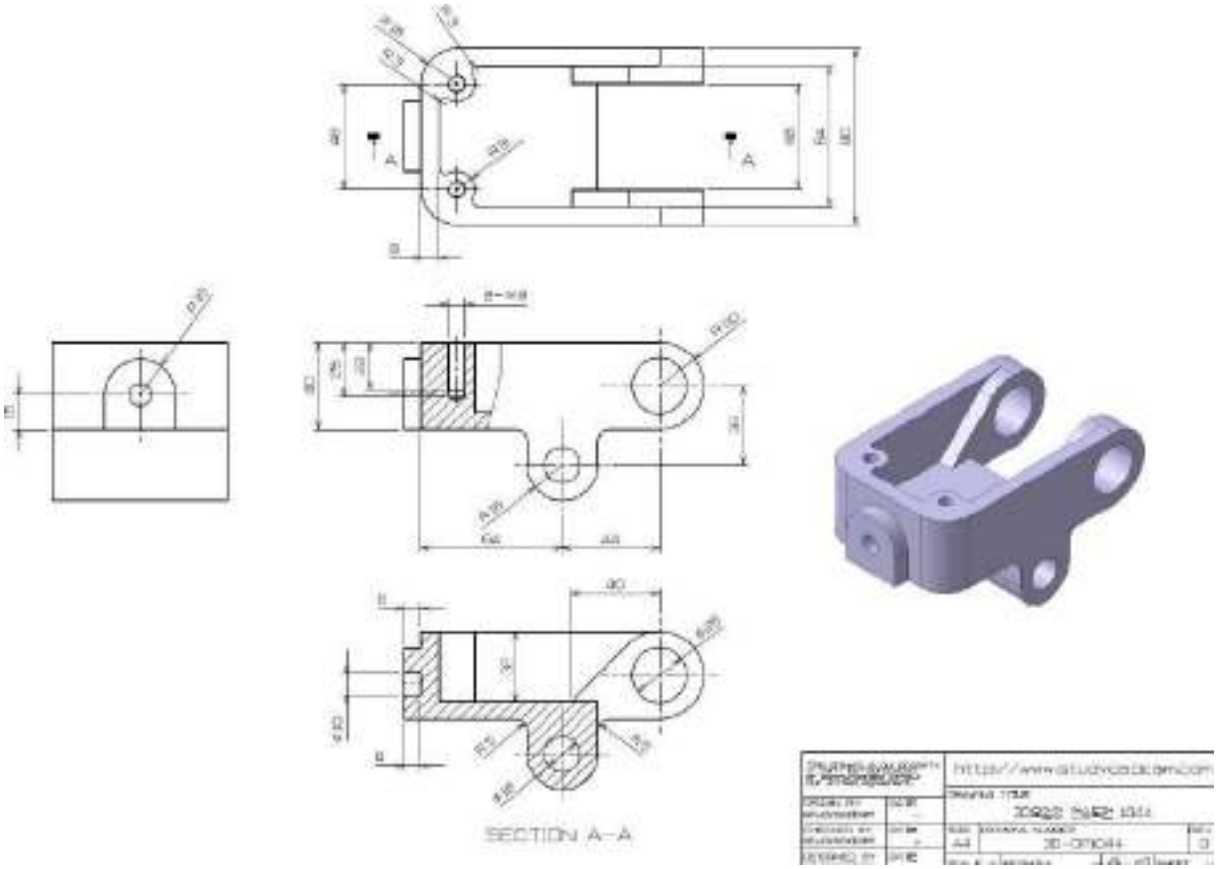
Задание:

Вариант 1.

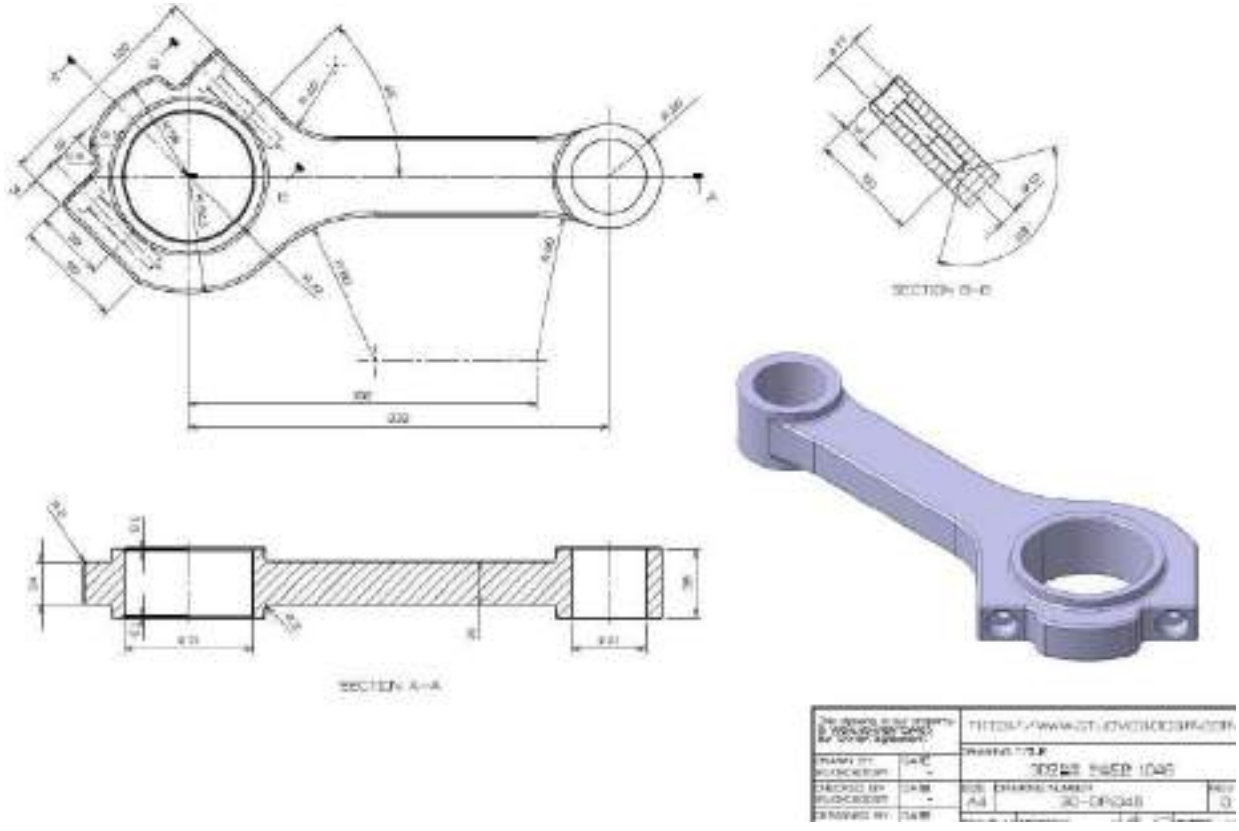




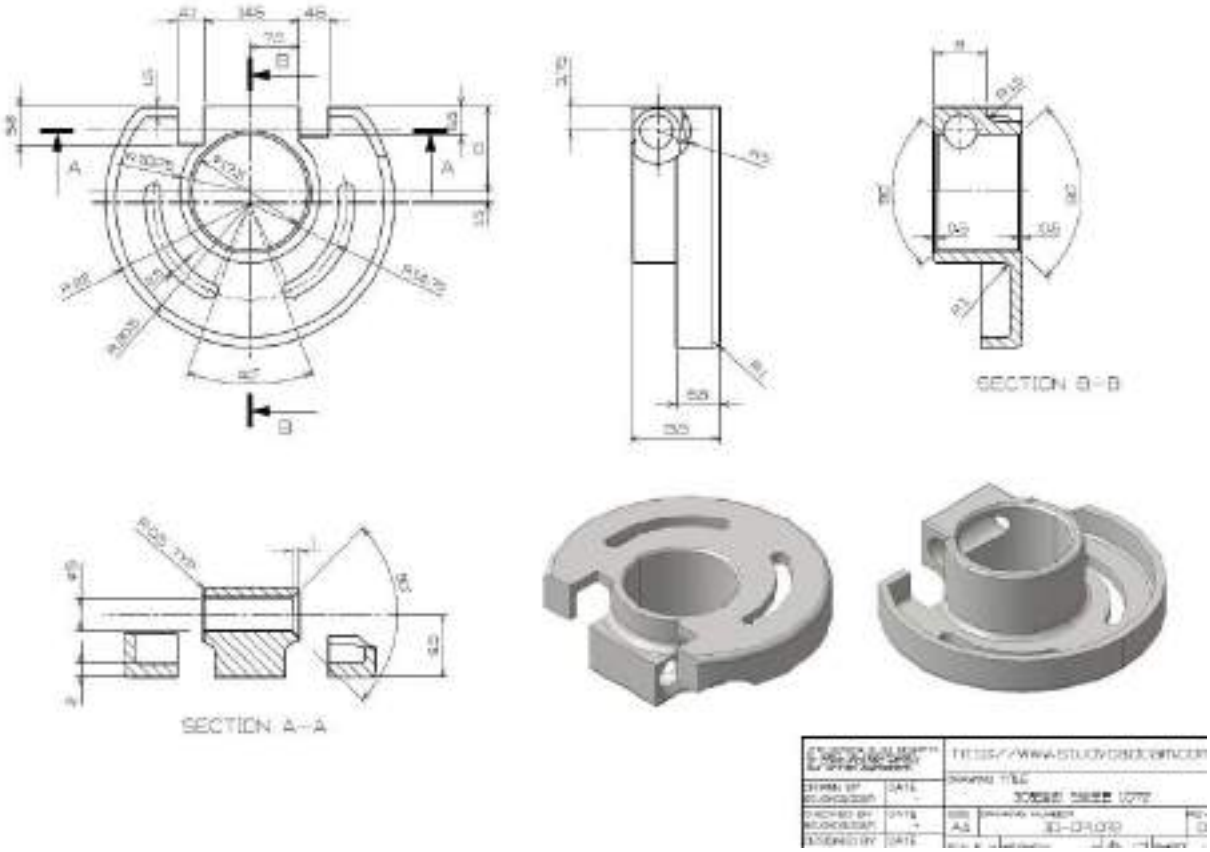
Вариант 2.



Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 18.
Финишная обработка модели после печати

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться выполнять постобработку напечатанной модели.

Ход работы.

Шаг 1: Промывка только что напечатанной модели

Промойте отпечаток, чтобы удалить не отверждённую смолу.

Когда ваша модель только что напечатана, она покрыта не отверждённым фотополимером. Вам нужно его обязательно смыть, прежде чем продолжать постобработку.

Метод №1: Ультразвуковая ванна

Ультразвуковая ванна, как и для чистки ювелирных изделий, — это профессиональный способ чистки ваших отпечатков. Наполните ванну чистой жидкостью и оставьте на пару минут, это снимет тонкий слой не отверждённой смолы.

Метод 2: Ополаскивание

Если у вас нет ультразвуковой ванны, можно просто окунуть модель в ванну с IPA (изопропиловый спирт). Этот метод прост и быстр, но он не обеспечивает такой тщательной очистки, как ультразвуковая ванна.

Шаг 2: Удаление поддержек

Опоры можно снять с помощью кусачек.

Затем удалите опорные конструкции вручную или кусачками. Это можно сделать до или после отверждения модели под УФ-излучением, но будет проще сделать это до.

После удаления останутся небольшие бугорки. Это неизбежно, но это легко исправить с помощью наждачной бумаги.

Шаг 3: Шлифовка

Обычная шлифовка мест присоединения опорных конструкций (поддержек)

Процесс: шлифуются только выступы опоры. Этот процесс подходит для плоских поверхностей. Поскольку поверхность шлифуется только на опорных выступах, общая геометрия деталей, как правило, не изменяется.

Плюсы

- Точность (дает геометрию, близкую к модели в САПР)
- В результате матовая поверхность скрывает недостатки/

Минусы

- Может привести к образованию неровностей на той стороне, где находилась опора (из-за неравномерного шлифования)
- Неэстетична (особенно на прозрачной смоле)

Мокрая шлифовка

Процесс: Мокрая шлифовка обычно обеспечивает наиболее гладкую поверхность (в зависимости от использованных градуировок наждачной бумаги). На неподдерживаемой стороне модели необходимо отшлифовать только линии сборки. Обычно этого можно достичь с помощью одной наждачной бумаги высокой зернистости. Сторона с опорами более трудоемка, обычно требуется как минимум 4 градации наждачной бумаги. Поэтому рекомендуется размещать опоры на наименее видимой части модели. В зависимости от размещения опоры может наблюдаться некоторая потеря точности, поскольку часть материала удаляется в процессе шлифования.

Плюсы

- Отличная гладкая отделка
- Идеально подходит для сложной геометрии
- Лучшая подготовка поверхности под покраску

Минусы

- Более низкая точность на поддерживаемой стороне

Вода, использованная при шлифовании, может привести к появлению белых / светлыхпятен на отпечатке.

Обработка минеральным маслом

Процесс: Эта обработка похожа на шлифовку мокрым способом, за исключением слоя минерального масла, добавляемого после шлифования. Минеральное масло помогает скрыть белые /светлые пятна на модели, создавая красивую ровную поверхность. Эта отделка хорошо подходит для механических деталей, снижая трение и смазывая поверхность.

Плюсы

- Гладкая поверхность

Минусы

- Не подходит для деталей под покраску

Полировки до глянцевой поверхности

Процесс: Поверхность шлифуется наждачной бумагой повышенной зернистости (от 2000). Затем поверхность полируется полиролью. В результате получается максимально гладкая поверхность, но это требует очень много времени и возможно только на поверхностях, которые можно легко отшлифовать.

Эта обработка может не подходить для жестких и гибких смол.

Плюсы

- Глянцевая и гладкая поверхность

Минусы

- Трудоемкая обработка
- Невозможна для деталей со сложной геометрией
- Не подходит для инженерных фотополимеров

Шаг 4: УФ отверждение модель на 3D принтере

Последний этап постобработки — это УФ-отверждение вашего отпечатка. Оно необходимо для многих функциональных смол, потому что это завершает свойства материала модели.

Метод №1: Заводские камеры для УФ отверждения

Многие производители фотополимерных 3D принтеров, производят камеры для УФ отверждения. Они специально оптимизированы для производимых ими смол. Это необходимо для больших отпечатков в коммерческом и профессиональном использовании.

Метод №2: Лампа для отверждения лака для ногтей

Это недорогой и доступный метод. Просто поместите его под лампу и оставьте на ночь. Использование поворотного стола может помочь получить более равномернуюзасветку.

Метод №3: Камера для УФ отверждения своими руками

Многие любители собирают свои собственные недорогие камеры для УФ отверждения. Это легко сделать, поместив ультрафиолетовую лампу в бокс, выложенный алюминиевой фольгой. Модель можно поместить на поворотный стол, чтобы получить ровную засветку.

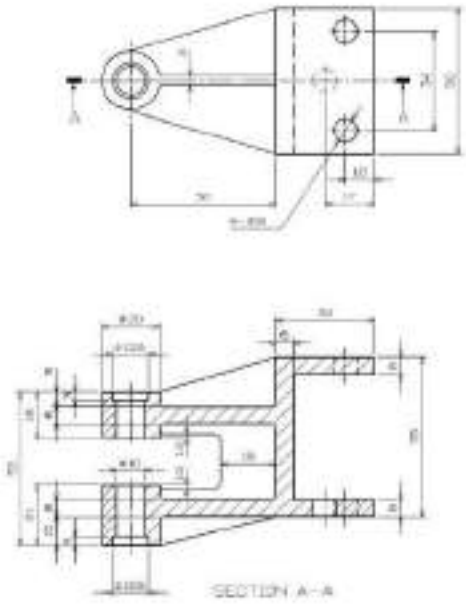
Метод № 4: Солнце

Можно использовать солнечную энергию. Главный недостаток такого подхода, то что он требуется гораздо большего времени для получение приемлемого результата.

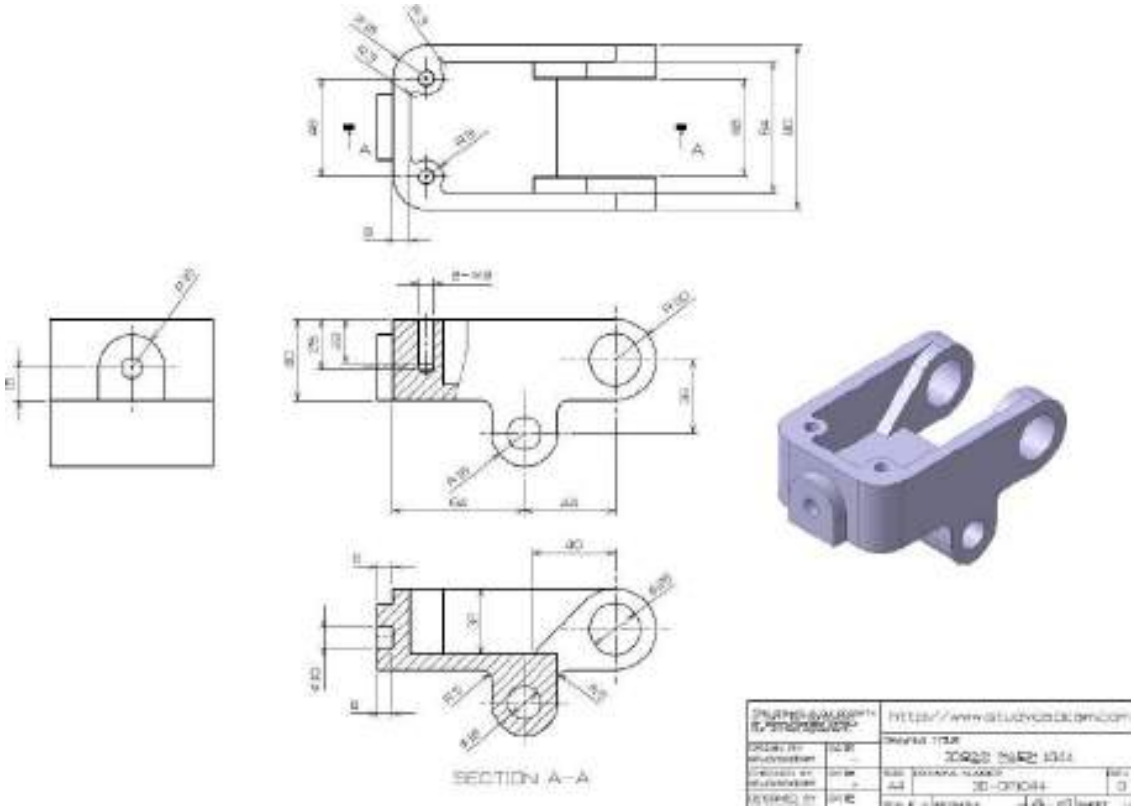
После выполнения данных процедур, смело можно приступать к грунтовке и покраске модели или сразу использовать её по назначению.

Задание:

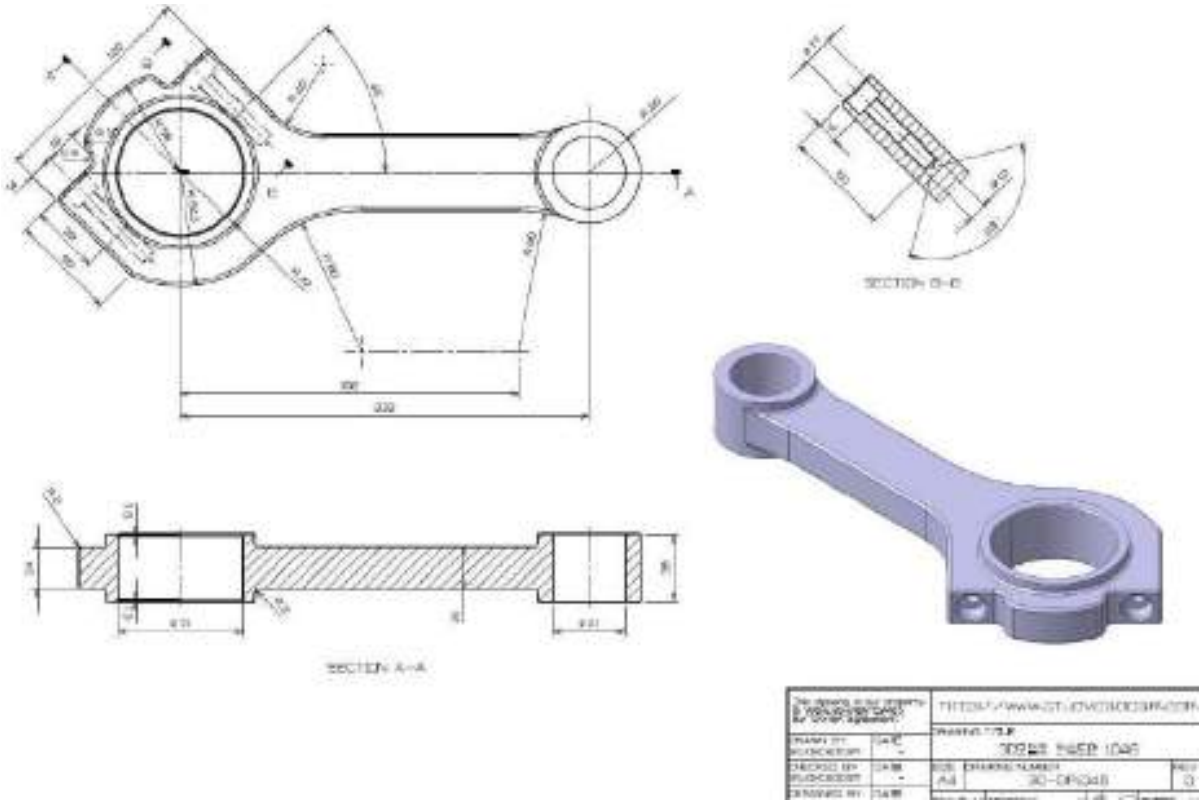
Вариант 1.



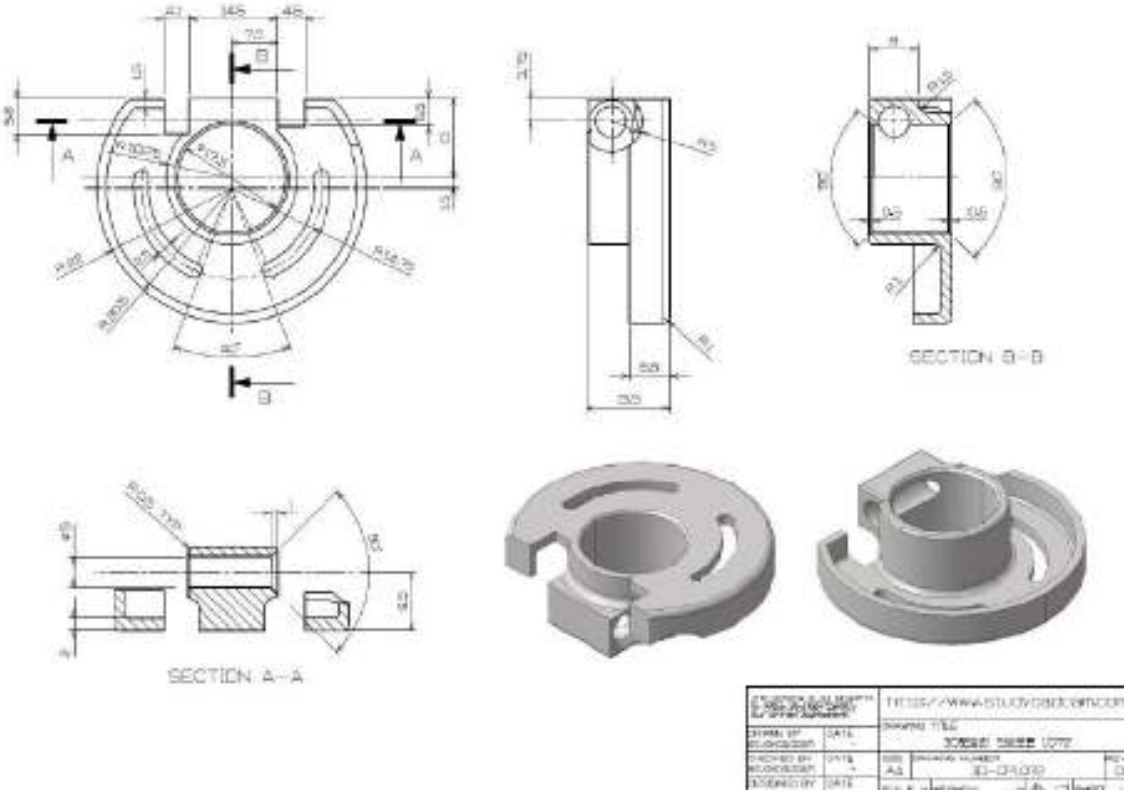
Вариант 2.



Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

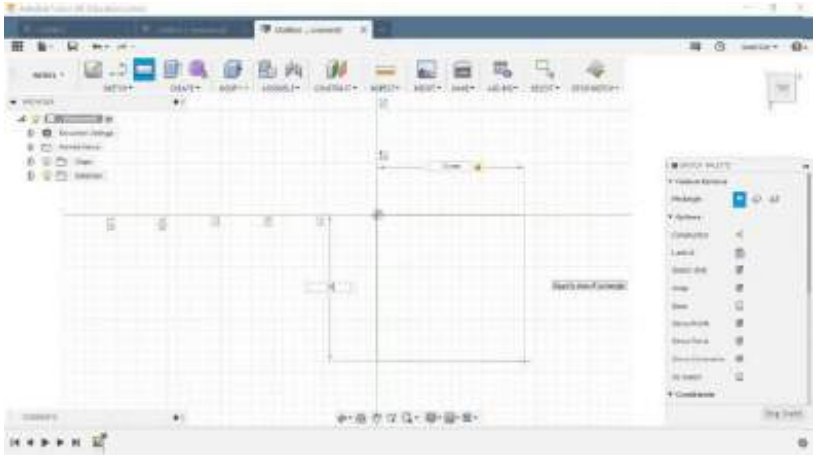
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 19.
Обработки трехмерной цифровой модели. Деление STL на слои

(Время выполнения работы - 2 часа)

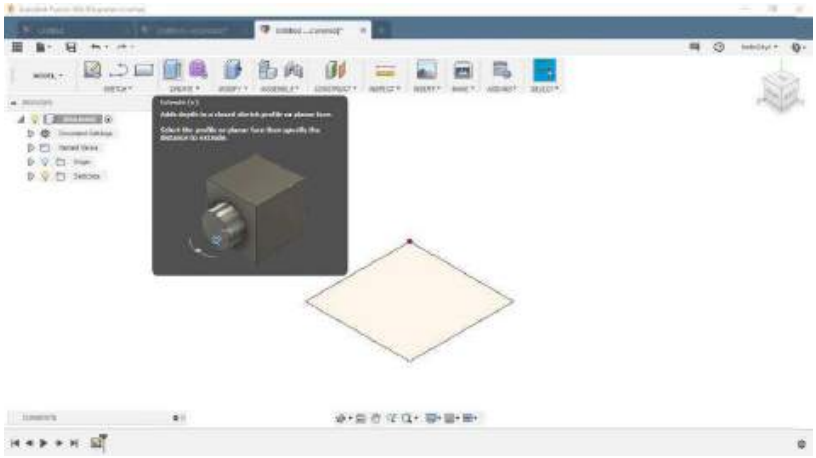
Цель: научиться обрабатывать трехмерную цифровую модель, используя Fusion360.

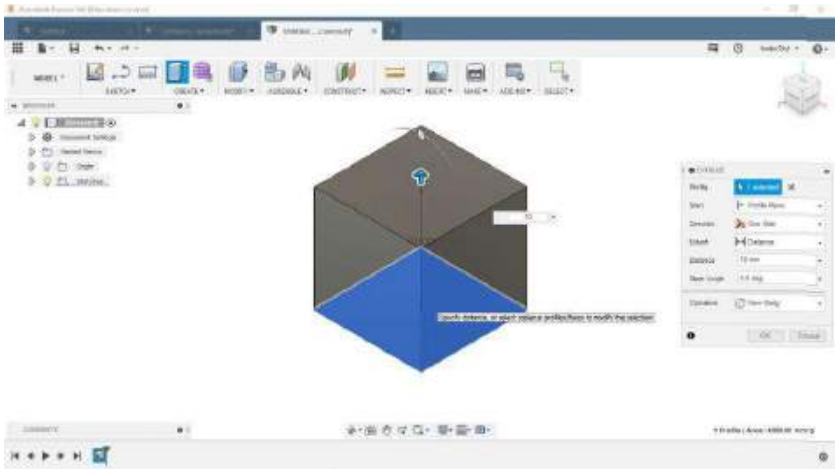
Ход работы.

8. Начнём с эскиза. Начертим прямоугольник с габаритными размерами (горячая клавиша для линии L, а чтоб указать размер нажмите D).

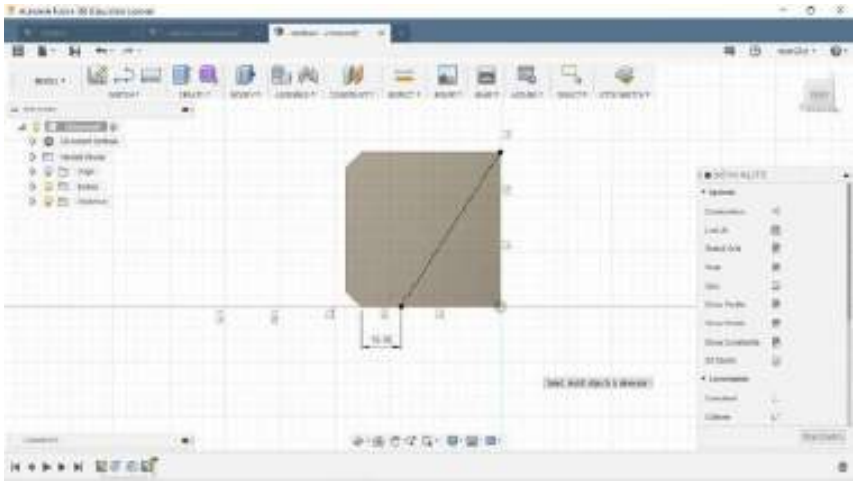


и выдавим или extrude (горячая клавиша E).

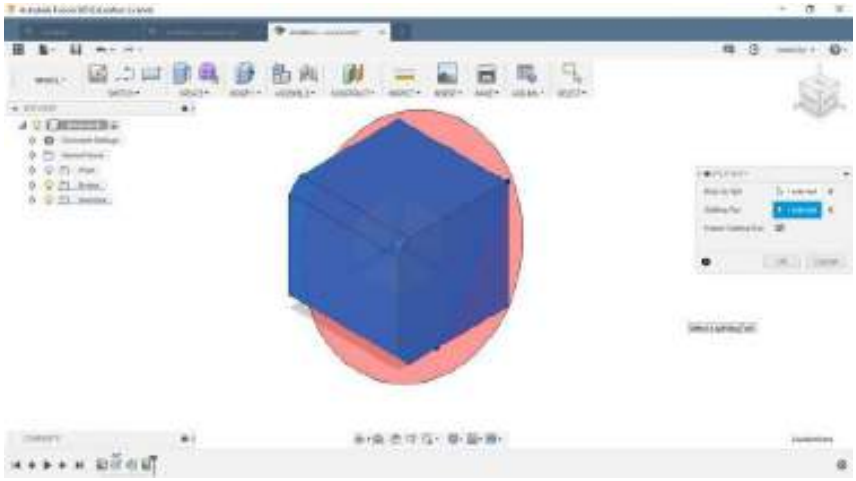




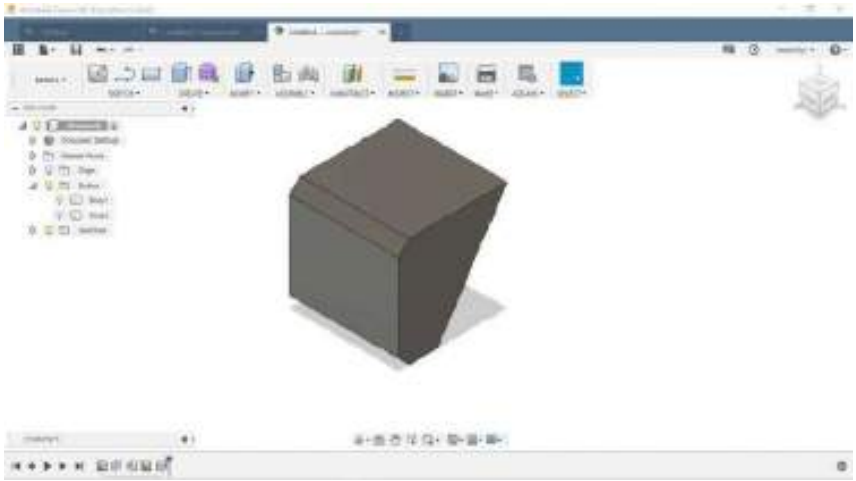
И указываем высоту экструдирования. Интуитивно можно понять, как работает инструмент фаска (горячая клавиша F) или его подобие chamfer и предлагаю посмотреть как работает инструмент Split body (горячей клавиши нет). Для начала создаём эскиз с прямой на плоскости предмета которую нужно разделить.



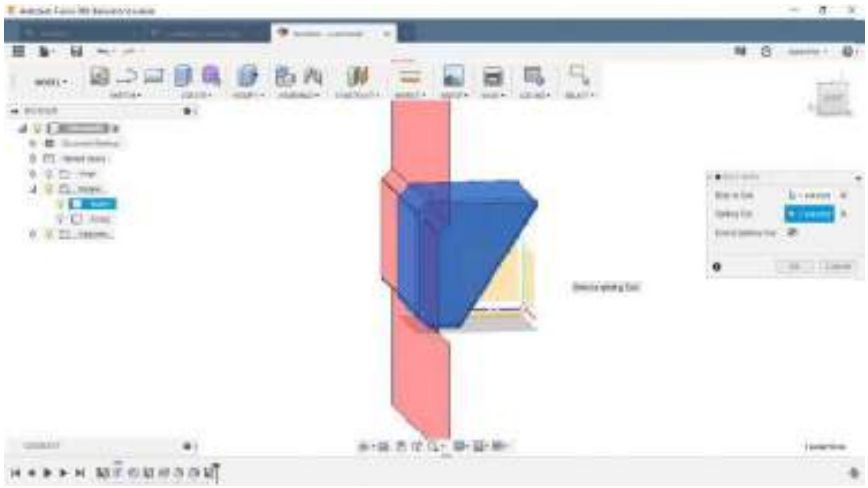
Далее активируем Split body, выбираем объект и инструмент деления, которым служит нашапрямая, если я правильно перевёл.



Нажимаем Ok.

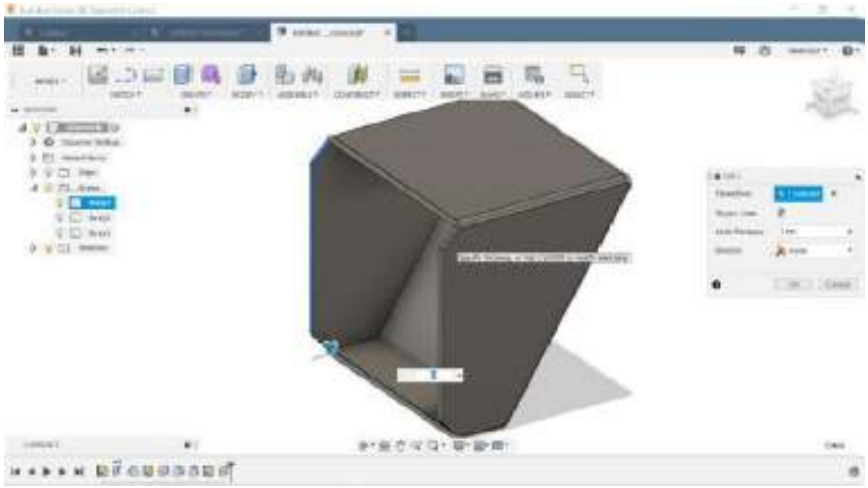


Сразу возникает вопрос почему я не воспользовался chamfer. Ответ лежит практически на поверхности и весьма банален этим инструментом мы можем создать только угол 45 градусов мне нужен был больше. Кстати, этим инструментом можно не только отсекать по прямой.

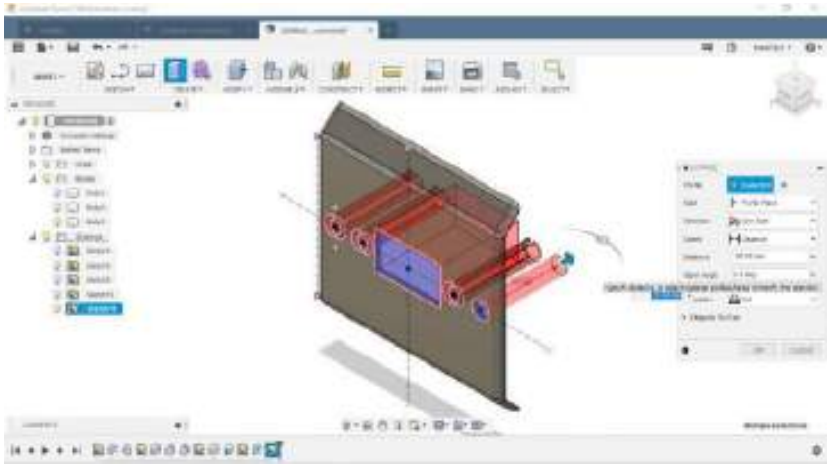


Таким не хитрым способом я получил корпус как отдельный объект и переднюю панель.

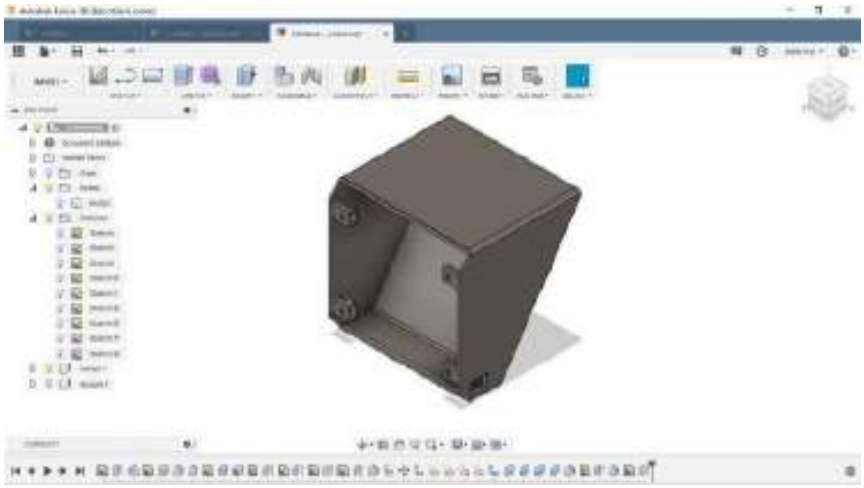
Теперь корпус надо сделать полым внутри и с определёнными стенками. На помощь нам приходит инструмент Shell (нет горячей клавиши). Этот инструмент имеет всего 2 настройки – это плоскость(и) которую мы будим убирать и размер стенки.

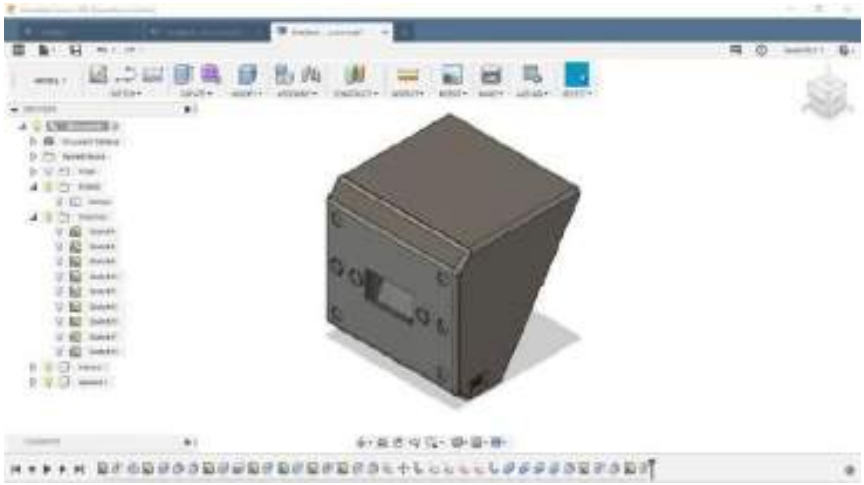


Далее в передней панели делаем отверстия под энкодер, экранчик и отверстия сенсорных кнопок. Это делается инструментом extrude, вычитание.

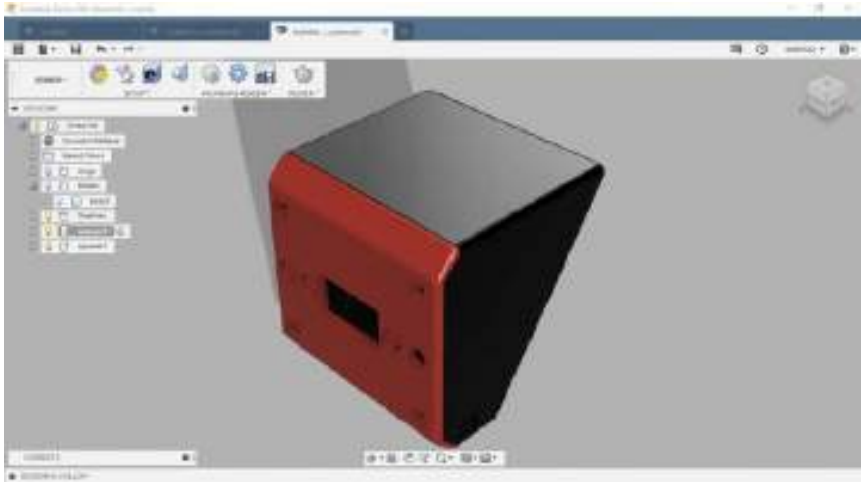


Затем необходимо добавить пазы и отверстия для винтов и гаек, как в передней панели, так и в корпусе. Далее следуют одни и те же операции экструдирования и добавления фасок. Вот что в итоге вышло.

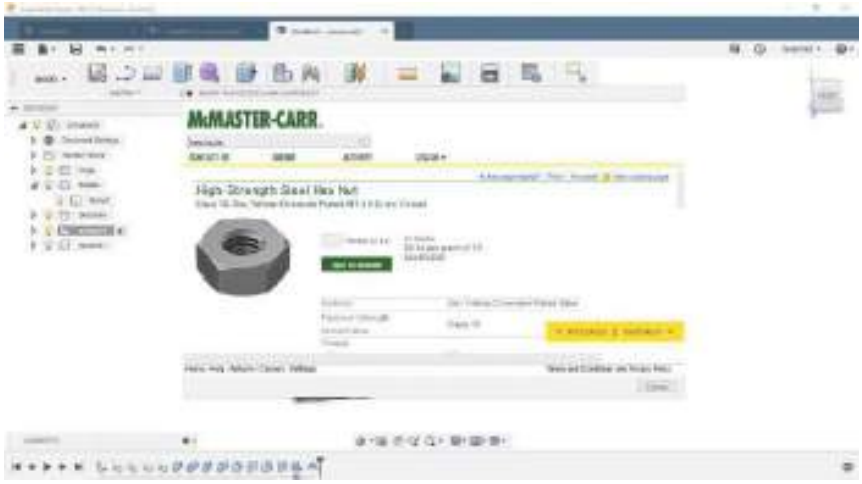




Затем рендерим модель: добавил материал и цвет.

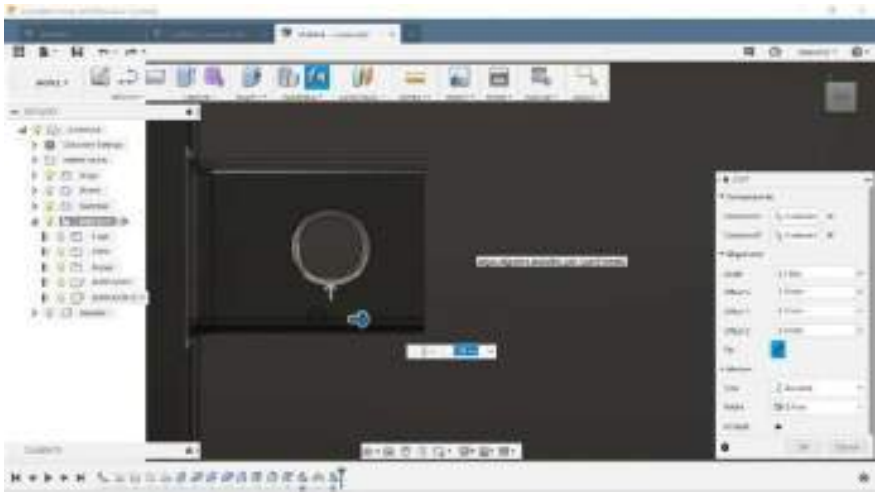


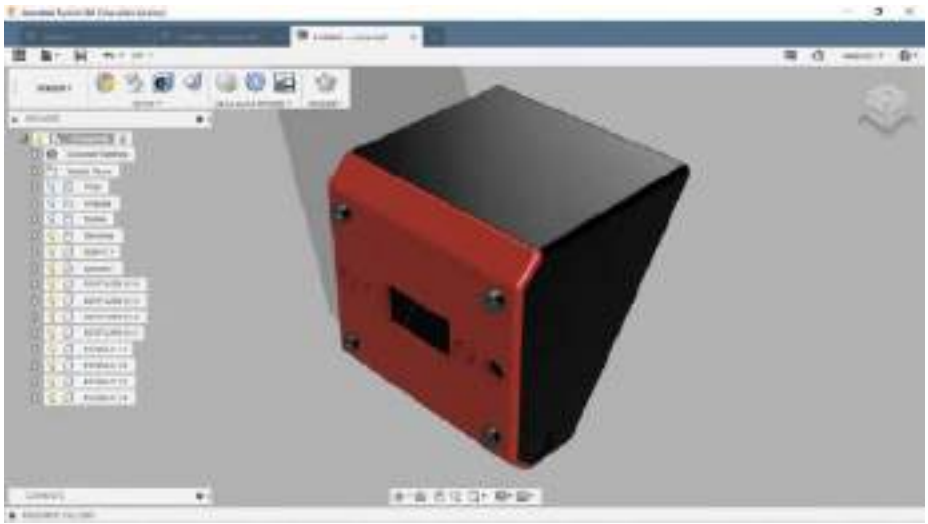
В таком виде модель готова для печати, но я предлагаю добавить ещё и винты с гайками. Конечно, мы не будем моделировать их вручную, а возьмем готовые модели из McMaster-Carr Component. Там есть огромное кол-во моделей различных винтов, гаек и других деталей. Для того чтоб добавить гайку вам надо нажать на insert и в выпадающем меню выбрать McMaster- Carr Component. И просто ищем нужную деталь.



И сохраняем в 3-d step.

Размещаем гайки и винты так как необходимо.

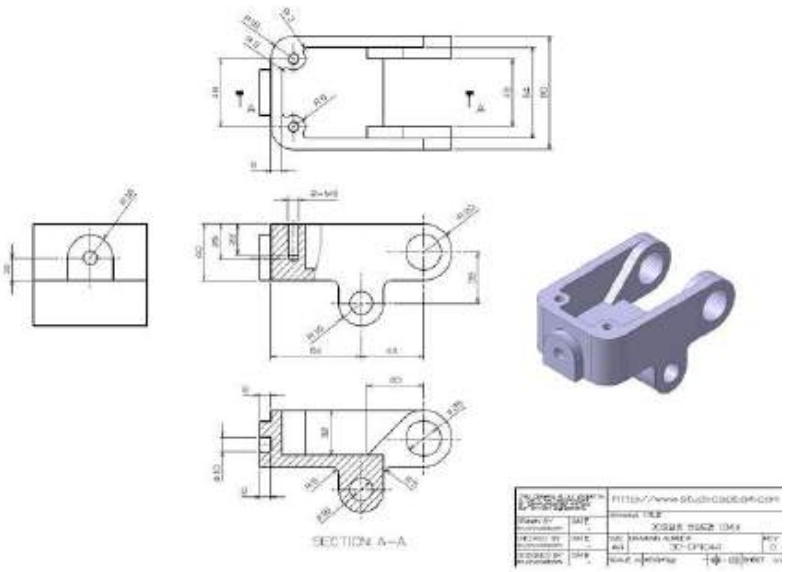




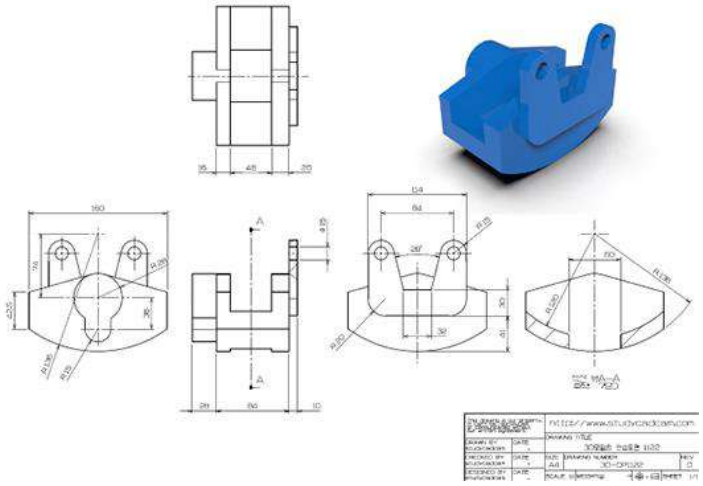
Модель готова.

Задание

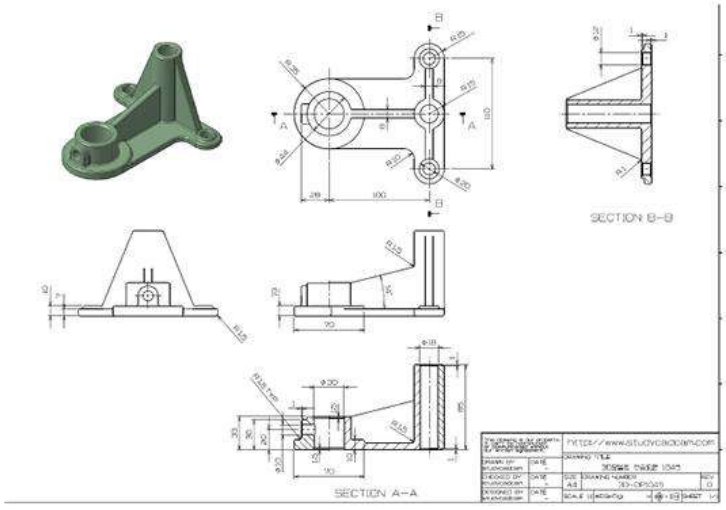
Вариант 1



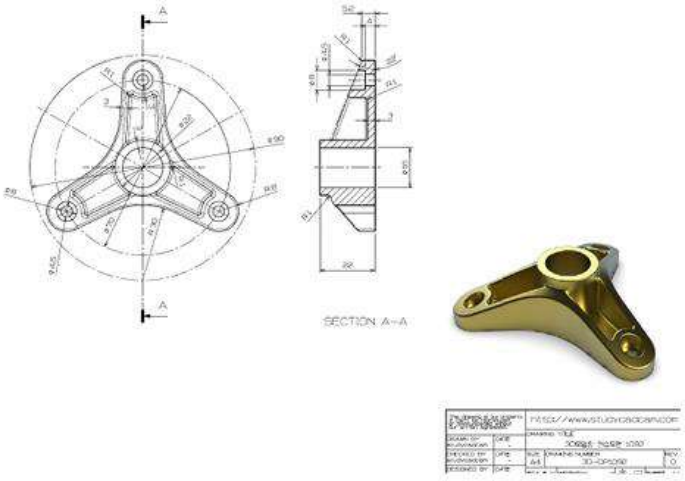
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 20.
Ориентирование подходящим образом модели для печати

(Время выполнения работы - 1 час)

Цель: научиться ориентировать модель для печати на 3D принтере Form2.

Ход работы.

Теоретическая часть.

Фотополимерные (стереолитографические, SLA) 3D принтеры требуют другого подхода подготовки модели для печати (слайсинга) нежели «классические» (FDM) 3D принтеры. С учетом возрастающей популярности SLA-принтеров желателен бесплатный и простой в обращении слайсер. Поэтому инженеры из Formlabs сделали open-source слайсер, который работает прямо в браузере, поскольку он написан на javascript.

Слайсер принимает файлы STL и формирует на его основе растровые изображения с представлением каждого слоя. Он использует WebGL, чтобы произвести слайсинг максимально быстро.

Интерфейс онлайн-слайсера предлагает в первую очередь выбрать файл модели для ее последующей печати. Затем следует выбрать масштаб. Далее можно поворачивать загруженную модель по всем трем осям X, Y и Z. После этого предлагается выбрать высоту слоя в микрометрах. По умолчанию стоит 100 мкм. В конечном итоге, нажав на кнопку Make slices, мы запустим процесс слайсинга нашей загруженной модели.

Поскольку это открытый проект, созданный по лицензии MIT license, то код слайсера можно найти на GitHub. Так как эта программа не является промышленной разработкой, то вы вполне можете пользоваться ее результатами на своем SLA или DLP-принтере. Более того, по заверениям самих разработчиков, этот слайсер был написан за два дня непрофессиональными программистами, которые не слишком сильно разбираются в современных версиях языка программирования javascript. Так что ожидать от этой разработки каких-то профессиональных качеств явно не стоит. Хотя она делалась с учетом опыта программирования более серьезной программы компании Formlabs, названной PreForm, которая направлена непосредственно для подготовки 3D моделей для печати на принтерах Formlabs. PreForm уже не является такой простецкой программой и не выполняется в браузере в режиме онлайн. Она доступна для скачивания как для компьютеров с Windows (7 и выше), так и для Mac (с версией операционной системы OS X 10.7 и выше). Хотя PreForm рассчитана на более профессиональные 3D принтеры, все же она не избалована сложностью, и делается в ней все довольно быстро и почти на интуитивно понятном уровне. Впрочем, и бесплатный онлайн-слайсер вполне может сгодиться для домашнего использования в случаях, когда нужно быстро и без

особых усилий вывести на печать на своем стереолитографическом 3D принтере какую-нибудь несложную модель. А отсутствие необходимости его установки экономит как время пользователя, так и место на жестком диске компьютера. Очень важно, чтобы деталь оставалась абсолютно неподвижной на протяжении всего процесса печати, поэтому нам нужны поддерживающие структуры. Большинство деталей печатаются под наклоном, поскольку так их легче поддерживать.

При ориентации детали в более крутом или более пологом положении потребовалось бы гораздо больше материала для поддержек, что отнимает время и расходует материал, а также затрудняет постобработку.

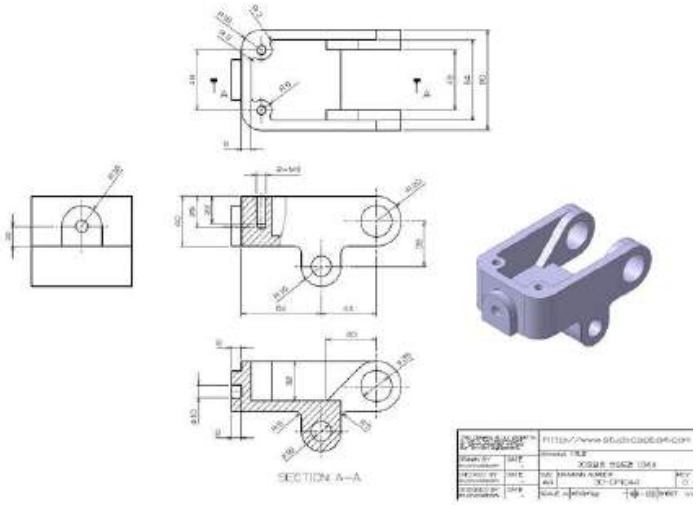
Вы можете задаться вопросом, почему мы формируем поддерживающую структуру спереди, а не сзади руля. Основная причина заключается в том, что при такой ориентации постобработка выполняется более просто и чисто.

Как правило, поддержки размещаются с менее заметной стороны, но в данном случае задняя часть руля имеет небольшие выемки, форма которых будет нарушена поддержками. Потребуется дополнительное время для исправления этих ошибок в процессе постобработки, поэтому проще поместить поддержки спереди. Современное программное обеспечение очень хорошо вычисляет, где именно должны располагаться эти поддерживающие структуры и сколько их потребуется.

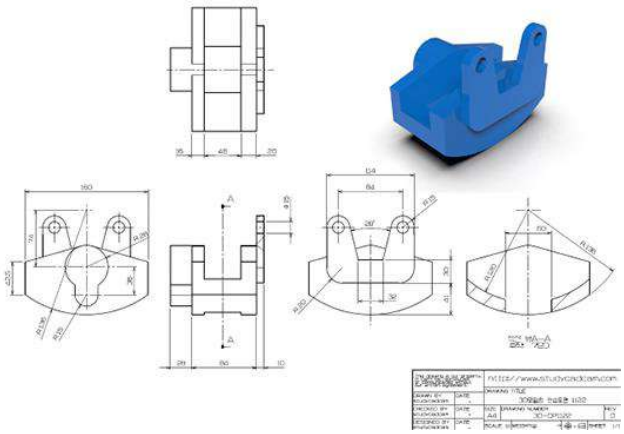
Но все же необходима некоторая ручная корректировка, которую можно выполнить только при наличии большого опыта. Если есть вероятность, что определенным частям изделия недостаточно поддержек, созданных программой, технические специалисты сделают это в ПО вручную. Они также могут выявить те области, где программа «перестаралась» и использовала чрезмерно большое количество материала.

Задание:

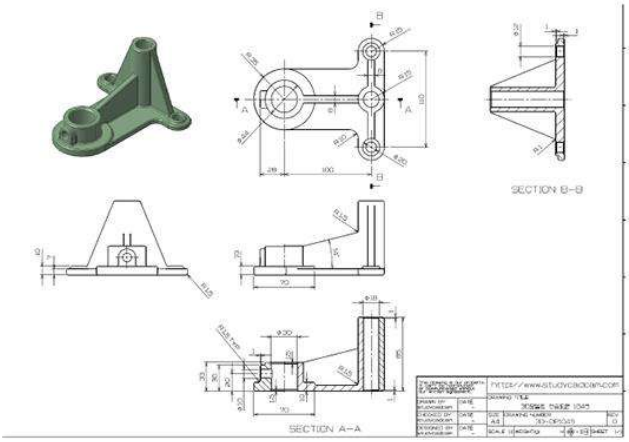
Вариант 1



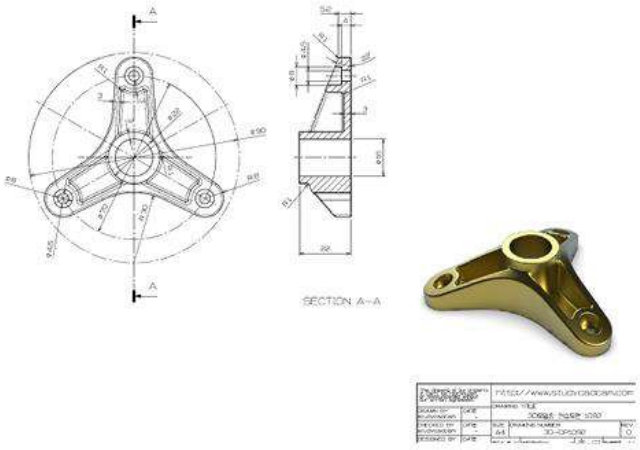
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 21.
Генерация поддерживающей структуры

Время выполнения работы - 1 час)

Цель: научиться использовать разные виды структур поддержки для различных частей 3 D моделей с использованием Fusion 360.

Ход работы.

4. Вырез с защелкой

Для этой детали мы будем использовать соединение верхней и нижней части защелкой.

Такая конструкция является наиболее распространенным соединением и состоит из выступа на одной стороне и выреза на другом конце. После того, как детали вставлены друг в друга крючок фиксирует соединение.

Использование защелкой для изделий, напечатанных на 3D-принтере, полезно, поскольку оно позволяет легко собирать детали без необходимости использования других компонентов.

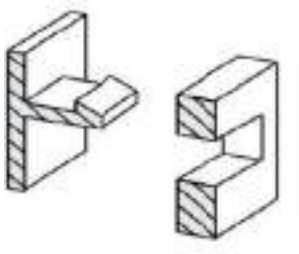
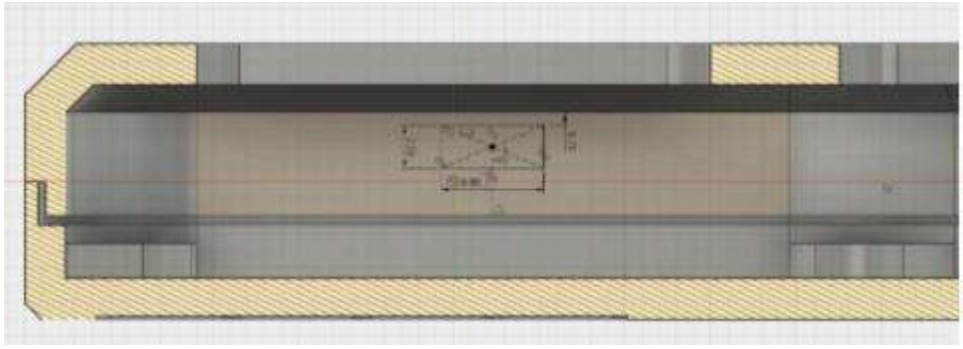


Схема соединения

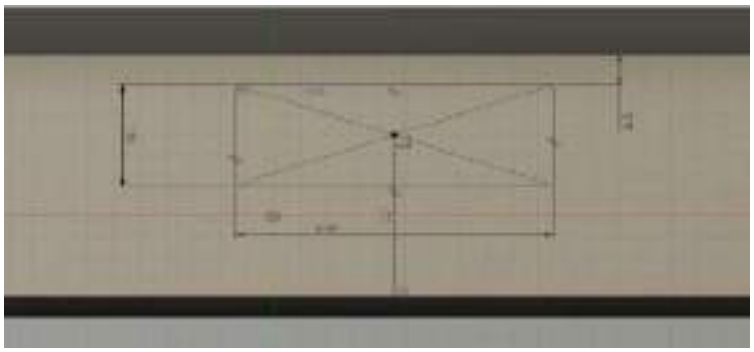
Самый эффективный метод создания элемента с защелкиванием — это начать с прорези паза. Для этой конструкции используется простой прямоугольный профиль, в который защелкивается крючок. Необходимо создать только одно защелкивающееся соединение, так как затем на него можно нанести узор по краю корпуса, что сэкономит время и упростит внесение изменений в конструкцию.

Первый эскиз был создан на внутренней стороне нижней части корпуса, как показано на скриншоте. Используется простой прямоугольник размером 2,5x6 мм со смещением от верхнейстенки на 0,75 мм.

Примечание. При проектирования внутренней грани становится сложно увидеть геометрию, поскольку другая стена закрывает вид. Чтобы упростить построение этого эскиза, вы можете использовать параметр «Срез» в инструментах эскиза, чтобы создать временный разрез детали.



Расположение чертежа на внутренней стороне корпуса



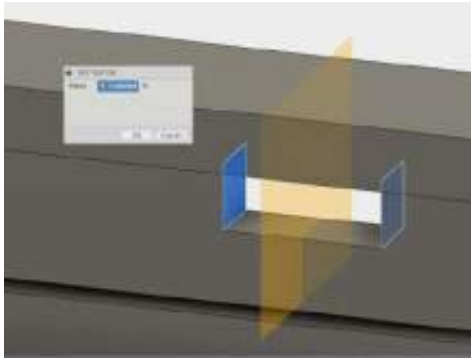
Геометрия для выреза

Затем этот профиль подвергается выдавливанию (Extruded Cut), чтобы создать прорезь для крючка. Вырезы также могут быть глухими (только частично врезаться в стенку), что обеспечивает оптимальный дизайн, поскольку вырез не виден снаружи.

Вырезать профиль выдавливанием

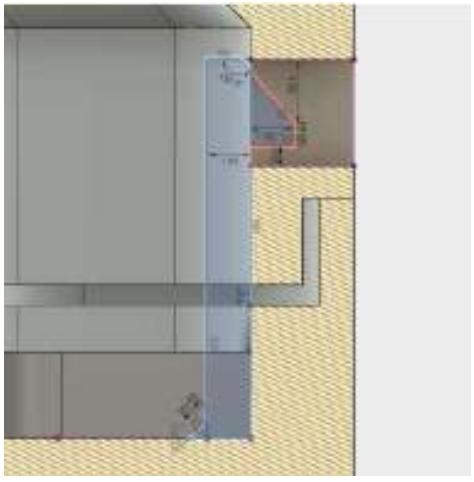
5. Зажим

Следующий этап — создание зажима. Можно сослаться на вырез из предыдущего шага, чтобы убедиться, что крючок и выемка идеально совмещаются. Используется вспомогательная плоскость Midplane, которая позволяет создать эскиз в центре выреза.



Конструктор Midplane

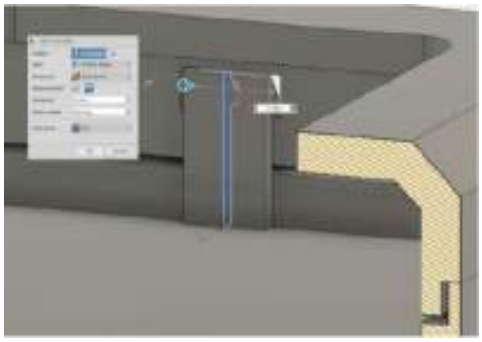
Теперь на этой рабочей плоскости можно создать эскиз крюка. Опять же, опция Slice использовалась, чтобы показать эту часть во время подготовки эскиза.



Эскиз с выделенным профилем крюка.

Важно оставить небольшой зазор, чтобы учесть неточности при печати. Для этого дизайна было выбрано 0,5 мм, что является оптимальным допуском для

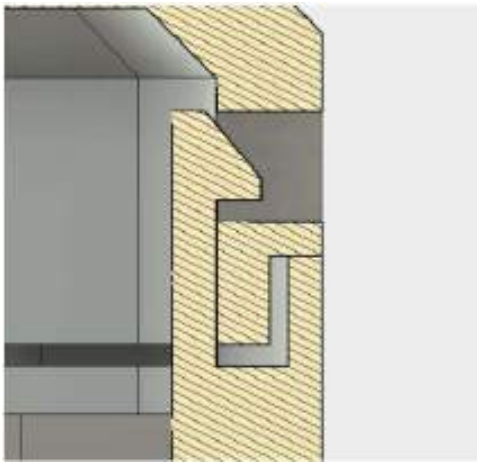
зазоров при 3D-печати. Размеры зажима можно увидеть на скриншоте. К основанию зажима была добавлена галтель для повышения прочности на прогиб при сборке корпуса.



Выдавливание профиля крюка

Теперь профиль крюка можно выдавить на расстояние 5 мм. Увеличение этой ширины добавит прочности конструкции. Для достижения нужной жесткости может потребоваться метод проб и ошибок, однако рекомендуется, чтобы ширина зажима была не менее 5 мм.

Эскиз расположен в середине полости, поэтому использовалась симметричное выдавливание. корпуса была скрыта, чтобы гарантировать, что она не соединяется с верхней частью при выдавливании.



Разрез завершенного элементов защелки

6. Проектирование по созданному элементу

Теперь соединение с одной защелкой готово, однако для фиксации этой детали по всему периметру требуется еще несколько соединений соединений. Команда Pattern (Шаблон) может быть использована для эффективного создания нескольких копий защелок, без необходимости создания каких — либо новых эскизов.

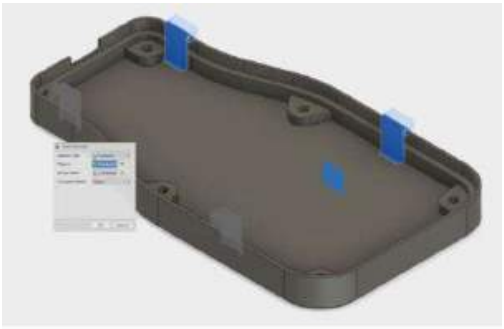
Заключительный этап — это выкройка детали с защелкиванием внутри детали. Инструмент Тип Шаблона (Pattern of Path) используется для создания нескольких итераций одного крючка и полости.

Тип шаблон установлен во Features, а затем предыдущие Features, созданные (слот и кантилевера) из истории браузера в нижней части рабочего пространства Fusion. Затем выбирается путь, по которому должны следовать детали и определяется количество экземпляров.

Инструмент «Patter of Path», используемый для дублирования

Верхняя часть была временно скрыта, чтобы можно было выбрать место для новых клипов. Указание количества (Quantity) и расстояния (Distance) изменяет положение элементов посадки с защелкиванием, чтобы они не пересекались с другими деталями, например с монтажными выступами. Также важно установить Ориентацию на Направление (Path Direction), чтобы все клипы были перпендикулярны грани, на которой они находятся.

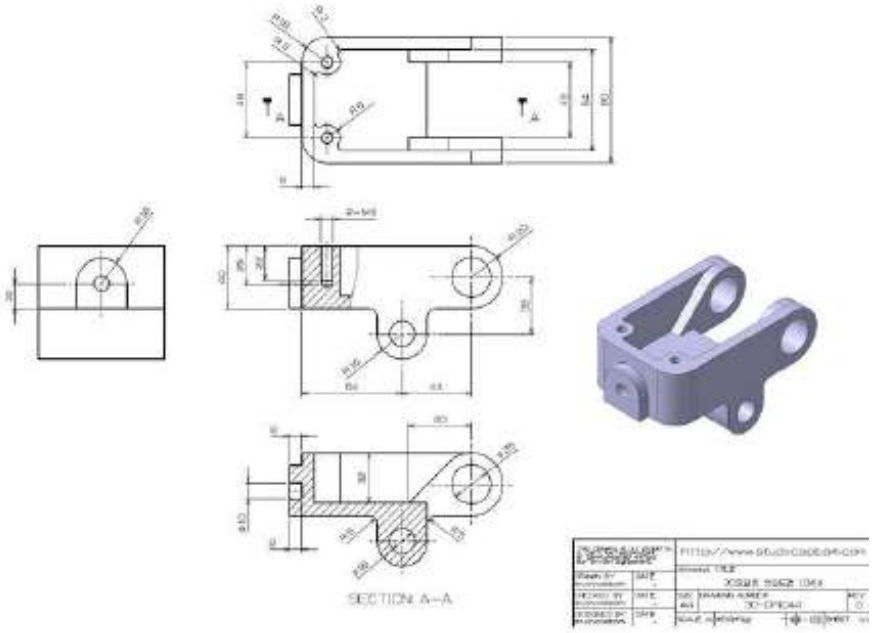
Для этой части используется комбинация инструментов Pattern on Path & Mirror. Сначала создается шаблон, а затем используется инструмент «Зеркало», чтобы отразить стыки на другой стороне, в результате чего получается идеально симметричный дизайн.



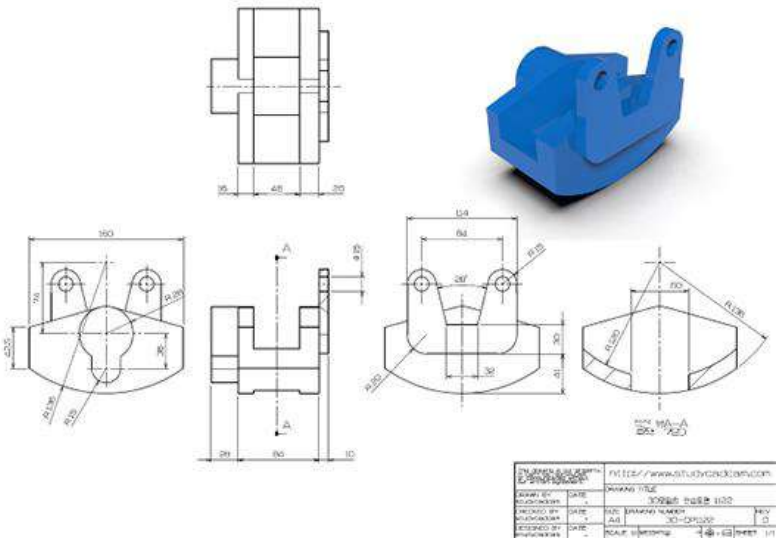
Зеркальный инструмент, отражающий выбранный элемент

Задание:

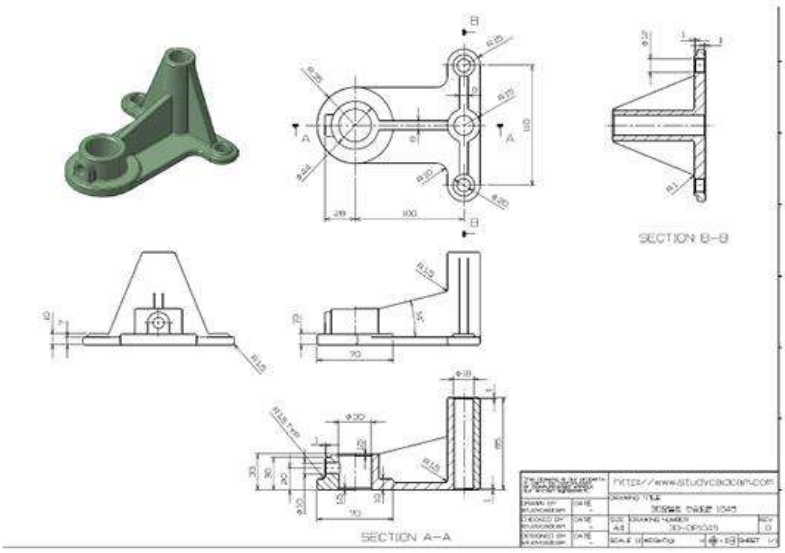
Вариант 1



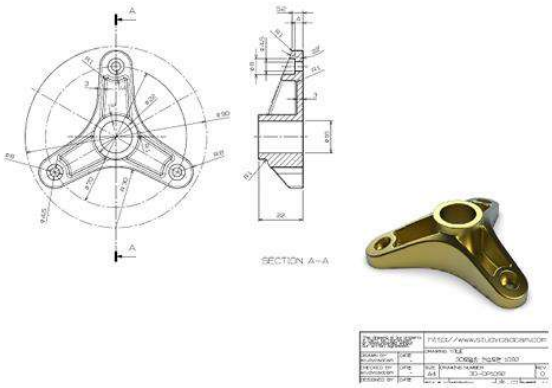
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 22.
Выбор материала для печати (VisiJet PXL Core, полистирол, лингин)

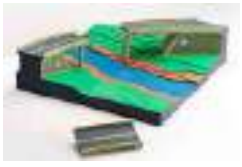
(Время выполнения работы – 1 час)

Цель: научиться выбирать материал для печати в соответствии с задачами печати.

Ход работы.

Теоретическая часть

VisiJet PXL Core



Описание

VisiJet PXL Core — это мелкодисперсный композитный порошок на основе гипса. Он пришел на смену другому материалу ZP150, который использовался в 3D-принтерах Projet x60, когда они носили название ZPrinters и выпускались компанией ZCorporation.

Уникальная технология использования

VisiJet PXL Core используется для выращивания прототипов по технологии CJP. Он универсален, потому что одновременно является и модельным материалом и материалом поддержки. Порошок наносится тонкими слоями по данным трехмерной модели. Каждый нанесенный слой склеивается с предыдущим с помощью специального связующего вещества.

Непроклеенный порошок поддерживает элементы модели в процессе производства, выполняя функции материала поддержки. После завершения трехмерной печати непроклеенный материал автоматически удаляется из камеры построения модели и загружается для повторного использования.

Технические характеристики

Физические свойства готовой модели, созданной из материала VisiJet PXL Core, можно значительно улучшить с помощью обработки специальной пропиткой и закрепителями.

	VisiJet PXL Core + Salt Water Cure	**VisiJet PXL Core + ColorBond**	**VisiJet PXL Core + StrengthMax**	ABS-пластик	ABSPlus P430
Прочность на разрыв	-	14 МПа	26 МПа	17 МПа	37 МПа
Удлинение при разрыве	-	0,2%	0,2%	2%	3%
Прочность на изгиб	13,1 Мпа	31 МПа	44 МПа	34 МПа	53 МПа
Модуль упругости при изгибе	6 355 МПа	7 160 МПа	10 680 МПа	1 380 МПа	2 250 МПа
Твердость по Шору	-	81 D	87 D	80 D	-

Температура изгиба под нагрузкой (0,45 МПа)	-	112°C	115°C	90°C	96°C
Сжатие (утолщение при сжатии, остаточная деформация)	-	-	98 МПа	-	-

Цвет

Сам материал VisiJet PXL Core обладает исключительным белым цветом. Он белее на 300% материалов предыдущего поколения. Модели, созданные с использованием этого композитного порошка, отлично подходят для визуального анализа, презентаций, оценки внешнего вида. Кроме того, материал VisiJet PXL Core значительно лучше (в 2,25 раза) передает цветовую гамму, а также детализацию текстур и изображений производимых прототипов.

Простота удаления материала поддержки

Большая часть материала поддержки удаляется 3D-принтером автоматически. Но, поскольку материал поддержки - это порошок, то для достижения более качественной очистки поверхности прототипа от мельчайших частиц используются специальные камеры очистки моделей. Такие камеры либо уже встроены в системы трехмерной печати Projet x60 или поставляются отдельно. Удаление порошка осуществляется с помощью сжатого воздуха и полностью исключает повреждение готовой модели или ее частей.

Многогранность применения

Минимальный размер топологического элемента, который можно получить из материала VisiJet PXL Core составляет 0,1 мм. Благодаря этому можно создавать прототипы различной сложности для любых областей применения. Безотходное использование делает его самым дешевым материалом для высококачественного

быстрого прототипирования. Поверхности готовых изделий немного шероховаты, но их легко можно шлифовать, сверлить, окрашивать или покрывать гальваническим методом.

7. **Полистирол.**

HIPS (высокопрочный полистирол) — достаточно мягкий пластик, создавался для использования совместно с ABS, для поддержек при двуэкструдерной 3D-печати. Этому способствовали его следующие свойства: одинаковая с ABS температура экструзии, низкая спекаемость с ABS, наличие растворителя (D-Limonene), который растворяет HIPS и не растворяет ABS.

Параметры печати:

- Температура экструзии — 210-245°C
- Температура стола — 90-120°C
- Обдув — нежелателен
- Межслойная адгезия — средняя
- Адгезия к столу — средняя

Технические характеристики

- Температура плавления — 175-210°C
- Температура размягчения — 97°C
- Температура эксплуатации — -40+70°C
- Твердость (по Роквеллу) — L79
- Относительное удлинение при разрыве — 64%
- Прочность на изгиб — 37,6 МПа
- Прочность на разрыв — 16,4 МПа
- Модуль упругости при растяжении — 0,93 ГПа
- Модуль упругости при изгибе — 1,35 ГПа
- Температура стеклования — 55°C
- Плотность — 1,05 г/см³
- Точность печати — ± 0,5%
- Усадка при изготовлении изделий — 0,4%
- Влагопоглощение — 1%

Но его характеристики сделали возможным использование данного пластика и для самостоятельного применения. На данный момент выпускается различными производителями в широком диапазоне цветов, однако меньшем, чем для PLA или ABS.

Плюсы:

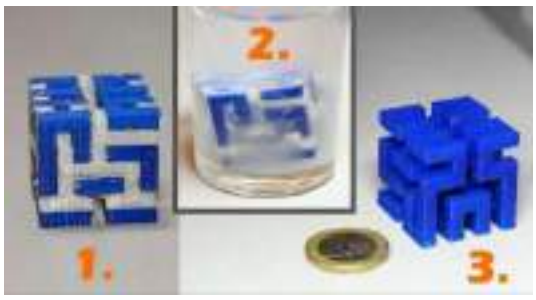
- Меньшая усадка, чем у ABS, что делает его пригодным для печати точных изделий.
- Меньшая плотность, чем у PLA, что позволяет печатать изделия, где необходима легкость конструкции.
- Мягкость поверхности, которая гарантирует простоту механической обработки.
- Матовость, которая придает эффект сглаженности изделиям.
- Температура размягчения почти как у ABS, что позволяет использовать его в уличных условиях.

Минусы:

- Как и ABS, требует подогреваемой платформы и подвержен деламинации, хоть и в меньшей степени.
- Меньшая, чем у ABS, прочность на изгиб и, как следствие, большая хрупкость изделий.
- Низкая устойчивость к ультрафиолетовому излучению, что ограничивает использование изделий на солнечном свете.

Все это позволяет использовать данный пластик для производства мебельного декора и интерьерных украшений.

Основное применение — это печать поддержек для ABS.



8. **Лигнин**

Wood или Woodfill (древеснонаполненный) — это PLA, в который добавляют очень мелкие древесные опилки. В результате чего, изготовленные с применением данного пластика изделия получают фактуру древесины.

Используется в декоративных целях. Из него можно печатать изделия, которые будут хорошо смотреться на полке или на столе. Чашки, фигурки, сувениры. Также можно изготавливать архитектурные макеты.

Параметры печати:

- Температура экструзии — 190-230°C
- Температура стола — 20-60°C
- Обдув — желателен
- Межслойная адгезия — средняя
- Адгезия к столу — хорошая

Технические характеристики:

- Зависят от степени наполнения древесными волокнами

По характеристикам почти идентичен обычному PLA, но — чем больше древесных волокон в него добавлено, тем меньше прочность и упругость конечных объектов.

Меняя температуру экструдера, можно изменять оттенки и текстуру получаемого изделия.

Плюсы:

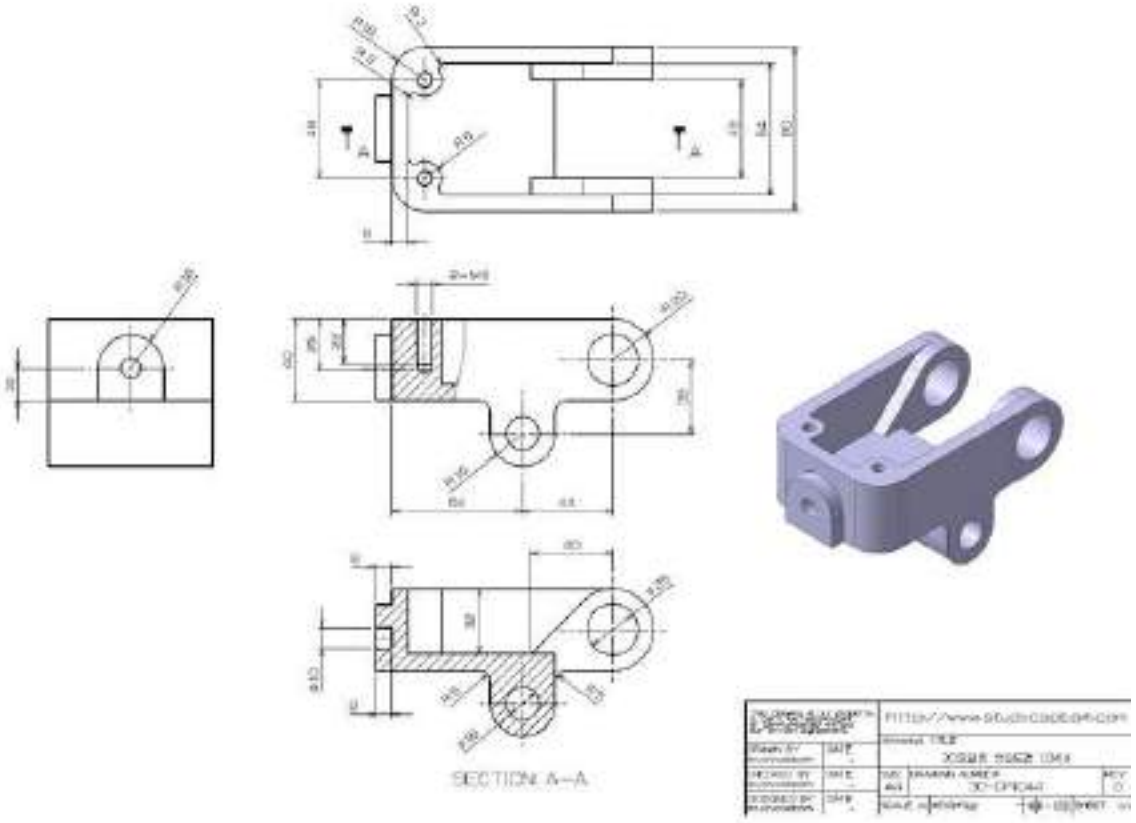
- Легкость печати.
- Внешний вид и фактура максимально приближены к древесине.
- Приятные тактильные ощущения.

Минусы:

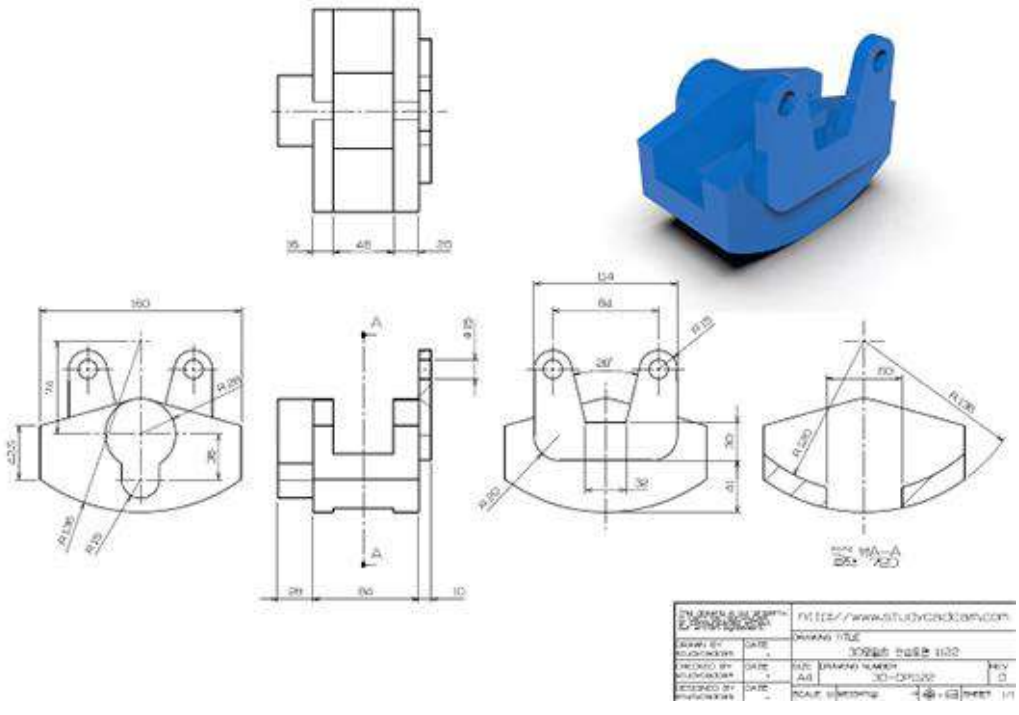
- Невозможность печати узкими соплами (забивается).
- Чуть большая абразивность.
- Прочность изделий снижена, по сравнению с классическим PLA.

Задание: проанализировать возможности использования материалов для изготовления детали (по заданию преподавателя) и выбрать наиболее оптимальный материал для изготовления заданной детали.

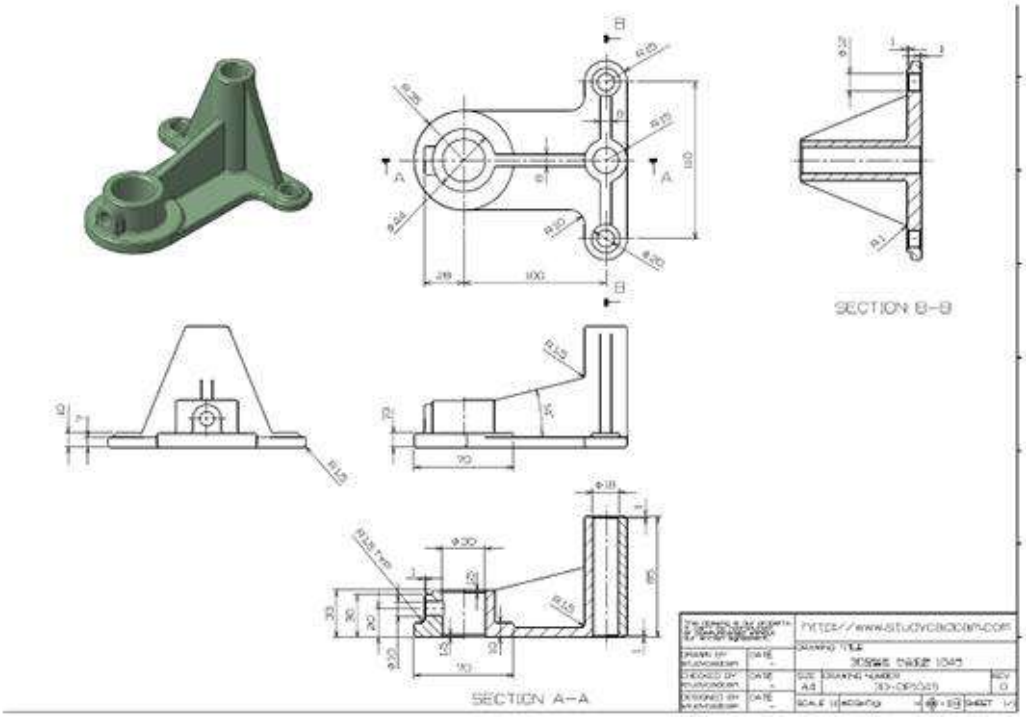
Вариант 1



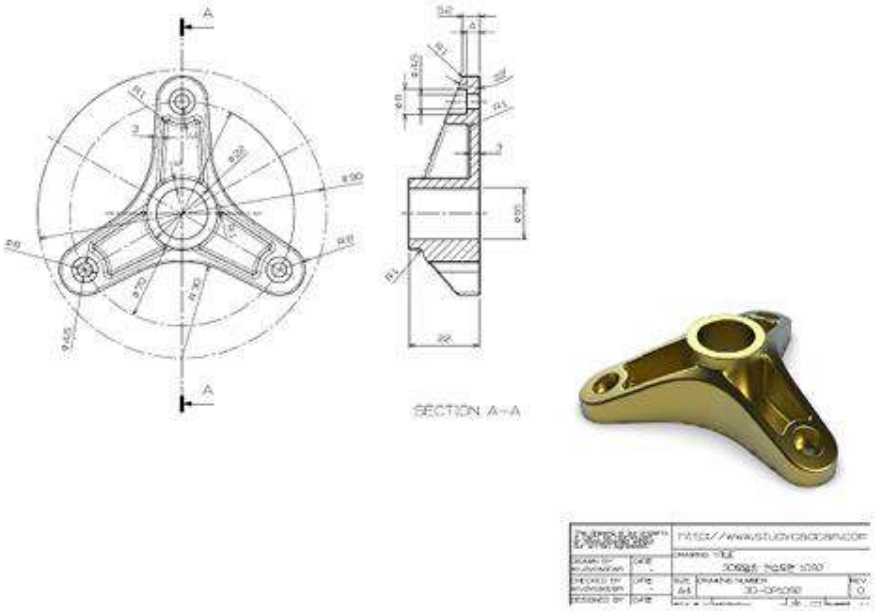
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 23.
Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов

(Время выполнения работы - 1 час)

Цель: научиться готовить модель к печати на 3D принтере Form2.

Ход работы.

Процесс подготовки можно разделить на 10 основных шагов.

10 этапов подготовки 3D модели к печати:

1. **Сетка**. Если модель состоит из множества деталей, то необходимо их преобразовать в один.
2. **Плоское основание модели**. На платформе принтера лучше держится модель, имеющая плоское основание. Если модель вдруг отклеиться в процессе печати, то может произойти смещение координат и нарушится геометрия основы 3д-модели. Если же создать плоскую основу нет возможности или плоскость основы имеет маленькие размеры, тогда модель печатает на рафте. Однако существует вероятность того, что рафт может испортить поверхность модели, в связи, с чем лучше его не использовать.
3. **Толщина стенок**. Стенки модели должны быть толще, чем сопло принтера, кроме того, стенки обязаны быть равны между собой. Если указать слишком маленькие размеры, то принтер не сможет их напечатать, т.е. толщина стенок должна быть соответствующейдиаметру сопла.
4. **Нависающие элементы**. Для печати любого нависающего элемента потребуется поддержка. Поэтому лучше свести количество нависающих элементов к минимуму. Это сократит время необходимое для печати и сократит потери расходного материала. Кроме того, поддержки могут испортить поверхность готовой модели, с которой соприкасаются. Допускается печать нависающего элемента, если угол наклона - меньше 70 градусов.
5. **Точность**. Механические возможности вашего принтера определяют многое, в том числе и точность по оси X и Y. Точность модели по оси Z напрямую зависит от высоты слоя. Высота должна быть кратна высоте слоя. Не стоит забывать, что при остывании материала он усаживается, что влечет изменение габаритов готового объекта. Диаметр отверстий в модели следует расширить на 0,1-0,2 мм.
6. **Мелкие детали**. Напечатать мелкие детали всегда сложно, поэтому лучше не делать их по размеру меньше, чем диаметр самого сопла. Лучше их увеличить в 2 раза относительно диаметра сопла, так как в результате постобработки мелкие детали могут исчезнуть вовсе или стать менее заметными.
7. **Узкие места**. Произвести обработку узких участков достаточно сложно, для этого потребуется специальное оборудование, микродрель или химические средства. Поэтому лучше совсем их не применять.
8. **Крупные модели**. При построении моделей крупных объектов необходимо

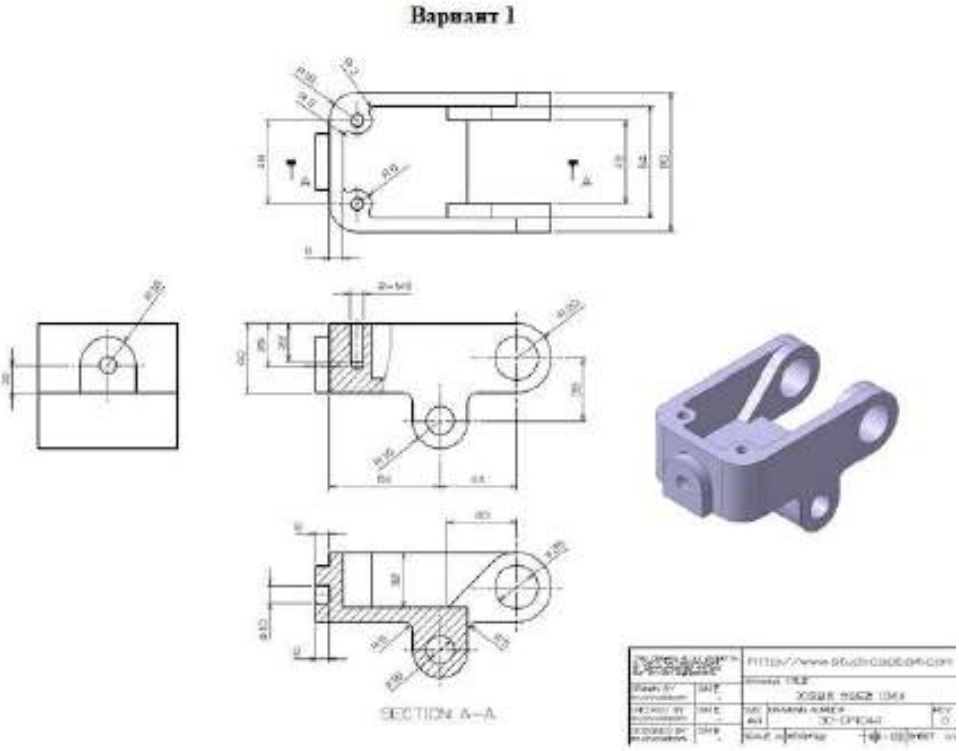
учесть размеры печатающей области вашего принтера. Если объект имеет слишком большие размеры, то лучше всего порезать его на части, при этом соединения лучше подготовить заранее, например, ласточкин хвост.

9. **Положение на платформе**. От расположения модели напрямую зависит прочность готового изделия. Нагрузку нужно распределить поперек слоев, а не вдоль. Иначе слои печати могут разойтись.

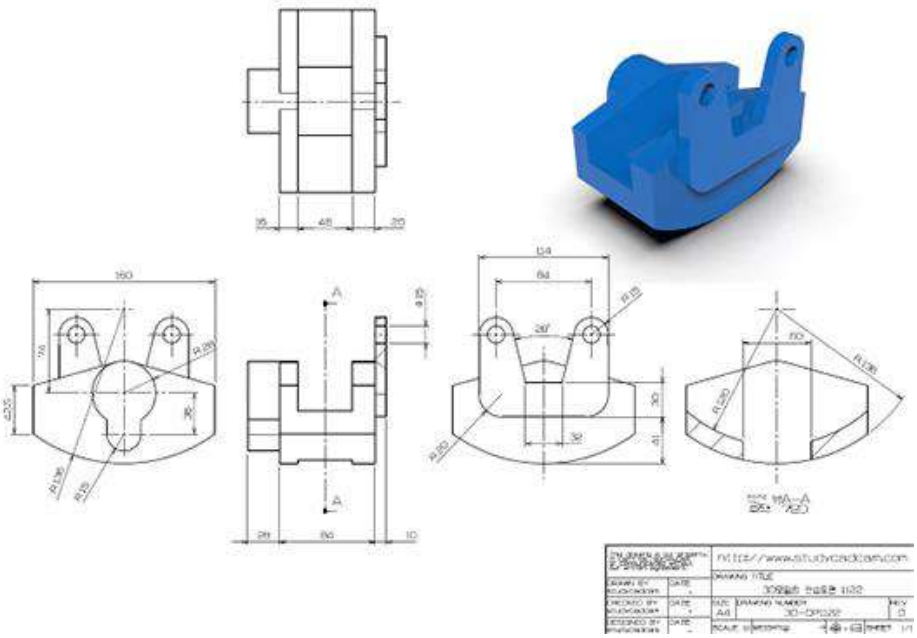
10. **Формат файла**. Как правило, слайсеры поддерживают лишь STL-формат, именно в этом формате лучше всего сохранять свою модель.

Соблюдая все приведенные правила, вы получите качественную, прочную и точную готовуюмодель изделия.

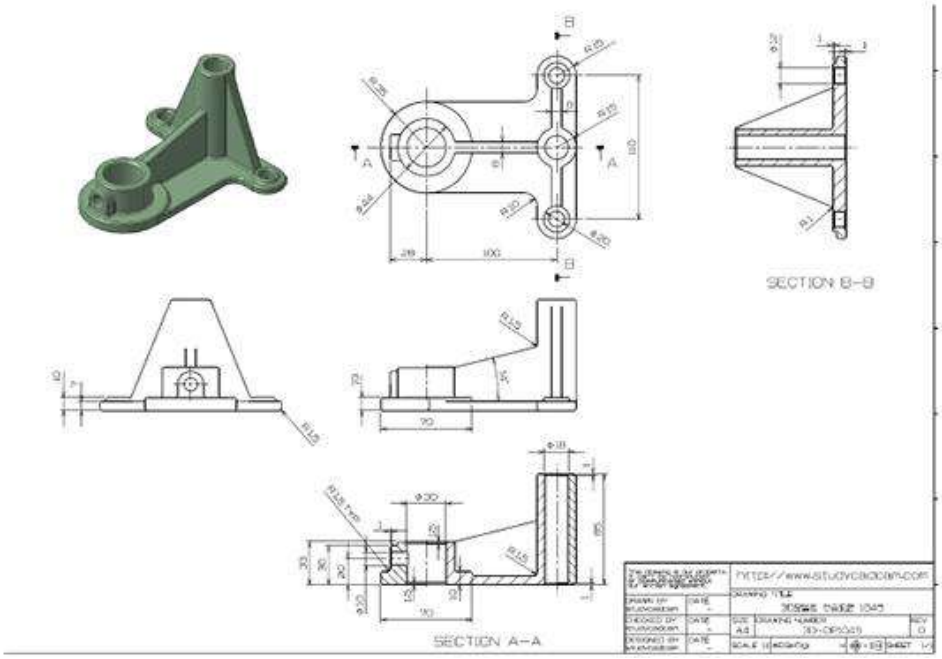
Задание:



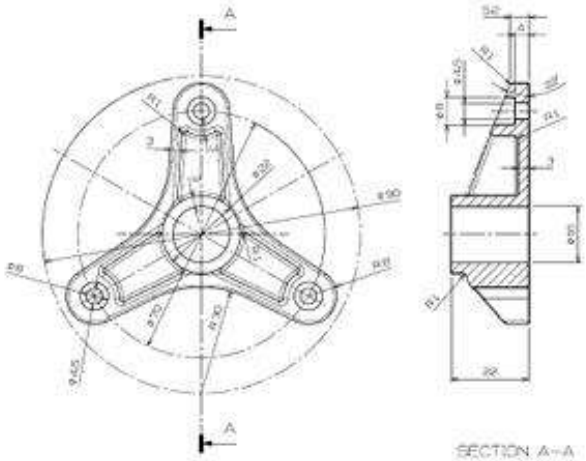
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 24.
Финишная обработка модели после печати

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться выполнять постобработку напечатанной модели.

Ход работы.

Шаг 1: Промывка только что напечатанной модели

Промойте отпечаток, чтобы удалить не отверждённую смолу.

Когда ваша модель только что напечатана, она покрыта не отверждённым фотополимером. Вам нужно его обязательно смыть, прежде чем продолжать постобработку.

Метод №1: Ультразвуковая ванна

Ультразвуковая ванна, как и для чистки ювелирных изделий, — это профессиональный способ чистки ваших отпечатков. Наполните ванну чистой жидкостью и оставьте на пару минут, это снимет тонкий слой не отверждённой смолы.

Метод 2: Ополаскивание

Если у вас нет ультразвуковой ванны, можно просто окунуть модель в ванну с IPA (изопропиловый спирт). Этот метод прост и быстр, но он не обеспечивает такой тщательной очистки, как ультразвуковая ванна.

Шаг 2: Удаление поддержек

Опоры можно снять с помощью кусачек.

Затем удалите опорные конструкции вручную или кусачками. Это можно сделать до или после отверждения модели под УФ-излучением, но будет проще сделать это до.

После удаления останутся небольшие бугорки. Это неизбежно, но это легко исправить с помощью наждачной бумаги.

Шаг 3: Шлифовка

Обычная шлифовка мест присоединения опорных конструкций (поддержек)

Процесс: шлифуются только выступы опоры. Этот процесс подходит для плоских поверхностей. Поскольку поверхность шлифуется только на опорных выступах, общая геометрия деталей, как правило, не изменяется.

Плюсы

- Точность (дает геометрию, близкую к модели в САПР)
- В результате матовая поверхность скрывает недостатки/

Минусы

- Может привести к образованию неровностей на той стороне, где находилась опора (из-за неравномерного шлифования)
- Неэстетична (особенно на прозрачной смоле)

Мокрая шлифовка

Процесс: Мокрая шлифовка обычно обеспечивает наиболее гладкую поверхность (в зависимости от использованных градуировок наждачной бумаги). На неподдерживаемой стороне модели необходимо отшлифовать только линии сборки. Обычно этого можно достичь с помощью одной наждачной бумаги высокой зернистости. Сторона с опорами более трудоемка, обычно требуется как минимум 4 градации наждачной бумаги. Поэтому рекомендуется размещать опоры на наименее видимой части модели. В зависимости от размещения опоры может наблюдаться некоторая потеря точности, поскольку часть материала удаляется в процессе шлифования.

Плюсы

- Отличная гладкая отделка
- Идеально подходит для сложной геометрии
- Лучшая подготовка поверхности под покраску

Минусы

- Более низкая точность на поддерживаемой стороне

Вода, использованная при шлифовании, может привести к появлению белых / светлыхпятен на отпечатке.

Обработка минеральным маслом

Процесс: Эта обработка похожа на шлифовку мокрым способом, за исключением слоя минерального масла, добавляемого после шлифования. Минеральное масло помогает скрыть белые /светлые пятна на модели, создавая красивую ровную поверхность. Эта отделка хорошо подходит для механических деталей, снижая трение и смазывая поверхность.

Плюсы

- Гладкая поверхность

Минусы

- Не подходит для деталей под покраску

Полировки до глянцевой поверхности

Процесс: Поверхность шлифуется наждачной бумагой повышенной зернистости (от 2000). Затем поверхность полируется полиролью. В результате получается максимально гладкая поверхность, но это требует очень много времени и возможно только на поверхностях, которые можно легко отшлифовать.

Эта обработка может не подходить для жестких и гибких смол.

Плюсы

- Глянцевая и гладкая поверхность

Минусы

- Трудоемкая обработка
- Невозможна для деталей со сложной геометрией
- Не подходит для инженерных фотополимеров

Шаг 4: УФ отверждение модель на 3D принтере

Последний этап постобработки — это УФ-отверждение вашего отпечатка. Оно необходимо для многих функциональных смол, потому что это завершает свойства материала модели.

Метод №1: Заводские камеры для УФ отверждения

Многие производители фотополимерных 3D принтеров, производят камеры для УФ отверждения. Они специально оптимизированы для производимых ими смол. Это необходимо для больших отпечатков в коммерческом и профессиональном использовании.

Метод №2: Лампа для отверждения лака для ногтей

Это недорогой и доступный метод. Просто поместите его под лампу и оставьте на ночь. Использование поворотного стола может помочь получить более равномернуюзасветку.

Метод №3: Камера для УФ отверждения своими руками

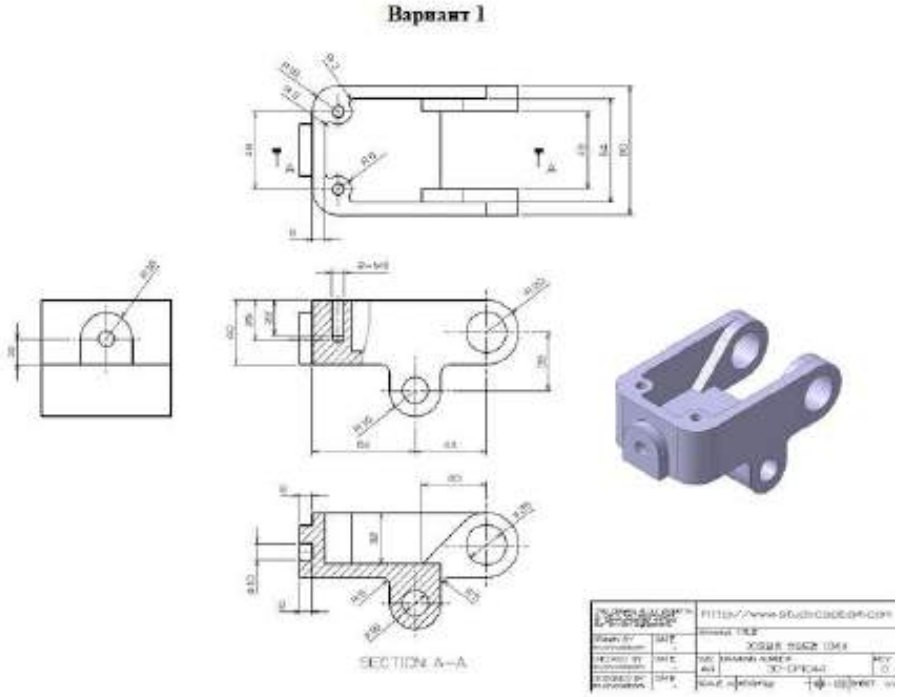
Многие любители собирают свои собственные недорогие камеры для УФ отверждения. Это легко сделать, поместив ультрафиолетовую лампу в бокс, выложенный алюминиевой фольгой. Модель можно поместить на поворотный стол, чтобы получить ровную засветку.

Метод № 4: Солнце

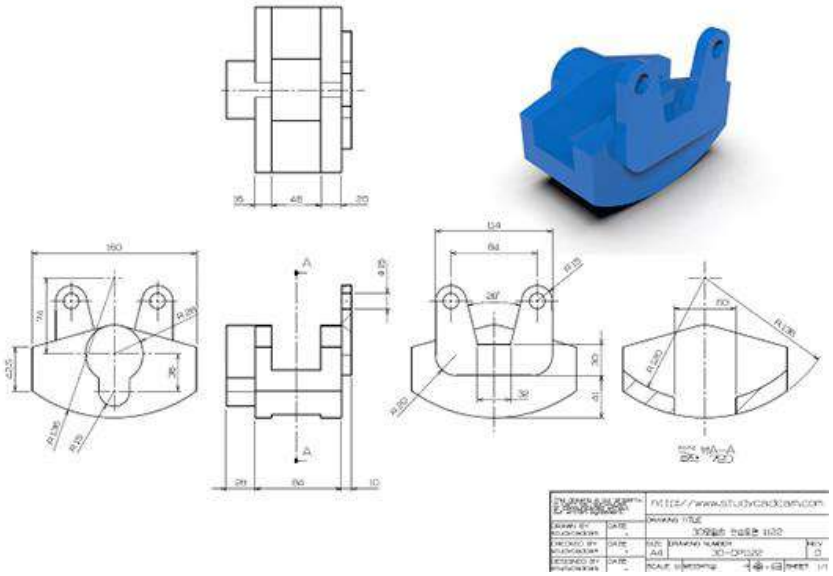
Можно использовать солнечную энергию. Главный недостаток такого подхода, то что он требуется гораздо большего времени для получение приемлемого результата.

После выполнения данных процедур, смело можно приступать к грунтовке и покраске модели или сразу использовать её по назначению.

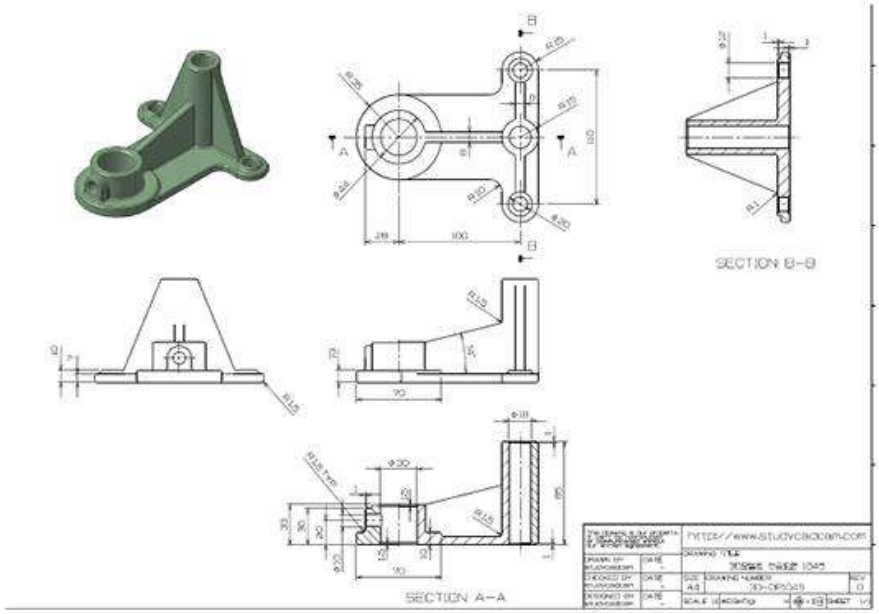
Задание:



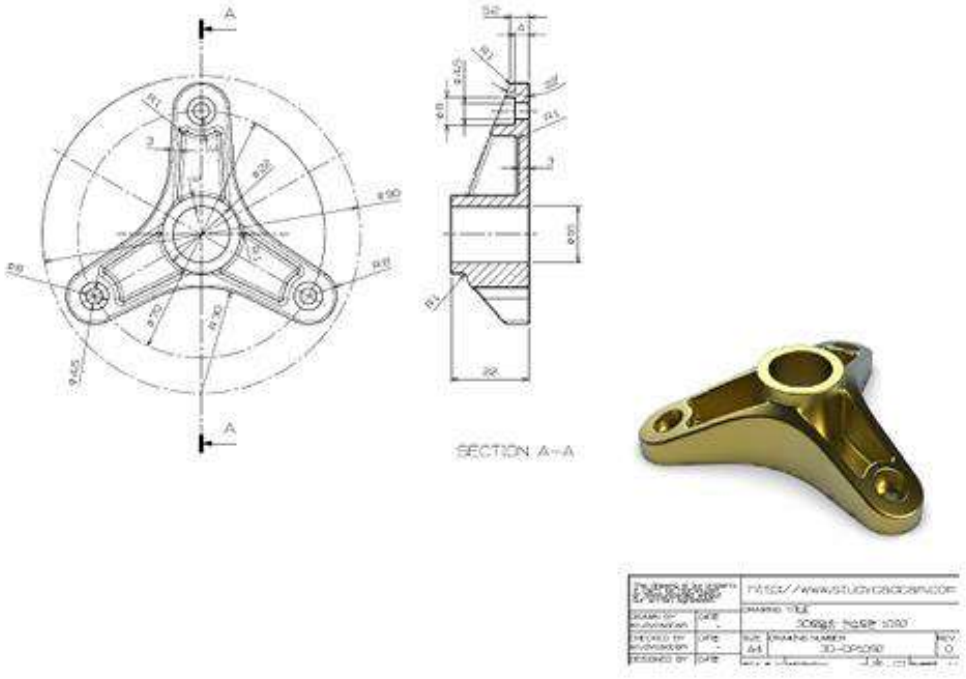
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 25.
Обработки трехмерной цифровой модели.

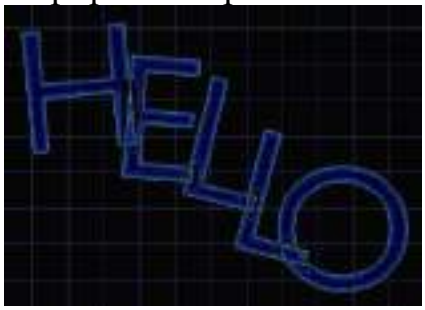
(Время выполнения работы - 1 час)

Цель: научиться обрабатывать трехмерную цифровую модель для печати методом FDM.

Ход работы.

Шаги по созданию 3D-модели объекта

1. При печати модели, состоящей из нескольких разных объектов, сначала их нужно объединить в один. В противном случае слайсер не всегда сможет сгенерировать правильный код.



2. Нельзя создавать модель объекта со стенками, которые будут тоньше толщины сопла экструдера, иначе слайсер не сможет их просчитать и создаст на их месте пустоту. Более того, для нормального качества 3D-печати параметр толщины стенок должен быть кратным относительно диаметра сопла.

3. 3D-модель должна быть с довольно широким и плоским основанием, иначе печатаемый объект будет неустойчивым на рабочей поверхности. Если все же нужно напечатать модель с небольшим основанием, для ее устойчивости можно использовать специальную подложку – рафт. Рафт представляет собой несколько витков нити на первом слое вокруг основания модели. Число витков выставляется

в настройках слайсера.

4. Если печатаемый объект имеет нависающие части (мосты), для каждой из них необходимо создавать поддержку. Это увеличивает расход материала и время печати. К тому же, после удаления поддержек из того же материала, из которого изготовлена модель, поверхность готовой модели немного попортится. Для уменьшения дефектов на нависающих поверхностях, в качестве поддержек используются растворимые материалы (HIPS, PVA). Печать растворимыми поддержками возможна только на 3D-принтерах с двумя и более экструдерами.

5. Поскольку при 3D-печати с применением технологии FDM готовую физическую модель необходимо механически обрабатывать, то желательно создавать ее без узких, труднодоступных для обработки участков.

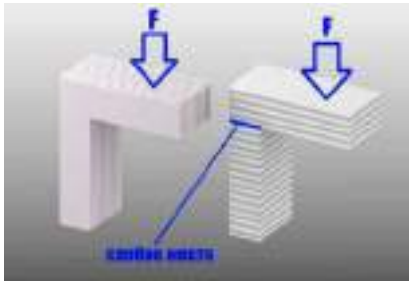
6. Иногда слайсер недостаточно точно передает размеры цифровой трехмерной модели. К тому же, пластик при остывании способен давать небольшую усадку, незначительно деформируя при этом отверстия в готовом объекте. Поэтому при создании модели значение диаметра этих отверстий нужно задавать немного

большим – на 0,1-0,2 мм.

7. FDM-принтеры имеют один недостаток – не очень высокая точность печати. Эти устройства не могут создавать детали, размеры которых меньше в сравнении с диаметром сопла экструдера. Поэтому маленькие объекты могут воссоздаваться не такими, как в цифровом виде. Для увеличения точности мелких деталей можно

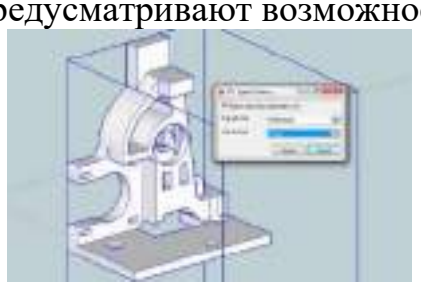
использовать сопла с меньшим диаметром, однако уменьшение диаметра сопла при этом прямо пропорционально падению скорости печати.

8. Прочность воспроизводимой модели напрямую зависит от ее расположения на рабочем столе. Если нагрузка на готовый объект будет распределяться вдоль напечатанных слоев, то между ними могут появляться щели (трещины). Поэтому при моделировании нужно учитывать направление дальнейших нагрузок на объект.



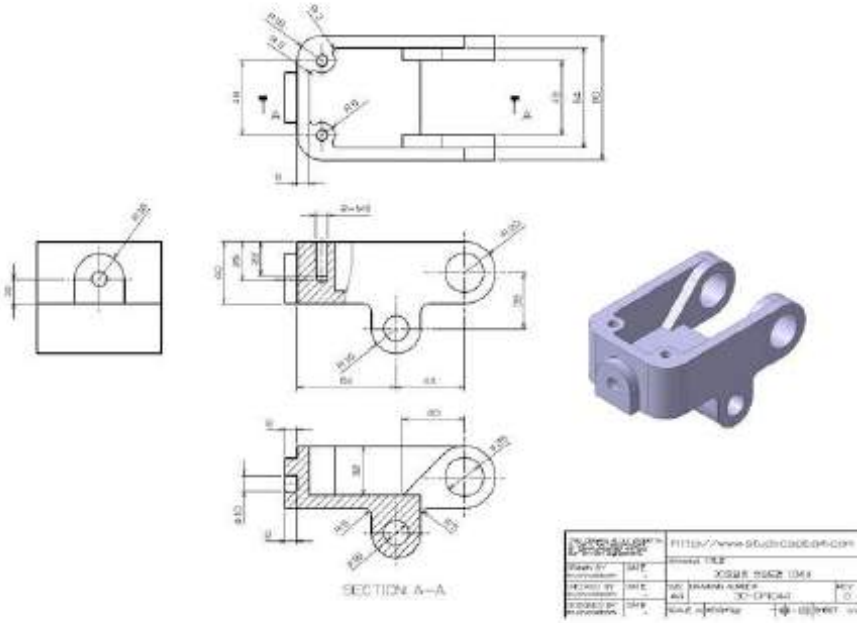
9. В процессе моделирования очень важно учитывать размеры рабочего стола 3D-принтера. Нельзя печатать объект, который там физически не поместится. Большие модели необходимо предварительно разбивать на несколько меньших деталей, при этом нужно продумывать способ их крепления между собой.

10. Готовая 3D-модель должна быть сохранена в формате .stl, иначе слайсер не сможет с ней работать. Практически все современные редакторы 3D-моделей предусматривают возможность сохранения в данном формате.

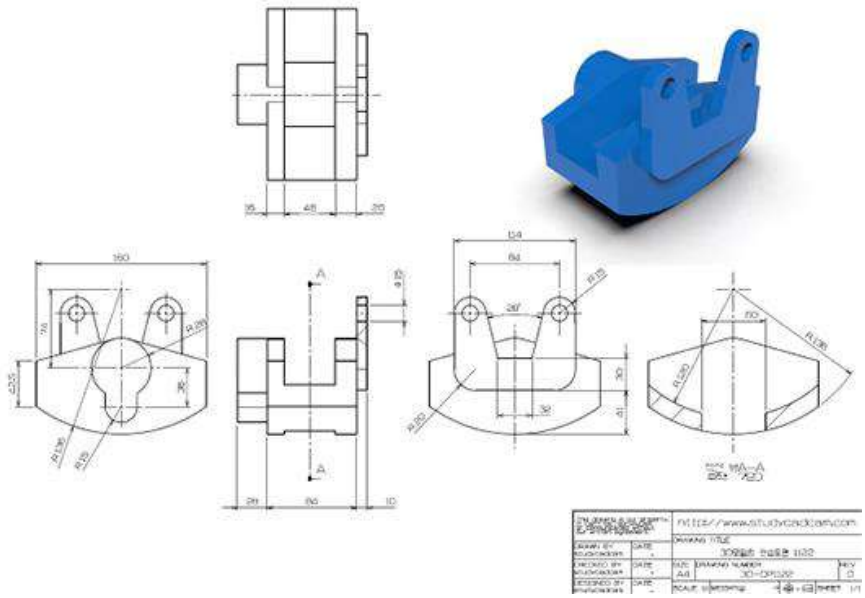


Задание:

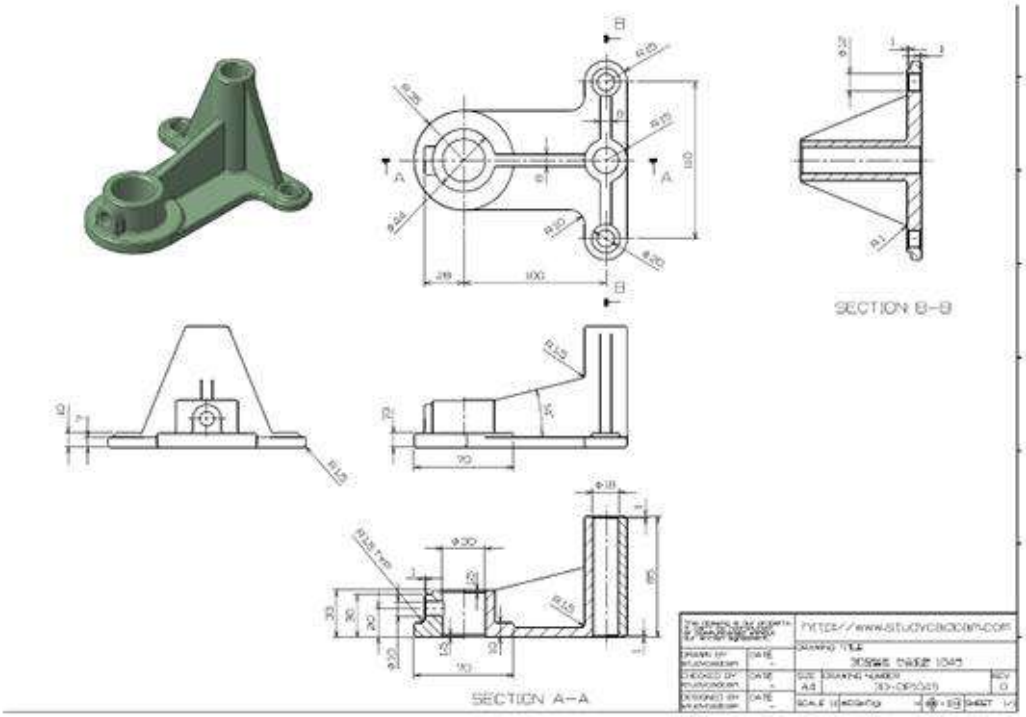
Вариант 1



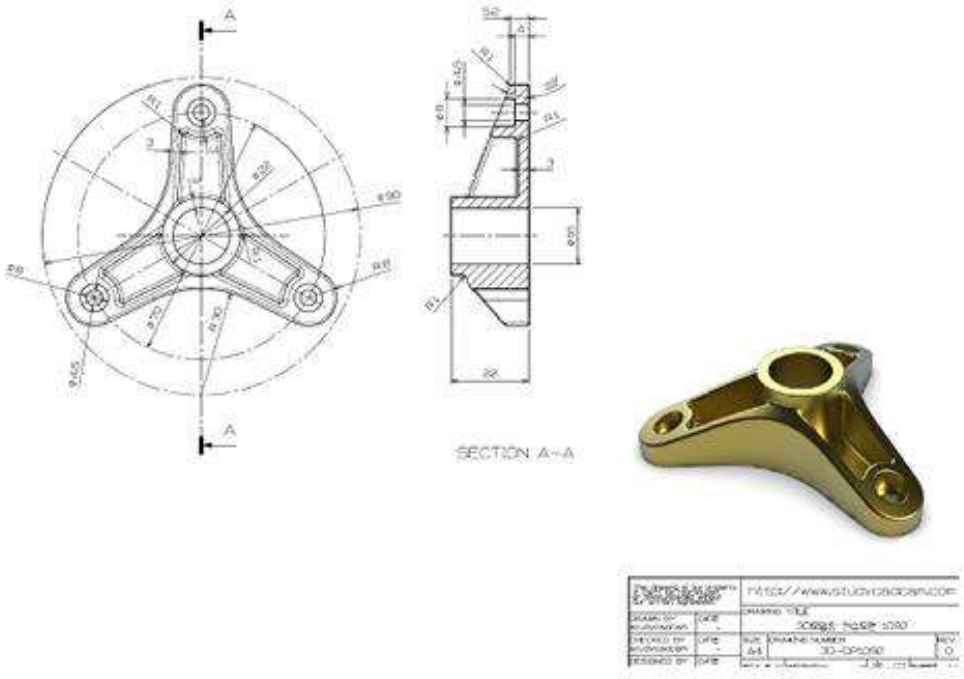
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

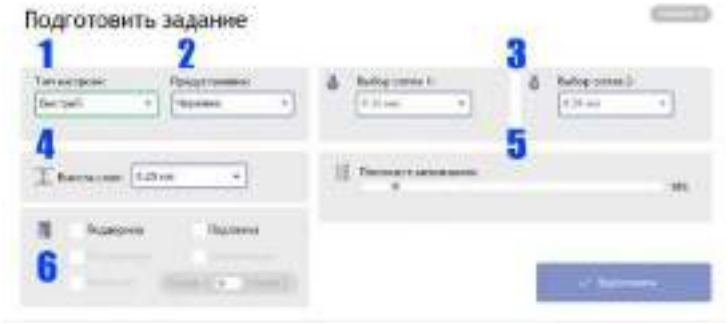
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 26.
Деление STL на слои

(Время выполнения работы - 1 час)

Цель: научиться делить STL на слои с помощью Polygon X

Ход работы.

Загрузим модель и нажмем меню *«подготовить задание»*



Откроется следующее окно, в котором вы можете увидеть:

1) **Тип настроек** – «**Быстрый**» (упрощенный) или «**Расширенный**» (полноценный) интерфейс.

2) **Предустановка** – Выбор возможного набора параметров для обработки 3D-модели. Это меню предложить выбрать шаблоны сценария обработки геометрии модели от от «Черновика» до «Качество»*.

3) **Выбор сопла 1-2** - в статье мы будем рассматривать печать на примере двухэкструдерного **Picaso Designer X Pro**, так что сопел у нас два. Между тем, здесь выбирается диаметр установленного в данный момент сопла. По умолчанию, это 0.3. Но, если вы печатаете, скажем, на **Picaso Designer XL**, выборов у вас будет несколько.

4) **Высота слоя –** оно же «качество» печати, или толщина слоя. По умолчанию, на 0.3 сопле от 0.05 до 0.25 мм.

5) **Плотность заполнения** – или «infill» на английском. Отвечает за заполненность материалом внутренней полости изделия. От 0% (просто внешние стенки) до 100% (практически литое заполнение)

6) **Поддержка, Подложка, вспомогательные опции** – а вот этот раздел представляет для нас наибольший интерес в этой статье.

«**Поддержка**» - выстраивает структуры параллельно основной геометрии, которые не позволяют верхним слоям в случае их «нависания» над платформой, провиснуть и испортить поверхность. Если не выбрано иное, они будут печататься из-того же материала, что и основная модель.

***Примечание:** если вы не активируете свой X Pro, или XL Pro, по умолчанию, слайсер отключит возможность использования второго сопла, и поддержка в любом случае будет напечатана из основного материала.

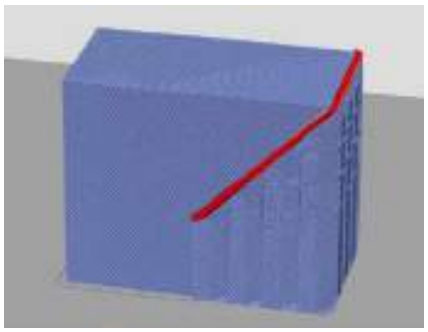
«**Подложка**» - разновидность опции, позволяющая улучшить адгезию основной модели к столу. Применяется в тех случаях, когда поверхность соприкосновения модели к столу не достаточна, а верхние слои требуют большого количества поддержек. В этом случае все поддержки будут печататься на подложке и отделяться от стола вместе с ней.

При активации «**Поддержки**» слайсер предложит выбрать ее материал. Растворимый, или такой же как основной. Так же, здесь мы сможем указать активное сопло поддержки. То, которым эта структура будет напечатана.

Если выбрать параметр «**Растворимая** (поддержка)», откроются опции «**Оптимизация**» и «**Усиленная**».

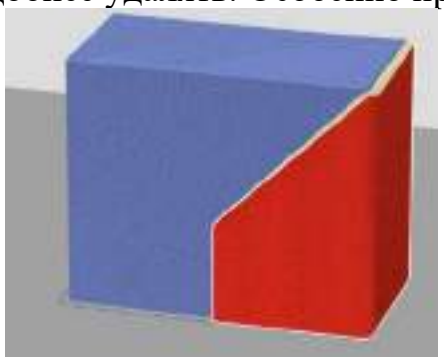
Что представляют из себя опции «Оптимизация» и «Усиление» поддержки?

«**Оптимизация**», та самая «хитрая» функция, о которой мы говорили в начале. Эта функция позволяет экономить дорогой растворимый материал поддержки и комбинировать ее структуру.



То есть, «*интерфейсные*» слои, те, которые располагаются между самой поверхностью модели и структурами поддержки будут печататься из растворимого материала, а остальная часть, из основного.

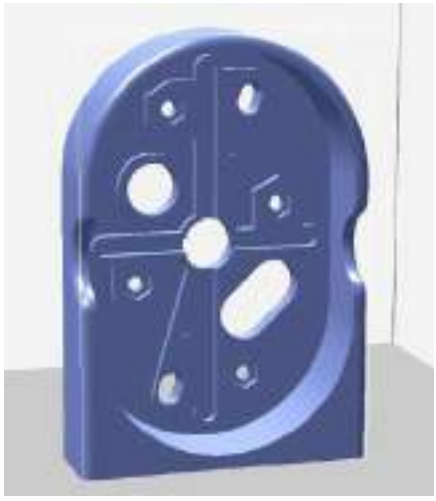
Это обеспечивает существенную экономию филамента, а иногда и повышает качество печати самих поддержек, благодаря чему в последствии их будет гораздо удобнее удалять. Особенно при использовании **PVA пластика**.



«Усиление», эта опция позволяет создать вокруг основной поддерживающий структуры дополнительную связующую стенку. Этот элемент позволяет усилить общую структуру поддержки и не дать слоям расползтись. Обязательно включайте эту галочку, если вы печатаете геометрию, например, в виде «*грибка*», когда основная часть структуры располагается сверху на высокой и тонкой колонне. При обычной поддержке тяжелые верхние слои могут провиснуть и испортить печать. Режим усиления, решает эту проблему.

Итак. Это первое окно дает нам выжимку основных параметров модели, которые необходимо учитывать при печати.

С их помощью мы можем регулировать толщину слоя, а значит гладкость внешней поверхности, выбирать преднастроенный профиль, регулировать степень заполнения модели, а также включать или выключать поддержки. Этих настроек хватит для какой-нибудь простой геометрии, например, этого гномика.

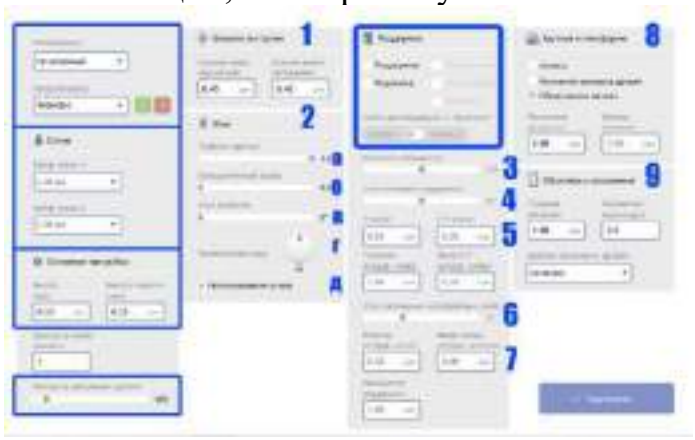


Но что делать, если нам необходимо напечатать сложный корпус технического устройства?

На помощь приходит расширенный выбор настроек и в нем все гораздо интереснее.

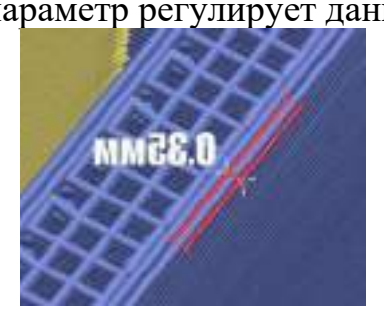
Расширенные настройки печати

После того, как во вкладке «Тип настроек», мы выберем выпадающее меню «расширенные», нам откроется следующее окно. Где синими рамками мы отметили опции, с которыми уже познакомились.



Разберемся по порядку, что из настроек добавилось и как мы можем их применить.

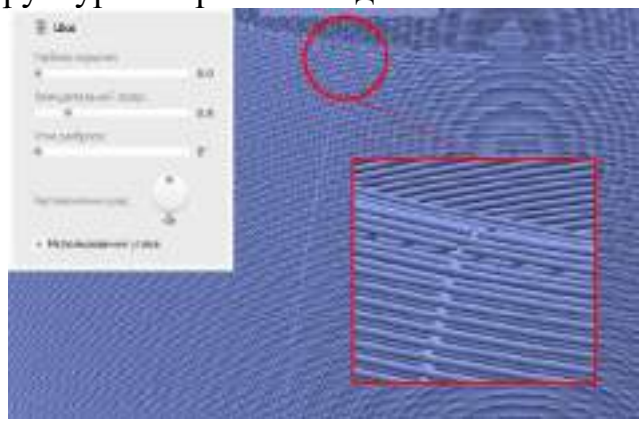
1) **Ширина экструзии** – «Ширина линий периметров» и «Ширина линий заполнения». Как мы можем догадаться, помимо толщины (высоты слоя) по вертикали, существует и параметр толщины по горизонтали. Именно этот параметр регулирует данная настройка.



«Ширина линий периметров» - регулирует параметр ширины внешних границ модели, называемых периметрами. Эти элементы отвечают за прочность

стенок вашего изделия и за то, насколько «крутые» углы принтер может печатать без включения функции «поддержек».

«Ширина линий заполнения» - как не трудно догадаться, отвечает за параметр ширины заполнения. Что позволяет регулировать прочность внутренней структуры и при необходимости сэкономить пластик.



2) **Шов** – каждый периметр начинается в какой-то точке и в какой-то точке заканчивается. Эта точка называется «точка входа на периметр». На одном слое бывает одна или несколько точек входа на периметр, но как правило, она одна и располагается в том месте, где программа математически вычислила наиболее выгодную позицию.

Если мы посмотрим на много таких точек в проекции, то увидим, что на внешней поверхности изделия они образуют как бы «шов», если фигура с простой геометрией, например – обычный цилиндр. Это происходит потому, что длина периметров одинаковая и скорость их печати, соответственно тоже. Так вот данный параметр позволяет нам регулировать внешний вид этого «шва» и положение «точек входа на периметр» принудительно.

Для этого существуют:

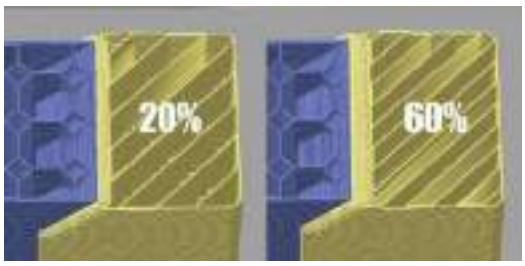
«Глубина скрытия» - регулирует, насколько будут утоплены в тело модели точки входа и выхода на периметр.

«Принудительный зазор» - регулирует расстояние между точками входа и выхода периметров.

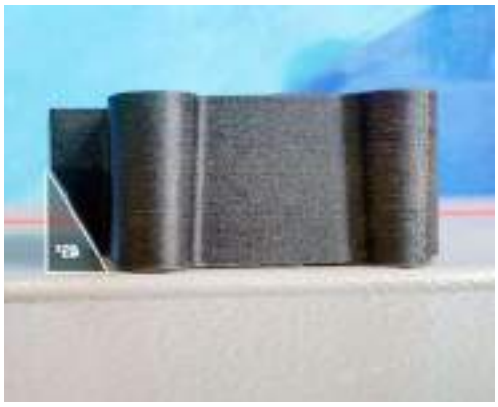
«Угол разброса» - задает угол на модели, в рамках которого слайсер постарается скрыть шов.

Визуально мы можем разместить шов с помощью ползунка **«расположение шва»**

Параметр **«использование углов»,** позволяет автоматически прятать точки входа на периметр в местах схождения линий под углом.



3) **Плотность поддержки** – как и заполнения (infill), у поддерживающих структур есть своя плотность. Чем плотнее поддержка – тем лучше она поддерживает верхние слои и тем стабильнее будет результат. Данный ползунок позволяет вручную регулировать этот параметр, чтобы подобрать оптимальное соотношение.



4) **Угол активации поддержки** – как мы упомянули ранее, некоторые наклоны геометрии относительно стола, принтер может печатать БЕЗ использования поддержек. Это зависит от применяемого материала, ширины экструзии и высоты слоя. Данным ползунком мы можем настроить угол, с которого слайсер начнет выстраивать автоматическую поддержку.

5) **Зазоры поддержки, толщина и зазоры интерфейсного слоя** – при использовании поддержек, возникает вопрос – как эффективно поддерживать геометрию и не оставлять на ней следов? Что делать, если поддержка пересекает в некоторых местах внешние периметры модели?

Чтобы поддержки не росли, в прямом смысле, из стенок нашего изделия, были придуманы структуры под названием **«интерфейсный слой»**

Данный слой, повторяет своей конфигурацией очертания нашего изделия, а дальше от него растет сама поддержка.

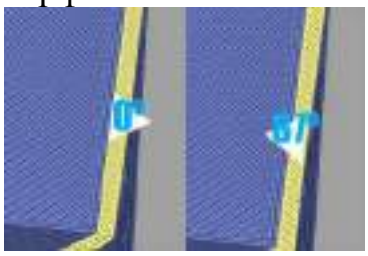
При этом мы можем регулировать расстояние между верхом интерфейсного слоя и первым слоем модели.

За это отвечает **« Z зазор».**

Можем регулировать расстояние от поддержки до вертикальной стенки модели сбоку – **«X / Y зазор**»

Так же, при необходимости мы можем регулировать саму толщину интерфейсного «срединного» слоя – параметр **«Толщина интерфейсных слоев»**

А также то, насколько сам интерфейс отстоит от стенок модели – «Зазор X / У интерфейсных слоев»



6) **Угол заполнения интерфейсных слоев** – для того, чтобы наш интерфейс легче отходил от тела модели, мы можем выбрать направление и угол его линий, чтобы они не шли параллельно линиям первого слоя модели и не слипались с ними. Ползунок позволяет выбрать этот угол.

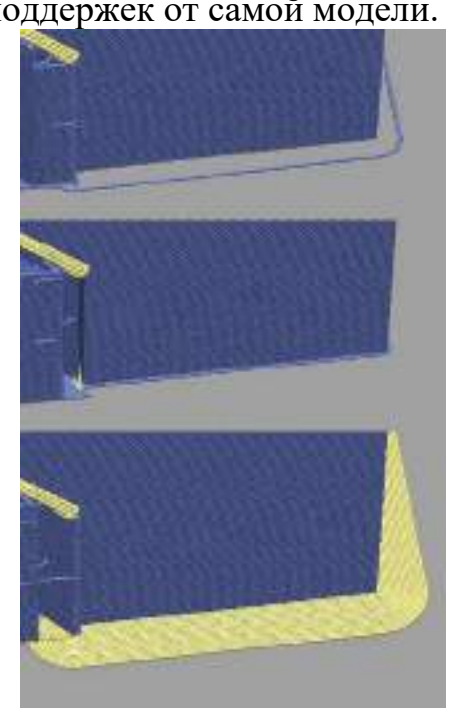
7) **«Ширина интерфейсных линий»**

Аналогично параметрам ширины линий периметров и заполнения, регулирует ширину линий интерфейса.

«Зазор между интерфейсными линиями»

Этим параметром вы можете регулировать зазор между витками внутреннего заполнения интерфейса. Применяется, если с отделением интерфейса от стенок модели есть затруднения.

«Расширение поддержки» - Позволяет расширить зону поддерживающего материала дальше от стенок модели. Требуется, для более простого отделения поддержек от самой модели.

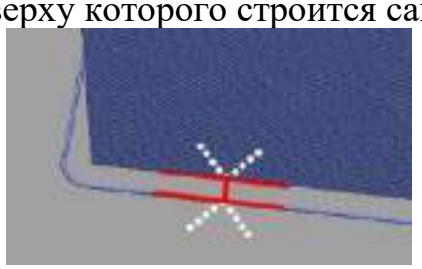


8) **Адгезия к платформе** – параметры, позволяющие расширить область первого слоя и увеличить площадь соприкосновения с нагревательным столом. В этом меню доступны следующие опции:

«Ничего» - на первом слое печатается только «тело модели», дополнительные элементы отсутствуют. При этом, с данным параметром вокруг модели рисуется так называемая «юбка», позволяющая оценить примерные габариты изделия и оценить ровность укладки первого слоя.

«Усиление контакта детали» - в английской терминологии **«Brim»,** эта структура представляет из себя несколько раз повторяющийся внешний периметр объекта, сплавленный с ним намертво.

«Подложка» - рисует дополнительный слой заданной толщины и параметров, сверху которого строится сама 3д модель.

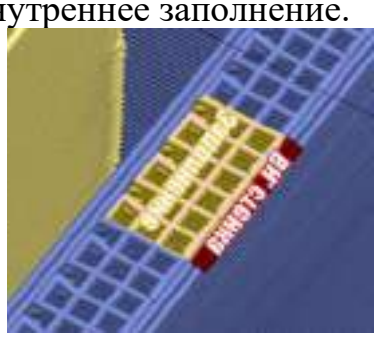


«Расстояние до детали» - регулирует зазор по X / Y от внешнего периметра модели до искомой структуры.

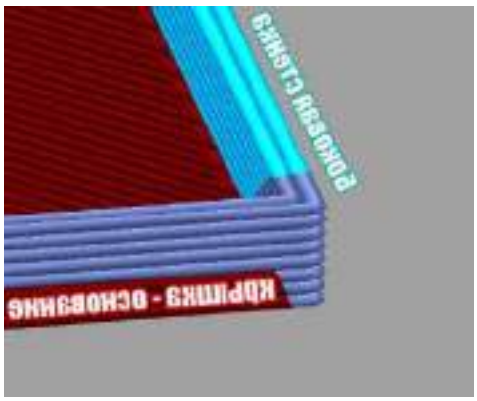
«Ширина усиления» - позволяет сделать больше или меньше слоев того самого «повтора внешнего периметра», или юбки.

9) **Оболочка и заполнение** – это последнее меню расширенных параметров слайсинга. Об этих параметрах следует рассказать подробнее.

Как мы уже выяснили, у каждой 3D-модели есть внешняя оболочка и внутреннее заполнение.



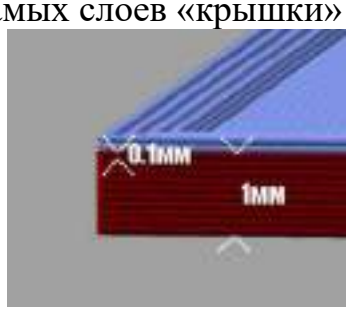
Внешняя оболочка модели, ее еще называют «скорлупа» делится на две части – верхняя и нижняя «крышки» и боковые стенки. Каждый из этих элементов формируется автоматически и следует своим заданным правилам.



*Например, каждый из слоев «Крышки», (основание и верхняя часть изделия) всегда печатается в режиме заполнения 100%. В зависимости от количества этих слоев мы получим прочную или хрупкую «скорлупу» сверху и снизу модели.

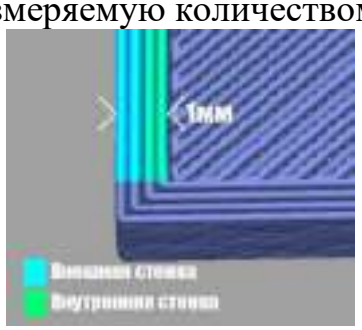
Надо отметить, что, если в модели недостаточно заполнения или вы печатаете полый куб, верхних слоев, а значит и скорлупы нашей модели должно быть больше. Чтобы финальные слои не провисали вниз.

Параметр **«Толщина оболочки»** как раз-таки регулирует количество этих самых слоев «крышки» и измеряется в мм. При условно выбранной «высоте слоя»



Например, если высота слоя 0.1мм, а толщина оболочки 1.мм, мы получим 10, 100% залитых слоев.

Так же как и у основания с «крышкой», боковые стенки имеют свою толщину, измеряемую количеством внешних и внутренних периметров.



Параметр **«Количество периметров»** - соответственно регулирует толщину «скорлупы» по бокам. Небольшой хинт – если выставить дробное значение, можно добиться лучшей склейки внешней стенки и внутреннего заполнения.

Измеряется в количестве и зависит от **«Ширины линий периметров»** в меню **«Ширина экструзии»**

Например, если **«ширина линий периметров»** 0.45мм, то при толщине внешней боковой стенки в 2 периметра, мы получим стенку 0.9мм.*

В целом, толщина оболочки задается в **мм** и программа будет автоматически строить всю внешнюю оболочку (и боковые стенки включая крышку и основание)

равной заданной толщине. Однако, как он это будет делать, зависит от второго параметра - **количества периметров**.

Например, мы выставляем толщину стенки **2,7 мм**. При ширине экструзии **0,45** это **6 периметров**.

Но если мы выставим параметр **Количество периметров** меньше **6**, то программа все равно сделает стенку **2,7 мм** но не периметрами, а штриховкой. Это увеличит время печати, однако в ряде случаев более предпочтительно.

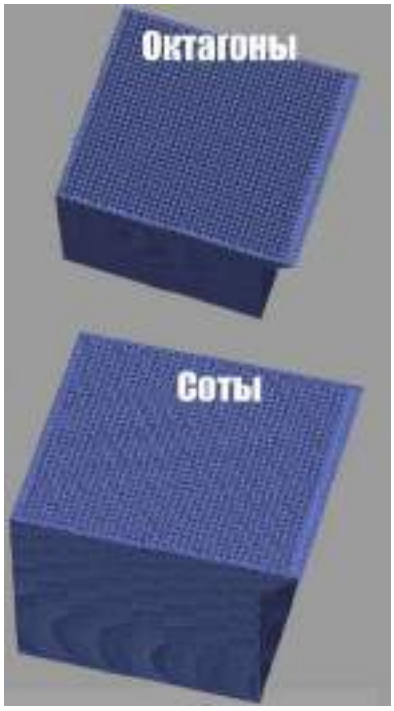
***Примечание:** Толщина линий периметров должна быть кратна диаметру сопла и не быть тоньше 50% от диаметра, или толще 150%.

Параметр **«Шаблон заполнения детали»** - позволяет выбрать узор внутреннего заполнения.

Это **Линии**, **Октагоны**, **Скруглённые октагоны**, или **Соты**.

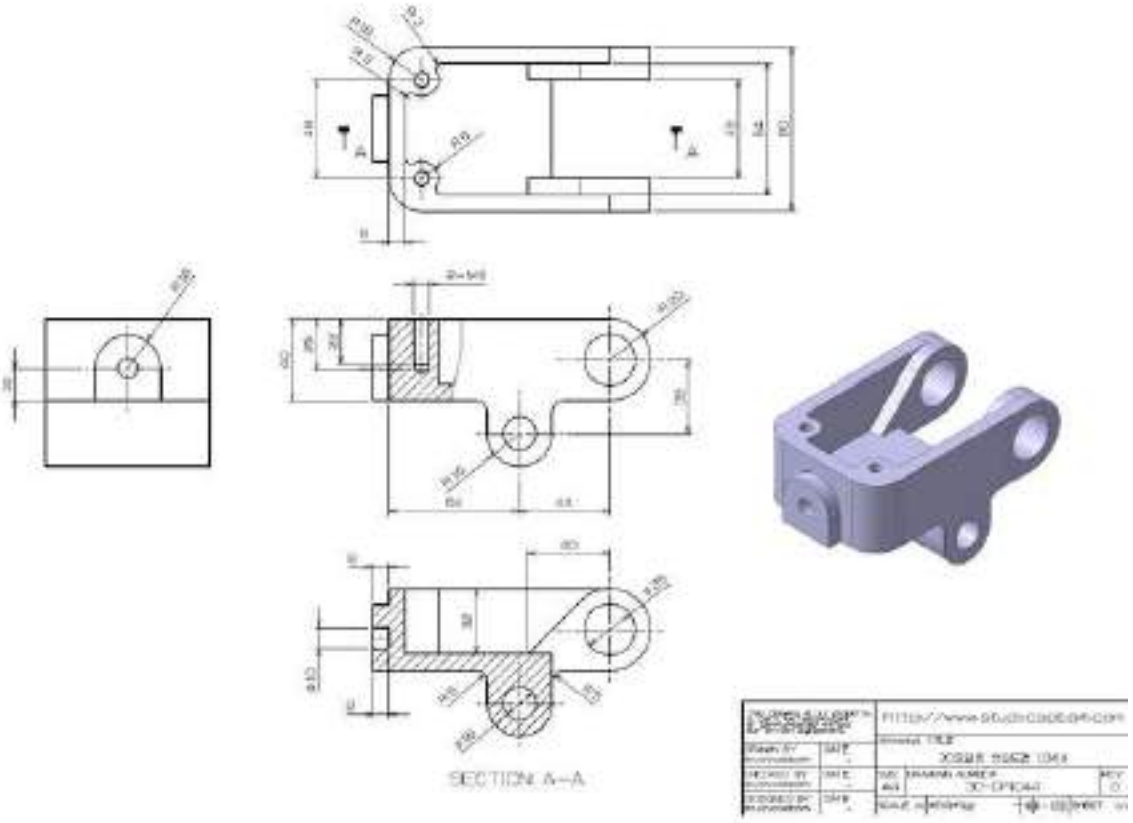
Выбор того или иного узора, зависит от геометрии изделия и требований к его прочности в связке с легкостью конструкции. Самым распространенным вариантом являются Линии.

Однако они расходуют больше материала уступая в прочности. Различие узоров легко понять с помощью иллюстрации.

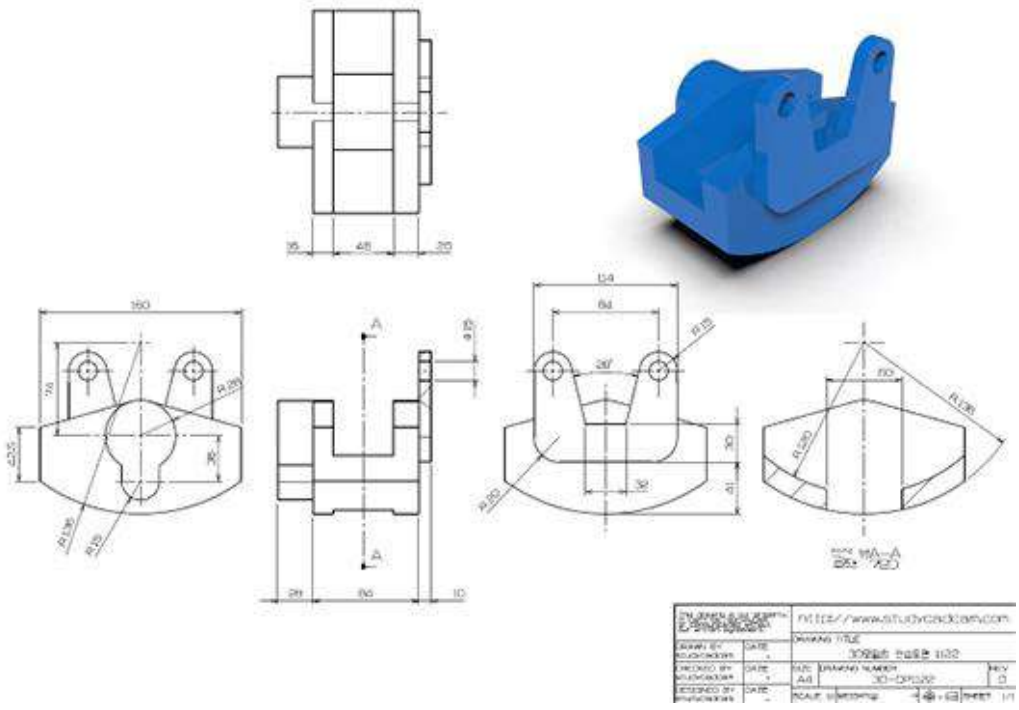


Задание:

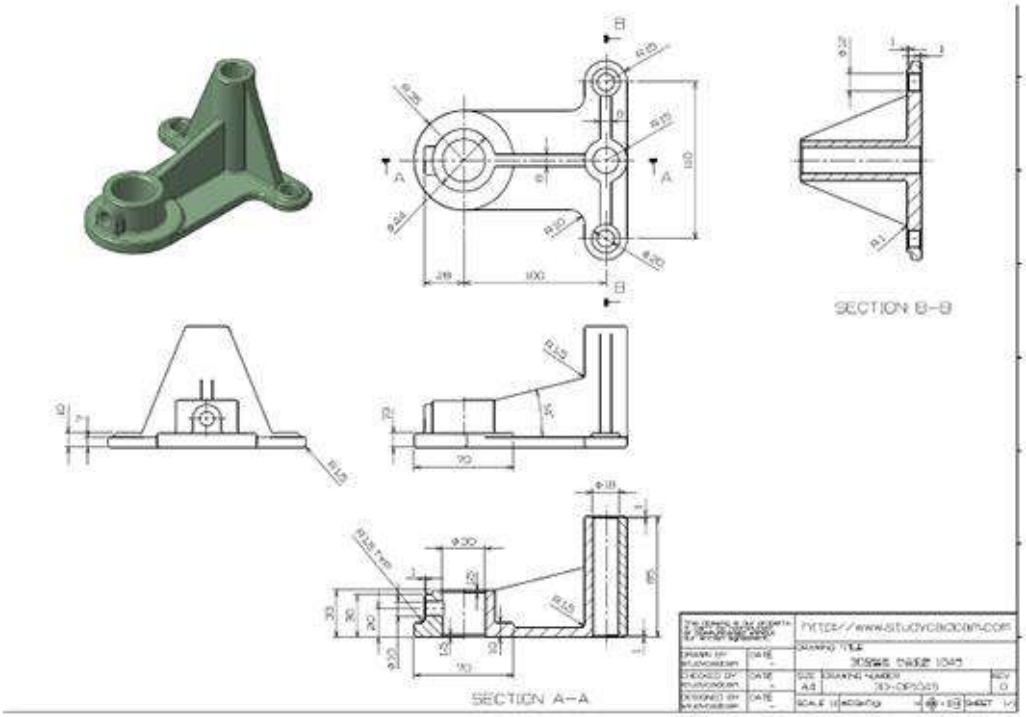
Вариант 1



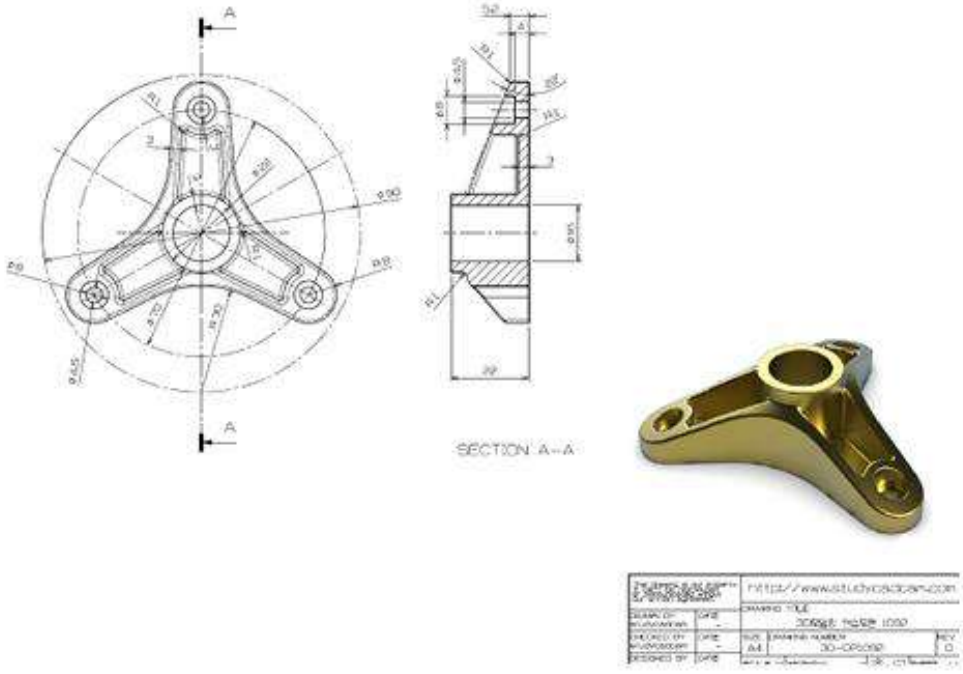
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 27.
Ориентирование подходящим образом модели для печати

(Время выполнения работы - 1 час)

Цель: научиться ориентировать модель для печати на 3D принтере Picaso.

Ход работы.

Теоретическая часть.

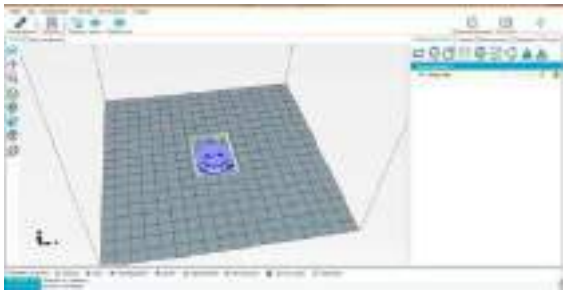
Стартовое окно «Repetier-Host» выглядит следующим образом:

В открывшемся окне мы видим виртуальный стол 3D-принтера. Жирная точка в левом углу стола указывает начало координат принтера. Данный указатель помогает при размещении объекта на печатном столе и позволяет сориентироваться, если нам необходимо повернуть объект и т.д.

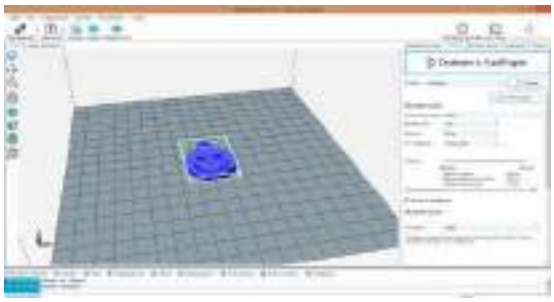
При запуске программы активна лишь клавиша «+» - добавить.

Добавив 3D-модель в STL или OBJ формате (кнопка «+»), мы можем изменить её размер (клавиша «Масштабировать»), повернуть, копировать и т.д.

Итак, приступим к подготовке модели - слайсингу.



Переходим во вкладку «Слайсер» и указываем нужные параметры, которые напрямую зависят от сложности, размера и других параметров 3D-модели.



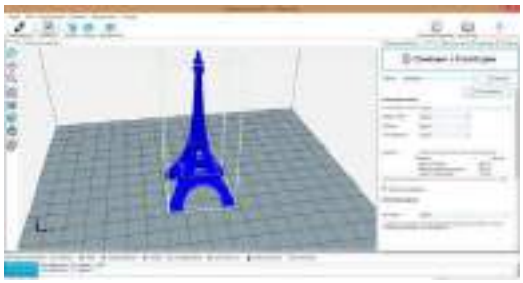
Во вкладке «Слайсер» мы указываем следующие параметры:

- адгезия (тип прилипания модели к печатному столу: «Край», «Плот»);
- качество (зависит от размера сопла, стандартное: 0.3-0,4 мм.);

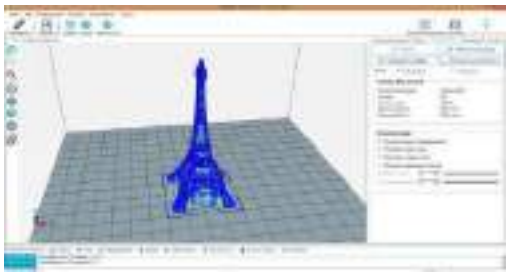
- тип поддержки («От основания», «По всей модели»);
- плотность заполнения (стандартное: 17-20%).

Если модель сложная и имеет, например, нависающие части, необходимо задать параметры поддержки, т.к. принтер не сможет произвести печать данных элементов.

Например, модель Эйфелевой башни без поддержки:



Модель Эйфелевой башни с указанием поддержек:

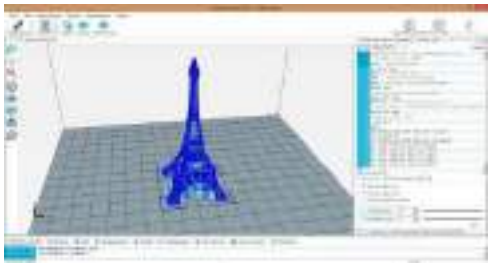


Указав все необходимые параметры, нажимаем клавишу «Слайсинг» и программа рассчитывает время печати нашей модели, количество слоёв, расход филамента (пластика) и иные параметры.

Внимание! Указанные параметры не следует считать абсолютными, т.к. любая программа имеет определённую погрешность.

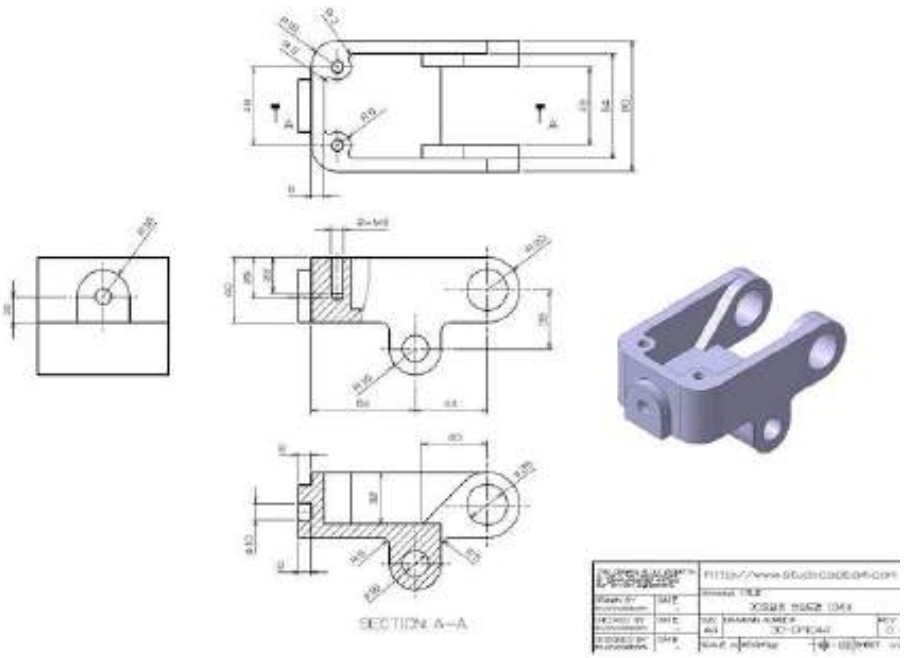
По завершении процедуры слайсинга, мы можем запустить печать – в случае, если 3D-принтер подключён посредством шнура, либо же сохранить задание на носитель и, с него запустить печать напрямую с принтера.

Перейдя во вкладку «Изменить G-код», мы можем просмотреть и, при необходимости изменить G-код – указать паузу на определённом слое печати, например.

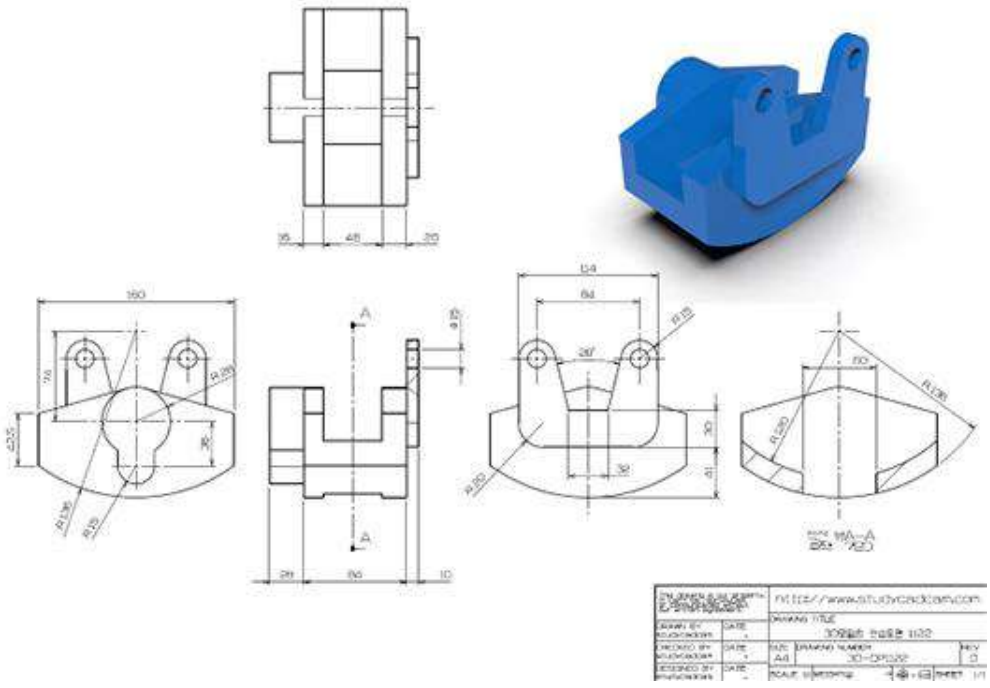


Задание:

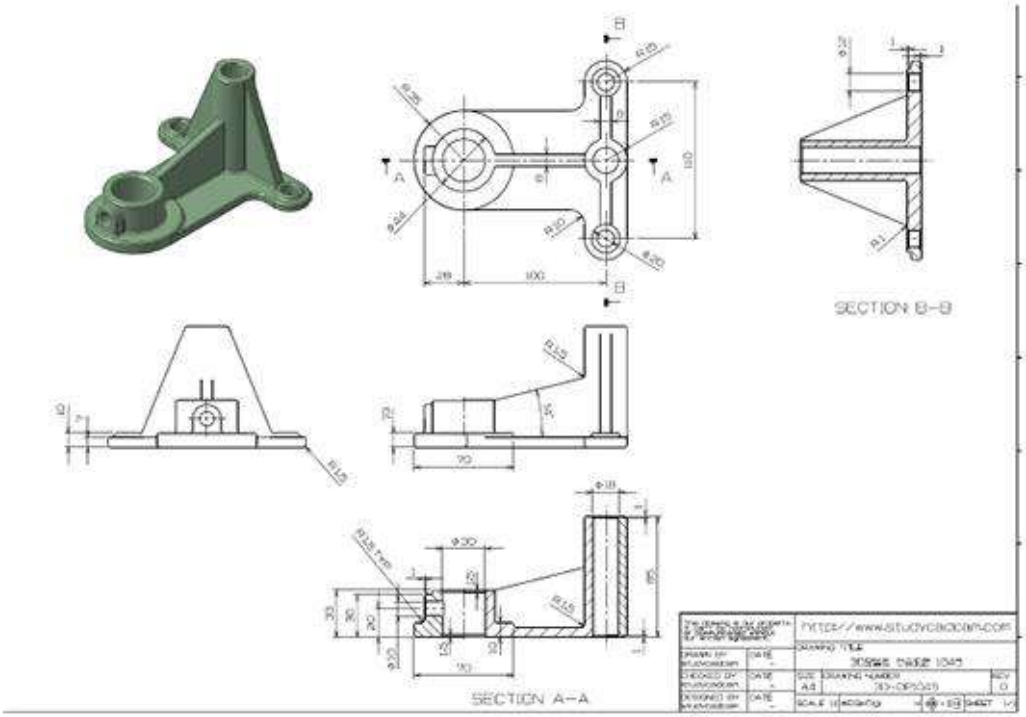
Вариант 1



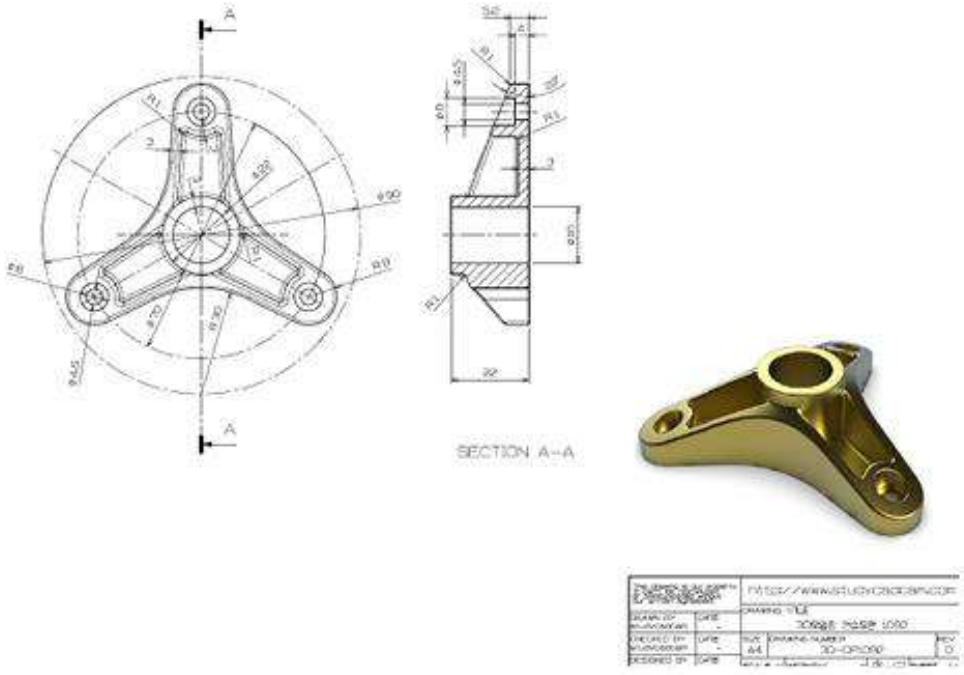
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 28.
Генерация поддерживающей структуры

(Время выполнения работы - 1 час)

Цель: научиться использовать разные виды структур поддержки для различных частей 3D моделей при использовании 3D FDM принтеров.

Ход работы.

Если модель имеет навесные элементы, которые не поддерживаются ничем снизу, и другое расположение модели неприемлемо, то необходимо добавление дополнительных поддерживающих структур, чтобы обеспечить успешную 3D печать.

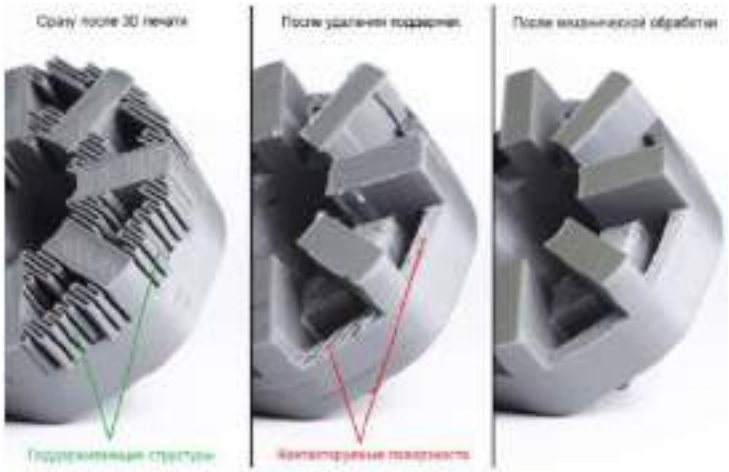
Особенно, вопрос построения поддержек очень актуален для сложных моделей.

Но и обработка таких сложных изделий достаточно трудоемкая! Поскольку необходимо добиться требуемого качества поверхности распечатанной модели и при этом не повредить эту самую модель.

Однако, есть и негативные моменты использования поддерживающих структур.

Во-первых, поддержки оказывают влияние на конечный результат 3D печати, а именно на чистоту поверхности (поскольку требуется дополнительная механическая обработка поверхности после удаления поддержек), как следствие это приводит к шероховатости контактируемой поверхности. Поэтому это может быть проблемой, если деталь должна быть очень точной, например, если вы

нуждаетесь в проверке сопряжения с другой деталью.



Во-вторых, удаление поддерживающих структур - это дополнительные операции (шлифовка, полировка и т.д.), которые увеличивают время исполнения.

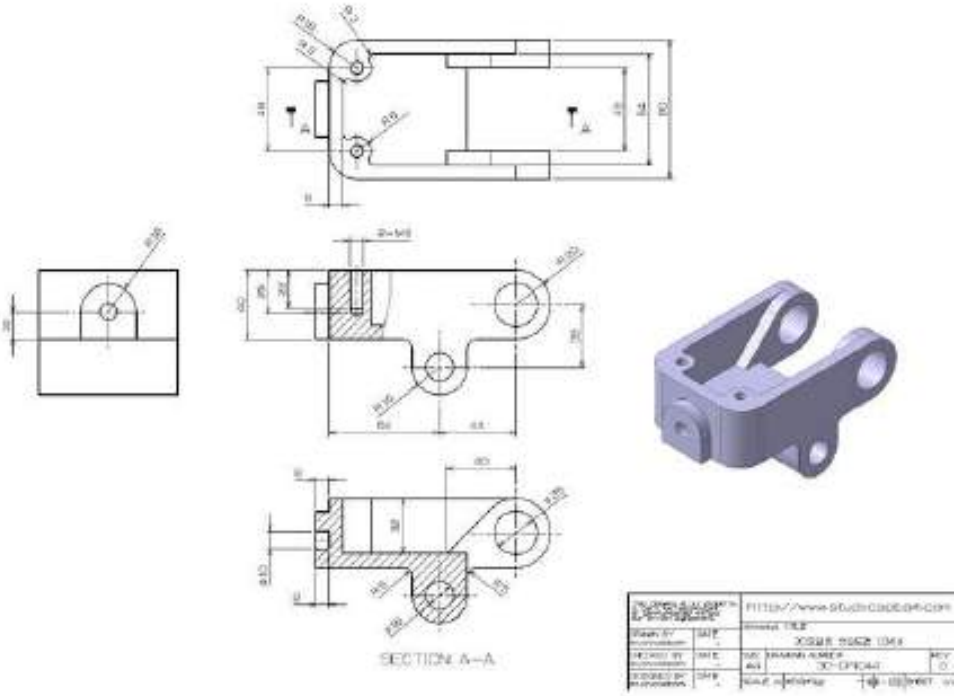
В-третьих, дополнительная механическая обработка проводится вручную.

В-четвертых, очевидно, что поддержки увеличивают массу затрачиваемого материала при 3D печати.

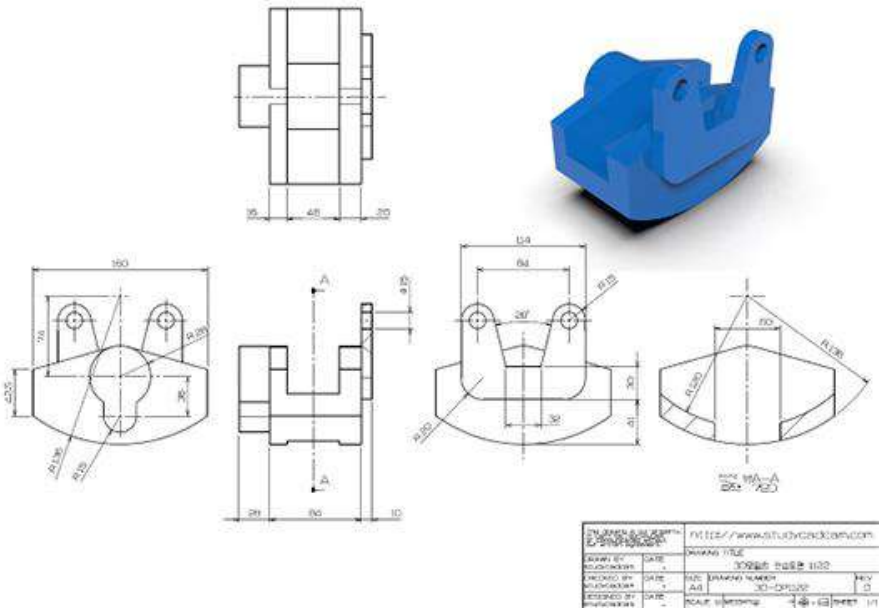
Поэтому правильно созданные 3D модели, поддерживающие структуры и рациональное расположение модели при 3D печати очень важны, особенно для сложных моделей.

Задание:

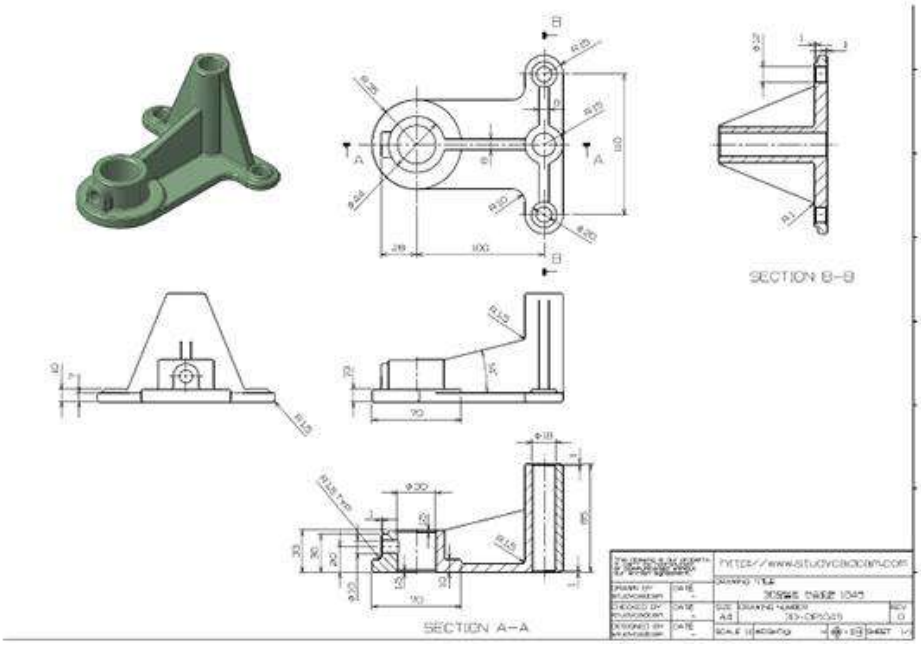
Вариант 1



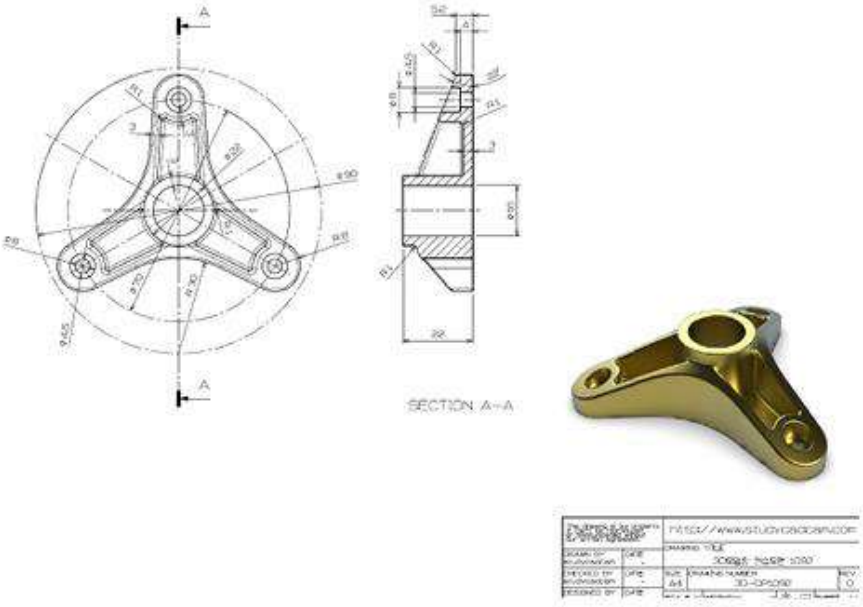
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 29.
Выбор материала для печати. Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов

(Время выполнения работы - 1 час)

Цель: научиться подготавливать модель к печати на FDM 3D принтере, выбирать материал для печати в зависимости от детали.

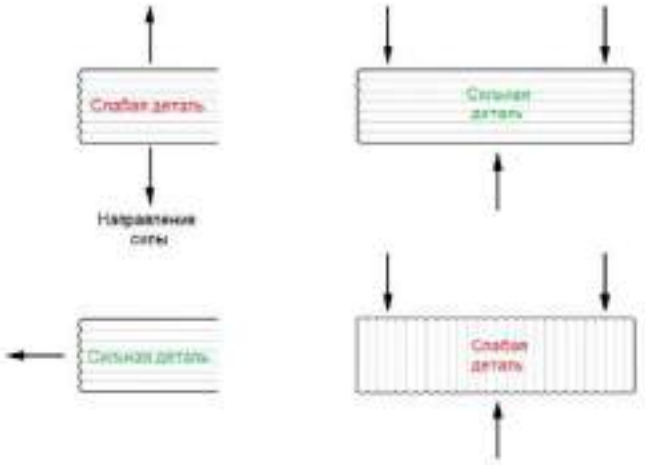
Ход работы.

На что важно обратить внимание при создании 3 D модели, разберем подробнее.

Прочность готового изделия

Сломать деталь по слоям гораздо проще, чем поперек.

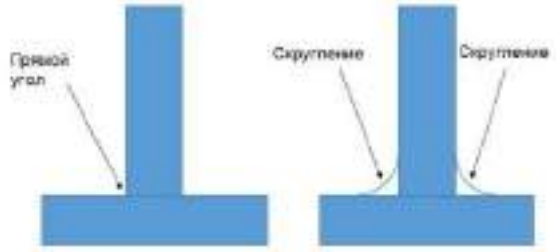
Слоистость или анизотропность материала. Это нужно учитывать заранее, задавшись расположением 3D модели на рабочем столе 3D принтера. Когда Вы начинаете создавать компьютерную 3D модель вашего будущего изделия, Вы наверняка уже знаете в каком направлении будут действовать силы растяжения, сжатия или кручения.



После этого Вы должны расположить вашу модель на рабочем столе так, чтобы она была способна выдержать все те нагрузки, которые ей будут приложены. Иначе, в процессе эксплуатации изделия Вы можете столкнуться с разрушением разработанного Вами прототипа.

Скругления

Ножка табуретки и столешница в месте стыка должны иметь скругленный угол. При этом, чем больше радиус скругления, тем прочнее ножка будет закреплена на столешнице. Аналогично для различных корпусных деталей.



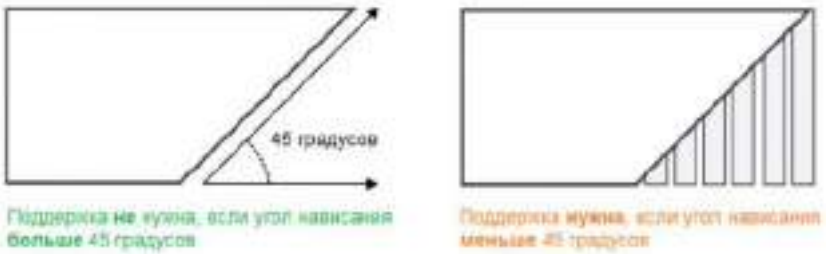
Моделируем коробку? Все прямые углы скругляем. При этом неважно, в какой они плоскости. Даже там, где нужен прямой угол, делаем радиус 0,5 мм. Принтер легче пройдет такой участок, чем нескругленный, не будет удара от резкой остановки экструдера, деталь не покачнется и прочие плюсы.

Толщина стенок и заполнение

Максимальная прочность при 100% заполнении — это факт, но если нужно облегчить деталь или сэкономить пластик, можно сделать в настройках печати гораздо большую толщину стенки, при этом заполнение выставить гораздо ниже. Это работает с деталями, имеющими отверстия под крепеж. При создании машинного кода для принтера абсолютно все внешние стенки толстые, поэтому крепеж будет окружен надежным толстым слоем пластика вашей детали.

Поддержка

Данный элемент влияет на прочность тем, что не всегда слои, опирающиеся на поддерживающую структуру, идеальны по своей структуре. Это можно решать увеличением толщины стенки, заполнением, но лучше стараться создавать 3d модель с минимальным количеством нависающих элементов. Поддержка добавляется слайсером в зависимости от угла между стенкой детали и плоскостью стола. Часто по умолчанию стоит 60 градусов, иногда 45. Этот параметр подбирается экспериментально для каждого 3D-принтера.

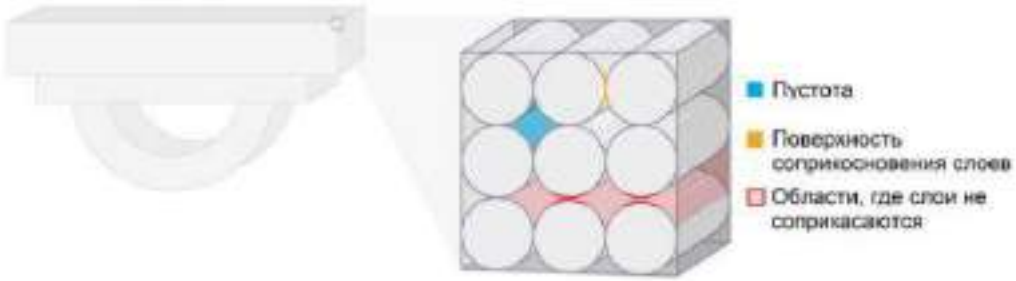


Возможности Вашего 3D принтера можно проверить с помощью специальных тестовых деталей, одну из которых можете скачать на www.thingiverse.com, только не забудьте "выключить" поддержку в настройках слайсера, чтобы проверить реальное качество 3D-печати в её отсутствии. А если, например, вам нужно напечатать Т-образный соединитель для трубок. Литые изделия делают Т-образной формы. 3D-печать заставляет делать изделие **L** или даже **Λ**-образным. Во втором случае можно даже избежать поддержки, а деталь будет прочнее из-за слоев, расположенных под углом 45 градусов к трубкам.

Геометрические ограничения

При 3D моделировании важно учитывать габаритные размеры рабочей зоны 3D принтера

Толщина стенки ограничивается снизу размером сопла 3D-принтера. Его диаметр постоянный и в подавляющем большинстве случаев равен 0,4 мм. Меньшая толщина — долгая 3D-печать для большинства деталей. Чем больше сопло, тем менее прочны связи образуются между слоями, сильнее видны ступеньки между слоями.



И вообще, толщина стенки должна быть кратна 0,4 мм, тогда 3D-принтер сможет аккуратно сделать стенку за два прохода (0,8мм), за 3 прохода (1,2 мм) и т.д. Другие толщины заставят 3D-принтер оставить пробел или перелив, что негативно влияет на прочность и внешний вид напечатанной детали.

3D-Печать тонких цилиндров и «иголок». Для 3D-печати таких изделий нужны особые настройки 3D-принтера: низкая скорость 3D-печати, давать время на остывание, иначе такая структура будет гнуться. Вертикально стоящих тонких элементов лучше избегать всеми силами. Даже если они будут напечатаны, то будут очень хрупкими. Их имеет смысл оставлять только для декоративных целей, но надо быть готовым, что их качество будет хуже качества других элементов 3D-детали.

3D Печать отверстий. Замечу, что если отверстие прямое и сквозное, то его можно рассверлить, если оно изогнутое и требует поддержки, то может получиться так, что достать поддержку будет невозможно. При 3D-моделировании важно учитывать габаритные размеры 3D-принтера. Мы используем удобные 3D-принтеры, стол 250x250 мм, диагональ 353 мм. Вот сюда и нужно вписывать габариты, по возможности. Иначе надо заказывать либо промышленный 3D-принтер с большой зоной печати, либо использовать склейку, но лучше сборку, так процесс сборки будет контролируем разработчиком, а не мастером 3D-печати.

Большая площадь основания может повлечь за собой отклеивающиеся от стола края. Мы используем специальный клей, но и это не всегда помогает. К нам периодически обращаются с жалобой на коллег по цеху, что для них такие «мелкие» дефекты, как загнутый край не является причиной для перезапуска 3D-печати, забирайте как есть. Но инженер, который 3D-моделирует деталь, может и сам это учитывать в работе, и делать либо сборки, либо тонкостенные плоские 3D-детали, у которых «не хватит сил» сжать внешний контур и поднять, как следствие, край.

Высокие и тонкие «башни» могут плохо получаться из-за вибраций, возникающих при работе 3D-принтера ближе к вершине, также возможны сдвиги

слоев.

Размеростабильность, точность

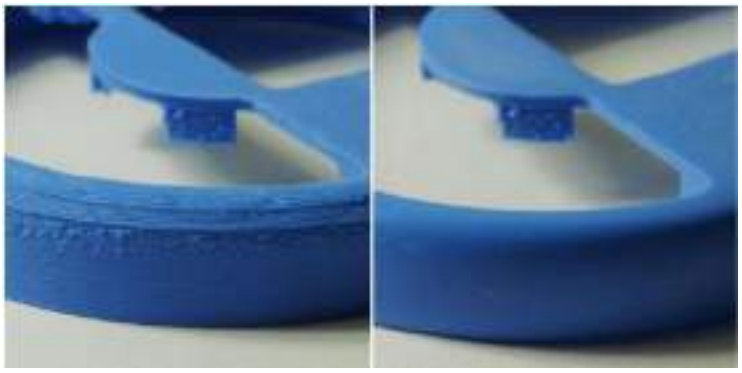
Точная 3D-печать — довольно редкая "птица".

Вероятность того, что сложная составная конструкция соберется с первого раза очень низкая. Тут скорее нужно учитывать то, что можно потом механически доработать детали.Отверстия под крепеж лучше делать с запасом 0,5 мм по диаметру. Прочности это не убавит, болтаться крепеж тоже не будет из-за сил затяжки, но вот если сделать без запаса, однозначно придется рассверливать. Уменьшить размер большого вала, >10мм шкуркой гораздо проще, чем обрабатывать отверстие, под которое требуется огромное сверло, врезающееся в пластиковые стенки и ломающее деталь, или застревающие в нем. Также важно учесть, что при сверлении пластик расплавляется и сверло может в него вплавиться так, что извлечь невозможно. Бывали случаи. Термоусадка не всегда компенсируется, точнее, её очень сложно поймать, она неодинакова по разным направлениям, поэтому учитывать её крайне сложно. Проще напечатать пробный вариант, а потом внести коррективы.

Если важен внешний вид

Возможно, шкурить придется долго и мучительно.

Думайте о том, как мастер будет ориентировать деталь на столе 3D-принтера. 3D-печать идет по слоям, что ярко проявляется при печати поверхностей, отстоящих от горизонтали стола на небольшой угол. Шкурить придется долго и мучительно, потому что придется срезать эту «лестницу» до самых глубоких впадин «ступенек».



Лучше располагать такие поверхности или горизонтально, например, положить

на стол, или увеличивать угол. В ряде случаев, даже добавление поддержки, портящей изнаночную ненужную сторону, позволяет сэкономить время и силы на постобработку.

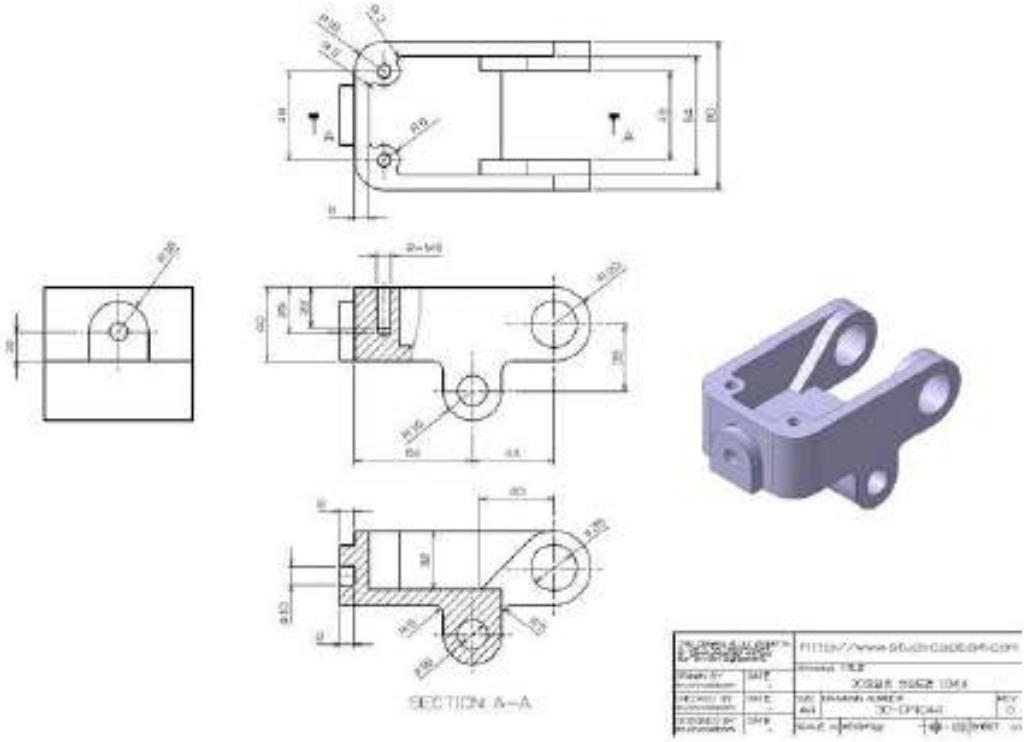
Поддержка.

Во-первых, поверхность, которую она поддерживает, имеет значительно больше дефектов, чем без нее. Во-вторых, тонкая и высокая поддержка — слабая, шаткая, что приводит к тому, что поддерживающая деталь может иметь серьезные дефекты, либо не получиться вовсе.

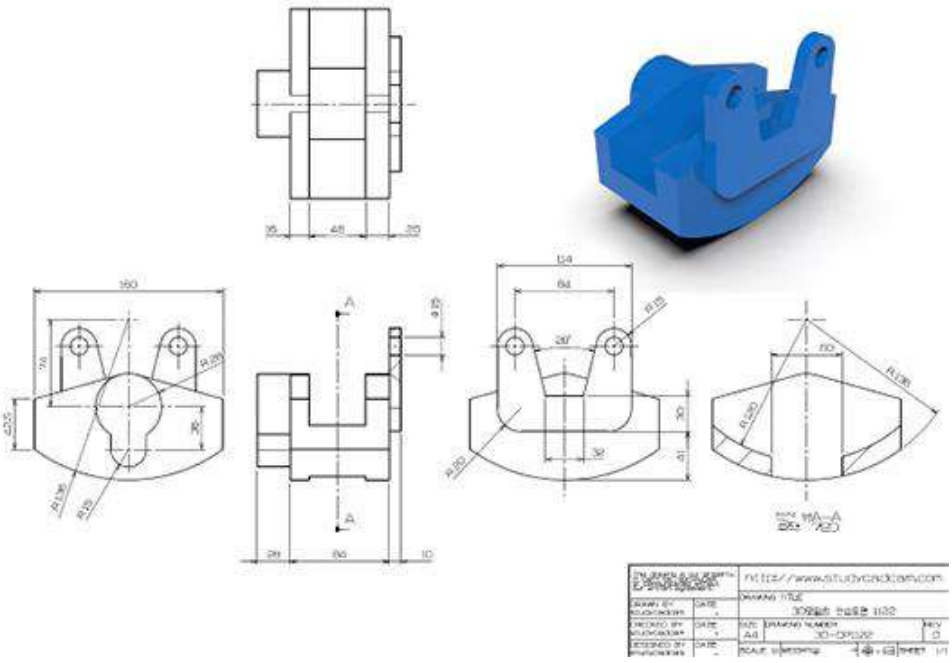
3. Улучшение качества первого слоя. Нужно добавить фаску. Даже там, где не нужен острый угол рекомендую добавить фаску 0,5 мм. Она не будет явно видна, однако кромка получится аккуратной.4. Толщина стенки и заполнение. На что тут можно напороться: заполнение — клеточки 20%, которые либо видно сквозь тонкую внешнюю стенку, либо заполнение незначительно утягивает внешнюю стенку при усадке, но при этом визуально легко определить, что внутри есть поддержка. Тут помогает в первую очередь увеличение толщины внешней стенки, либо увеличение плотности заполнения. Учитывайте это при заказе.

Задание: проанализировать возможности использования материалов для изготовления детали (по заданию преподавателя) и выбрать наиболее оптимальный материал для изготовления заданной детали.

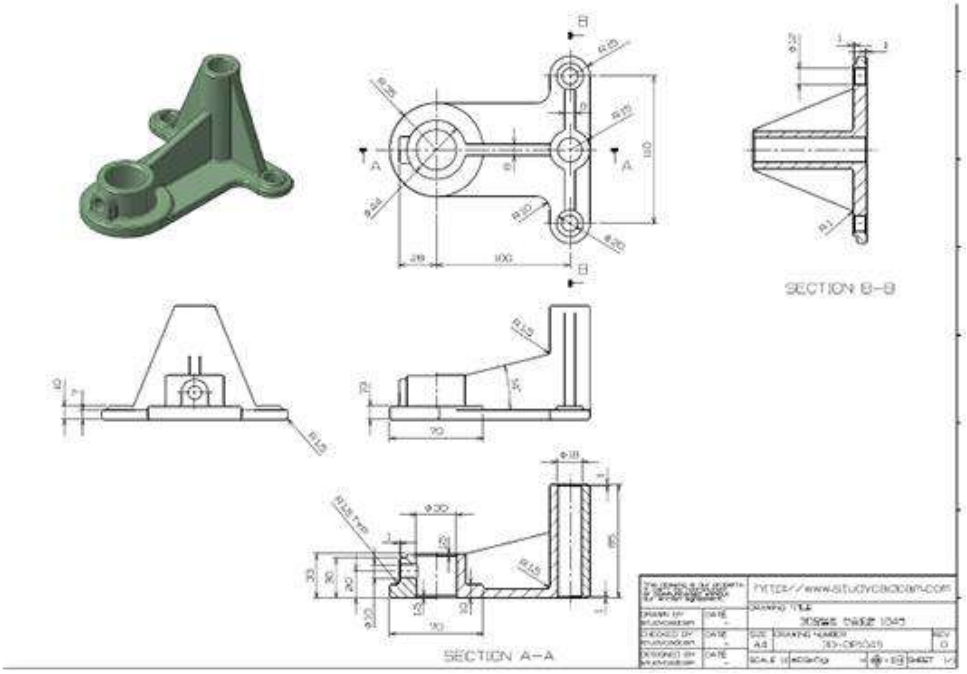
Вариант 1



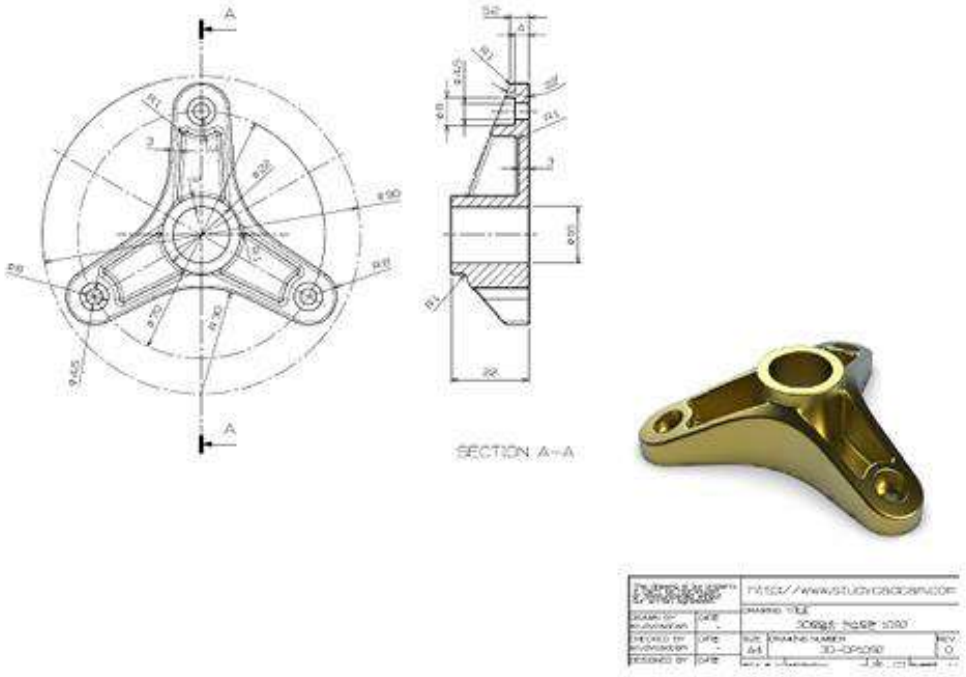
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 30.
Финишная обработка модели после печати

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться выполнять постобработку напечатанной модели.

Ход работы.

Шаг 1: Промывка только что напечатанной модели

Промойте отпечаток, чтобы удалить не отверждённую смолу.

Когда ваша модель только что напечатана, она покрыта не отверждённым фотополимером. Вам нужно его обязательно смыть, прежде чем продолжать постобработку.

Метод №1: Ультразвуковая ванна

Ультразвуковая ванна, как и для чистки ювелирных изделий, — это профессиональный способ чистки ваших отпечатков. Наполните ванну чистой жидкостью и оставьте на пару минут, это снимет тонкий слой не отверждённой смолы.

Метод 2: Ополаскивание

Если у вас нет ультразвуковой ванны, можно просто окунуть модель в ванну с IPA (изопропиловый спирт). Этот метод прост и быстр, но он не обеспечивает такой тщательной очистки, как ультразвуковая ванна.

Шаг 2: Удаление поддержек

Опоры можно снять с помощью кусачек.

Затем удалите опорные конструкции вручную или кусачками. Это можно сделать до или после отверждения модели под УФ-излучением, но будет проще сделать это до.

После удаления останутся небольшие бугорки. Это неизбежно, но это легко исправить с помощью наждачной бумаги.

Шаг 3: Шлифовка

Обычная шлифовка мест присоединения опорных конструкций (поддержек)

Процесс: шлифуются только выступы опоры. Этот процесс подходит для плоских поверхностей. Поскольку поверхность шлифуется только на опорных выступах, общая геометрия деталей, как правило, не изменяется.

Плюсы

- Точность (дает геометрию, близкую к модели в САПР)
- В результате матовая поверхность скрывает недостатки/

Минусы

- Может привести к образованию неровностей на той стороне, где находилась опора (из-за неравномерного шлифования)
- Неэстетична (особенно на прозрачной смоле)

Мокрая шлифовка

Процесс: Мокрая шлифовка обычно обеспечивает наиболее гладкую поверхность (в зависимости от использованных градуировок наждачной бумаги). На неподдерживаемой стороне модели необходимо отшлифовать только линии сборки. Обычно этого можно достичь с помощью одной наждачной бумаги высокой зернистости. Сторона с опорами более трудоемка, обычно требуется как минимум 4 градации наждачной бумаги. Поэтому рекомендуется размещать опоры на наименее видимой части модели. В зависимости от размещения опоры может наблюдаться некоторая потеря точности, поскольку часть материала удаляется в процессе шлифования.

Плюсы

- Отличная гладкая отделка
- Идеально подходит для сложной геометрии
- Лучшая подготовка поверхности под покраску

Минусы

- Более низкая точность на поддерживаемой стороне

Вода, использованная при шлифовании, может привести к появлению белых / светлыхпятен на отпечатке.

Обработка минеральным маслом

Процесс: Эта обработка похожа на шлифовку мокрым способом, за исключением слоя минерального масла, добавляемого после шлифования. Минеральное масло помогает скрыть белые /светлые пятна на модели, создавая красивую ровную поверхность. Эта отделка хорошо подходит для механических деталей, снижая трение и смазывая поверхность.

Плюсы

- Гладкая поверхность

Минусы

- Не подходит для деталей под покраску

Полировки до глянцевой поверхности

Процесс: Поверхность шлифуется наждачной бумагой повышенной зернистости (от 2000). Затем поверхность полируется полиролью. В результате получается максимально гладкая поверхность, но это требует очень много времени и возможно только на поверхностях, которые можно легко отшлифовать.

Эта обработка может не подходить для жестких и гибких смол.

Плюсы

- Глянцевая и гладкая поверхность

Минусы

- Трудоемкая обработка
- Невозможна для деталей со сложной геометрией

- Не подходит для инженерных фотополимеров

Шаг 4: УФ отверждение модель на 3D принтере

Последний этап постобработки — это УФ-отверждение вашего отпечатка. Оно необходимо для многих функциональных смол, потому что это завершает свойства материала модели.

Метод №1: Заводские камеры для УФ отверждения

Многие производители фотополимерных 3D принтеров, производят камеры для УФ отверждения. Они специально оптимизированы для производимых ими смол. Это необходимо для больших отпечатков в коммерческом и профессиональном использовании.

Метод №2: Лампа для отверждения лака для ногтей

Это недорогой и доступный метод. Просто поместите его под лампу и оставьте на ночь. Использование поворотного стола может помочь получить более равномернуюзасветку.

Метод №3: Камера для УФ отверждения своими руками

Многие любители собирают свои собственные недорогие камеры для УФ отверждения. Это легко сделать, поместив ультрафиолетовую лампу в бокс, выложенный алюминиевой фольгой. Модель можно поместить на поворотный стол, чтобы получить ровную засветку.

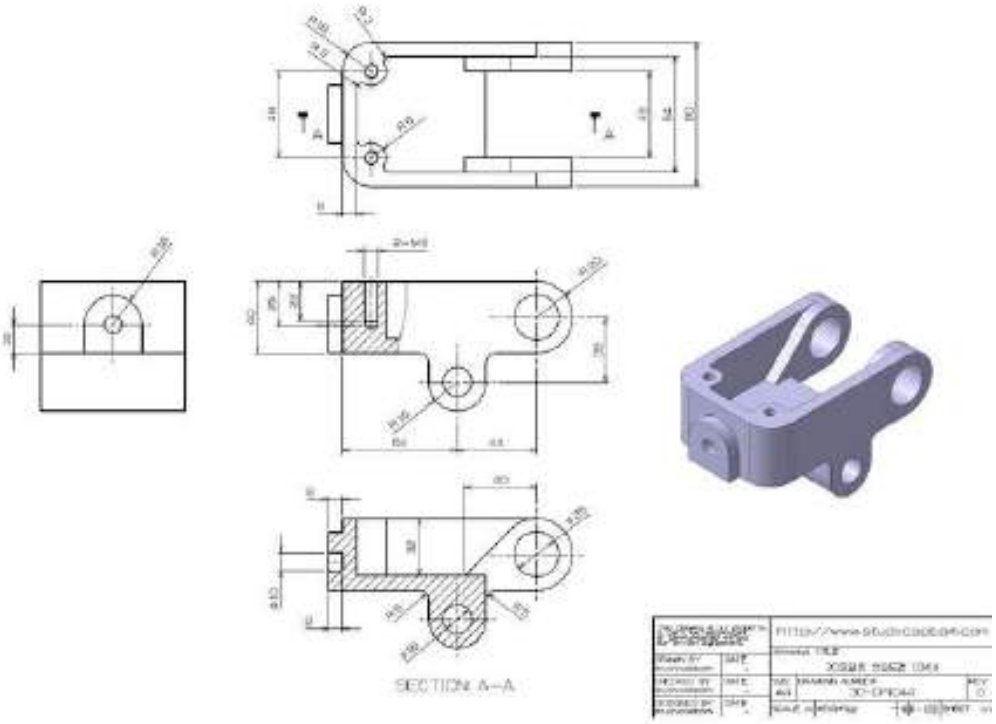
Метод № 4: Солнце

Можно использовать солнечную энергию. Главный недостаток такого подхода, то что он требуется гораздо большего времени для получение приемлемого результата.

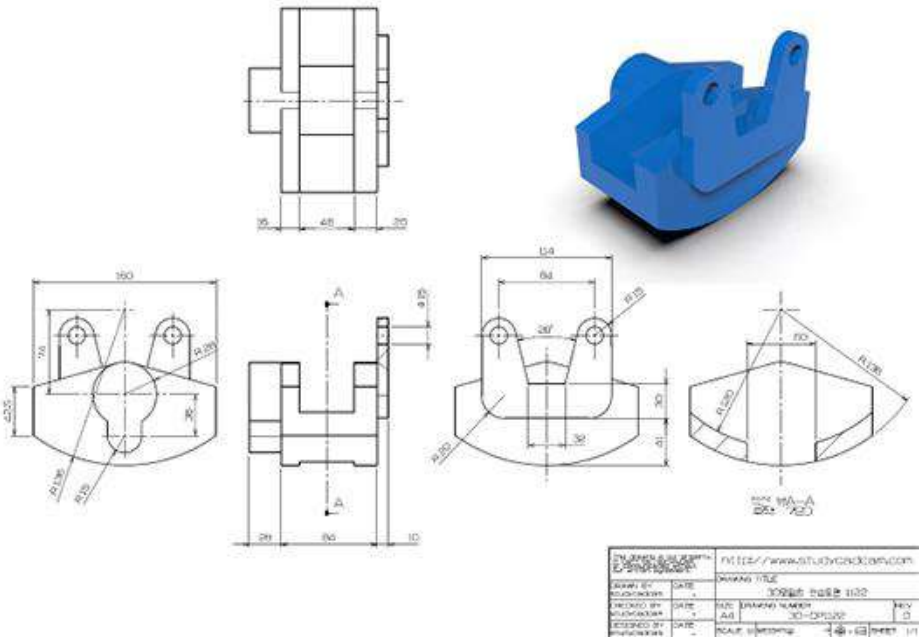
После выполнения данных процедур, смело можно приступать к грунтовке и покраске модели или сразу использовать её по назначению.

Задание:

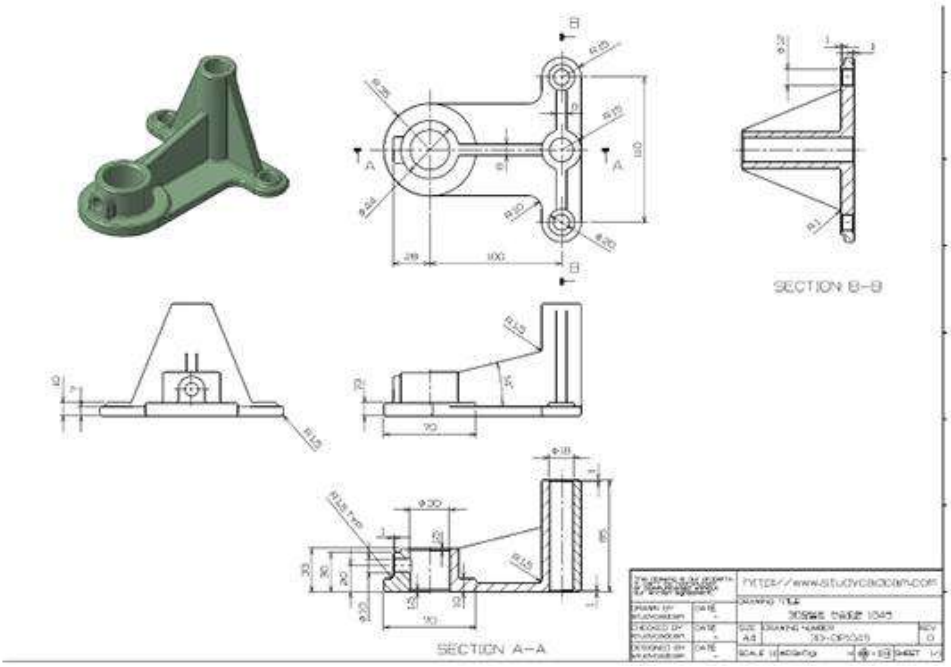
Вариант 1



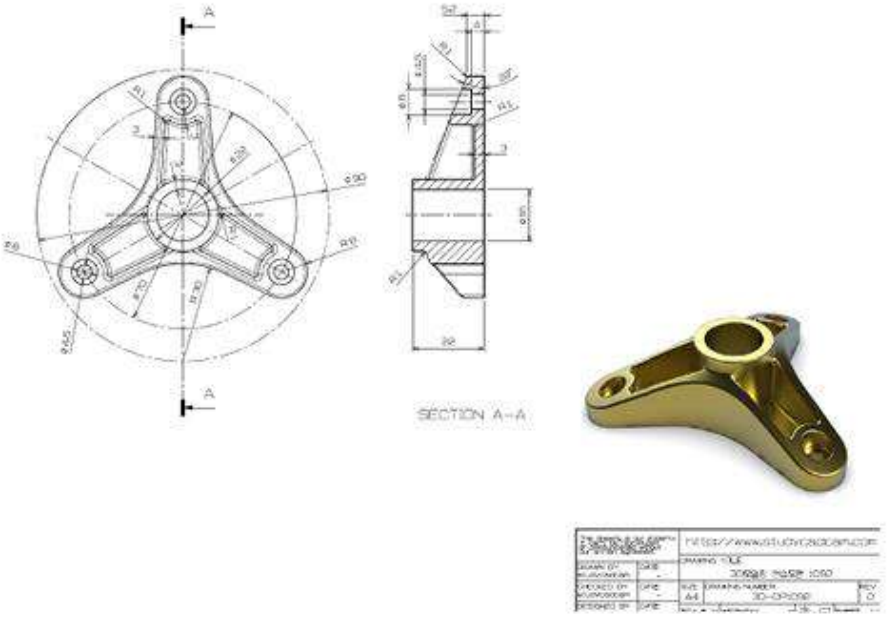
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 31.
Анализ повреждения модели

(Время выполнения работы - 1 час)

Цель: научиться анализировать 3D-модели.

Ход работы.

1. Повторите возможности хостинга цифровых моделей для 3D-печати.
1.1. Найдите одну из моделей в формате OpenScad и сохраните ее в своей папке.
Откройте модель в программе OpenScad, изучите используемые для ее построения команды.
1.2. Со страницы http://www.thingiverse.com/thing:793397 скачайте модель в формате STL файл и сохраните ее в своей папке.
1.3. С помощью программы Meshmixer проведите измерения основных размеров детали.
Определите, какие размеры потребуются для дополнения детали адаптерами. Адаптеры представляют собой 2 планки прямоугольной формы. Каждая планка высотой 3 мм, шириной 10 мм, длину нужно определить, исходя из размеров подшипника. В каждой планке 3 отверстия, из которых два отверстия, по краям, для скрепления половин модели
Третье отверстие - в центре для установки держателя подшипника на основание.
Отверстия овальной формы длиной 8 мм и диаметром окружности 3 мм
Чтобы определить длину адаптера, ориентируйтесь по размерам линейного подшипника LM12UU.
1.4. В программе Meshmixer удалите одну из двух деталей, модели и поверните ее горизонтально, сохраните в STL-формате, проверьте, что после этого в программе Slic3r и OpenScad деталь становится вертикально.
1.5. Импортируйте преобразованную STL-модель в скрипт OpenScad с помощью команды import, дополните ее адаптером.
Исключите с помощью префикса знака процента деталь импортированную STL-модель из печатаемой области, она должна иметь полупрозрачную окраску серого цвета.
1.6. Запишите в отчет адрес страницы модели на сайте thingiverse и Ваш скрипт с комментариями.
2. Для модифицированного примера модели с сайта thingiverse.com в программе Slic3r выполните экспорт модели в G-Code.
3. Исследуйте G-код моделей с помощью программы RepR3D Visual GCode Editor
Основные параметры запишите в отчет.
4. Исследуйте G-код модели с помощью программы GCode Print Simulator
Основные параметры запишите в отчет.
5. Изучите web-инструмент CaliGator для создания калибровочных G-кодов. Получите с его помощью G-коды тестовых моделей, которые исследуйте в программах RepR3D Visual GCode Editor GCode Print Simulator
Справка:
http://roboforum.ru/forum107/topic12890.html

Web-инструмент:
http://base3d.ru/CaliGator
6. Найдите в примерах G-кода ваших моделей, какие команды в них используются, выпишите в отчет назначение и синтаксис этих команд с помощью краткой справки.

Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере, письменный отчет в документе Word – в соответствии с заданием.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 32.
Ориентирование подходящим образом модели для печати

(Время выполнения работы - 1 час)

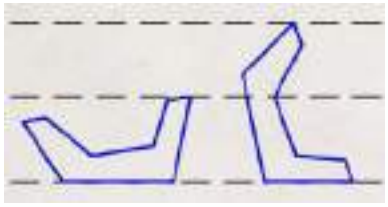
Цель: научиться ориентировать модель для печати методом SLM.

Ход работы.

1) Модель должна иметь наиболее корректную из возможных сетку при первичном экспорте. Т.е., если вы делаете в том же максе модель для печати, следите, чтобы по возможности в ней не было открытых ребер (дырок в сетке), пересекающихся в одном элементе треугольников и сходных непотребств. Система восстановления моделей скорее всего это исправит, но лучше сводить риск к минимуму.

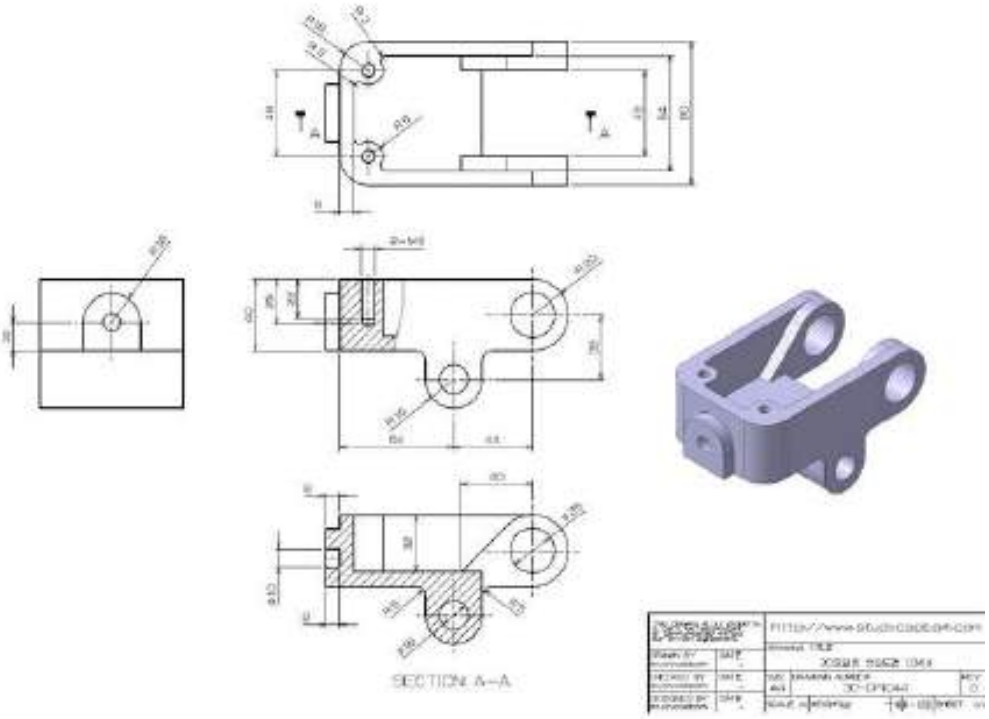
2) Актуально для всех. Сложные или крупные модели нужно разделять на элементы, т.к. напечатать за один заход это или невозможно, или результат будет заметно менее качественный, нежели распечатать правильно в нескольких частях, а потом склеить.

3) Правильное расположение модели. Чем ниже высота, тем быстрее модель печатается – совокупная скорость печати в высоту всегда ниже скорости печати самих слоев…

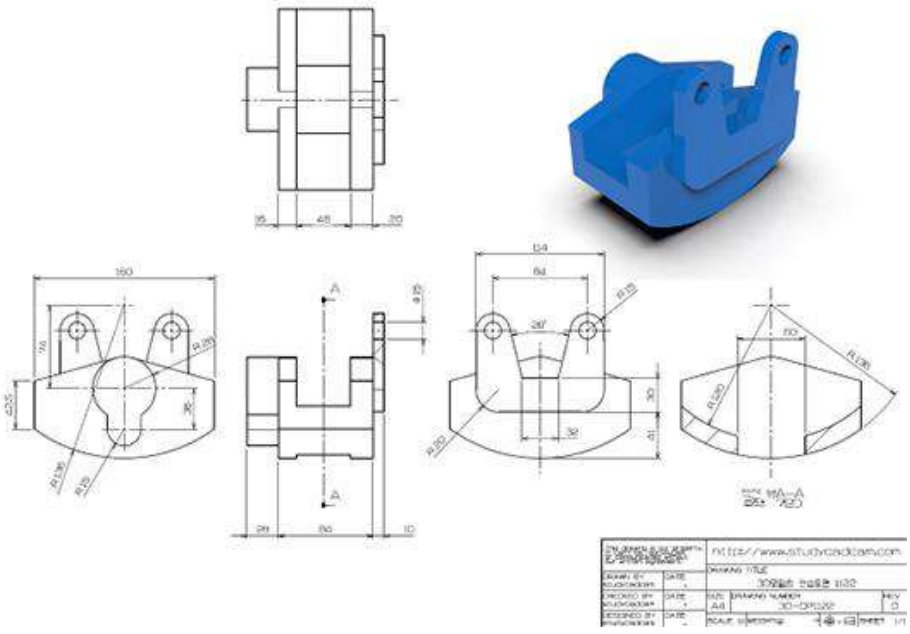


Задание:

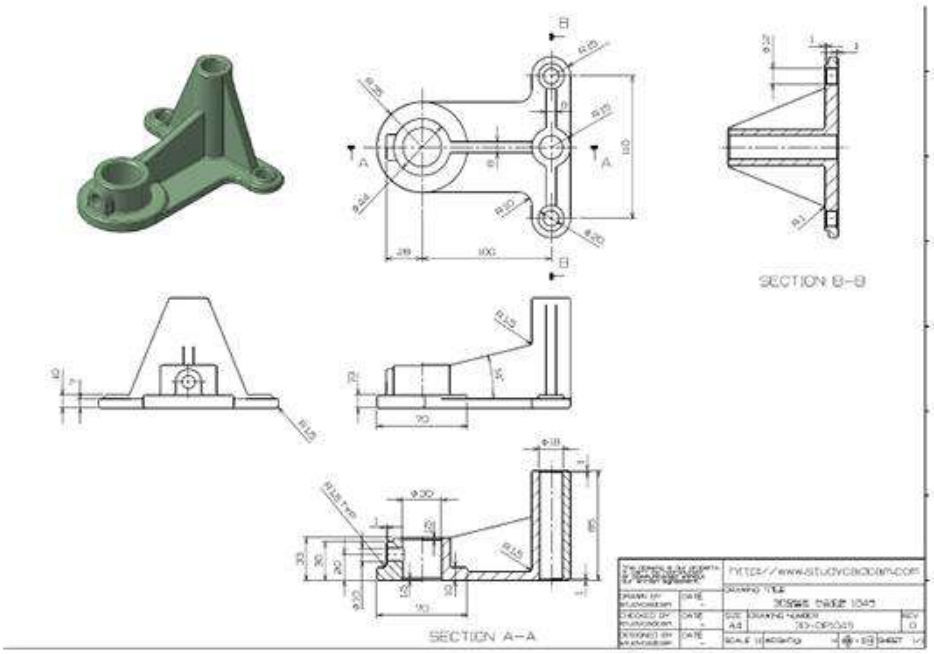
Вариант 1



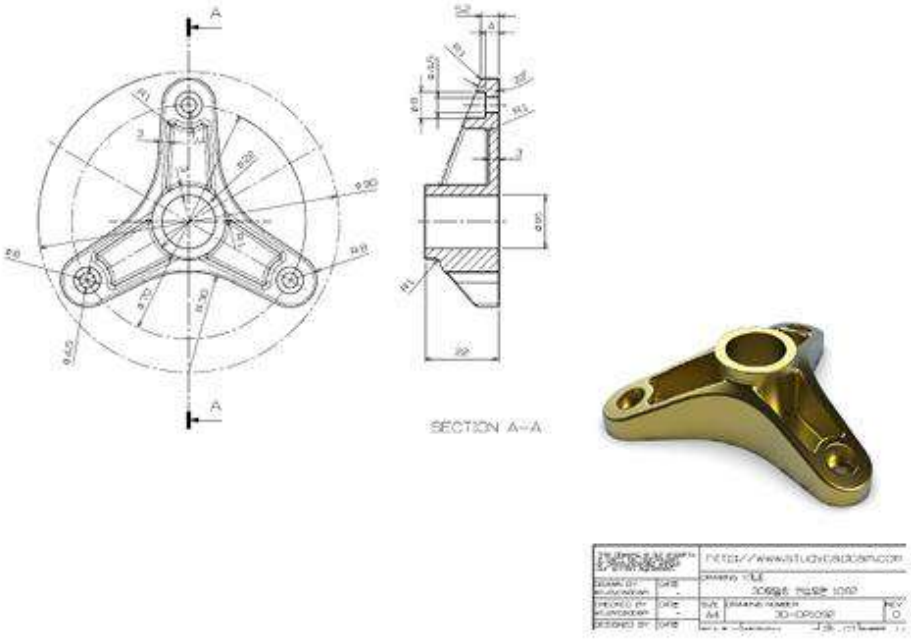
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 33.
Генерация поддерживающие структуры

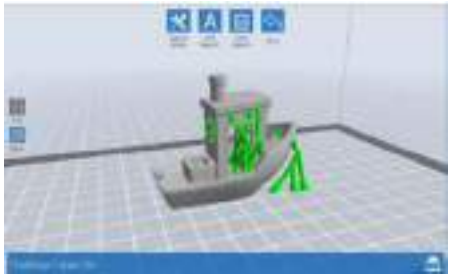
(Время выполнения работы - 1 час)

Цель: научиться использовать разные виды структур поддержки для различных частей 3 D моделей.

Существует два распространенных типа поддержек для 3D-печати: древовидная (точечная) и линейная /аккордеонная.

Древовидные (точечные) поддержки

Древовидная поддержка — это древовидная структура, которая поддерживает выступы 3D модели. Этот тип поддержки для 3D-печати касается только выступов в определенных точках.



Древовидные структуры поддержек 3D-модели

Преимущество использования древовидной поддержки 3D-печати состоит в том, что ее легче удалить, не повредив соприкосающиеся части выступа и расходуется меньше материала. Но обратите внимание, что они подходят только для неплоских выступов, таких как кончик носа, кончик пальца или дуги. Они не обеспечивают достаточной устойчивости для горизонтальных, плоских выступов. Широко применяются в фотополимерной 3D печати (SLA, DLP, LCD).

Линейная или аккордеонная Поддержка

Это наиболее распространенный тип поддержки, используемый в 3D-печати. Этот тип поддержки состоит из вертикальных столбиков, которые касаются всего свеса, выступа или моста. Этот тип поддержки работает практически для каждого выступа и моста. Тем не менее, их гораздо сложнее удалить и они гораздо чаще приводят к повреждению поверхности модели, к тому расход материала много выше, чем при использовании древовидных поддержек.

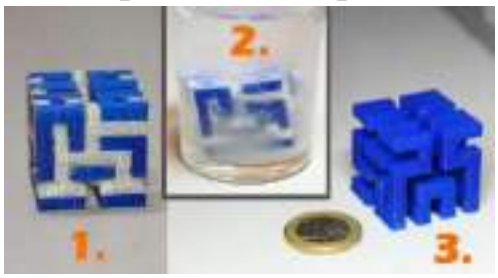
Структуры линейной поддержки

Поддержки и 3D модель из разных материалов

Если у вашего 3D принтера один экструдер, используется один и тот же материал для печати модели и поддержек. Поскольку модель и опорные конструкции для 3D-печати сделаны из одного и того же материала, единственный способ отделить их — либо отломать поддержки вручную, либо аккуратно отрезать их ножом, к тому адгезия собственного материала лучшая, по сравнение с использованием разных, что для поддержек не является плюсом.

Альтернативный вариант — использование 3D принтеров с двойными экструдерами.

Растворимые поддержки 3D-печати



Растворимые поддержки легче удалить, но они требуют двойного экструдера

Если у вас есть принтер с двумя экструдерами, есть отличный вариант. Вы можете заправить один экструдер PLA нитью для печати модели, а другой водорастворимым материалом, такими как PVA или HIPS, растворимым в лимонене. После завершения печати просто смойте опорную конструкцию, погрузив модель в растворитель.

Этот метод удаления снижает риск повреждения модели и облегчает последующую обработку. Идеально подходит для сложных отпечатков!

Как правильно удалить поддержки для 3D-печати

Поскольку поддержки 3D-печати зачастую сложно удалить, и они могут повредить модель, рассмотрим несколько проверенных приемов, чтобы правильно их удалить.

1. Во-первых, определите несущие конструкции 3D-печати, которые полностью открыты и легко удаляются пальцами рук. Если вы все сделаете правильно, большая часть структуры поддержек должна легко оторваться.
2. Используйте инструмент для удаления структур поддержек 3D-печати, в трудно доступных местах. Есть много мнений о том, какие инструменты работают лучше всего. Вы можете использовать плоскогубцы, шпатель,кусачки или канцелярский нож.

3. При использовании ножа или шпателя рекомендуется слегка нагреть лезвие. Это облегчает нарезку структур поддержки 3D-печати. Бутановая горелка может помочь, не переусердствуйте, убедитесь, что вы не повредите модель.

4. Многие люди не одобряют использование ножей, потому что это довольно острый и опасный инструмент. Один промах, и вы можете получить отрезанный палец, вместо отрезанной опоры.

5. Наждачная бумага также отличный инструмент для удаления. Шлифование наждачной бумагой с высокой зернистостью (от 220 до 1200) удалит структуры, а также отполирует модель. Для достижения наилучших результатов нанесите на деталь воду и шлифуйте ровными легкими движениями до тех пор, пока не получите желаемое качество поверхности.

6. Модели на основе PLA могут образовывать напряжения, когда несущие конструкции 3D-печати отрываются от них, что приводит к появлению царапин и дефектов. Лак для ногтей является отличным инструментом для исправления или маскировки.

Минимизация объема поддерживающих структур для 3D печати благодаря продуманному дизайну 3D модели

Интегрируйте поддержки в 3D-модель

Один из способов избежать использования поддержек — добавить в модель элементы, которые могут выполнять ту же работу. Этот трюк использовался скульпторами на протяжении веков. Например, посмотрите на эту скульптуру Антонио Кановы «Венера Витрикс».

Венера Витрикс Антонио Канова

Здесь правая рука — это выступ, но она поддерживается подушками. Левая нога — еще один выступ, но на этот раз сгруппированный тог выступает в роли опоры.

Следующий пример — модель «The Guardian» от дизайнера @fantasygraph. Ноги и ягодицы модели поддерживаются платьем. Копье, прикрепленное к основанию, служит опорой для левой руки.

The Guardian от @fantasygraph показывает, как опоры могут быть интегрированы в модель.

Интеграция структуры поддержки 3D-печати в дизайн — это больше искусство, чем наука. Вам нужно придумать элементы, которые одновременно вписываются в общий дизайн и могут поддерживать выступы или мосты. Если все сделано правильно, это увеличивает красоту модели и освобождает процесс печати от использования поддержек — экономя время, деньги и труд.

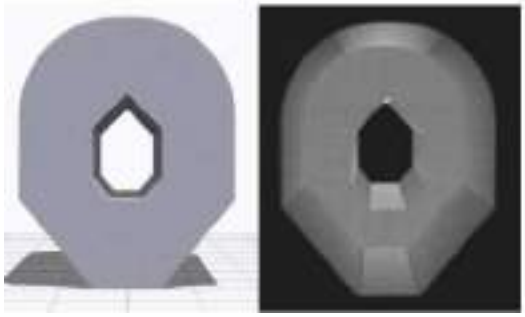
Фаски

Еще один способ устранить необходимость в структурах поддержки — это фаски. Фаски — отличный способ превратить отвратительные выступы в безобидные выступы с углами менее 45 градусов.

Ломанную вы можете заменить на прямую, в итоге получится угол до 45 град. который не требует поддержки. Такой дизайн называется фаской.

Слева: постепенно скругленный край, требующий поддержки. Справа: прямой край, который можно печатать без структур поддержки

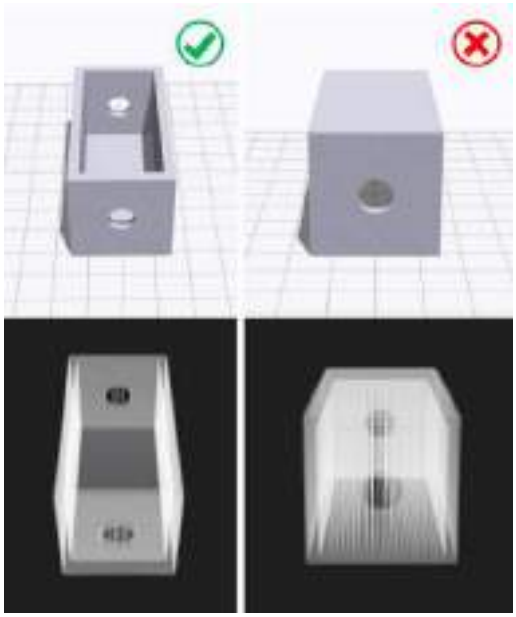
Точно так же, если у вас есть отверстие в модели, вы можете преобразовать его в граненное отверстие, например, в форме капли. В большинстве случаев это не повлияет на общую эстетику модели. Но это поможет вам уменьшить количество поддерживающих структур, необходимых для печати модели.



Отверстие в форме слезы

Минимизация структур поддержек 3D-печати путем переориентации

Иногда свести к минимуму необходимые структуры поддержки так же просто, как переориентировать модель на печатной платформе. Например, намного лучше напечатать открытую коробку, показанную ниже, с открытой гранью сверху.



Минимизация использование структур поддержки, искусно переориентировав модель на столе 3D принтера

Вот более нетривиальный пример, опять же от дизайнера @fantasygraph. Это модель персонажа с горизонтальной рукой.

Если вы напечатаете модель как есть, нам нужно будет создавать поддержки для левой руки.

После удаления опор, скорее всего, останутся небольшие дефекты на нижней стороне руки. Чтобы избежать этого, вы можете повернуть всю модель на 45 градусов и просто добавить поддержку для основания модели. Качество основы

модели не имеет большого значения в любом случае. Таким образом, вы можете напечатать модель с меньшим количеством структур поддержки.

Печать свесов и мостов без поддержек 3D печати

В предыдущих разделах мы подчеркивали, что вы должны по возможности минимизировать использование структур поддержки 3D-печати. Чтобы минимизировать этот риски, вот несколько общих приемов:

1. Убедитесь, что ваш 3D-принтер находится в оптимальном и исправном состоянии.
2. Убедитесь, что охлаждение вашего экструдера как можно лучше. Чем дольше будет охлаждаться ваш материал, тем больше вероятность того, что ваш мост или свес деформируется или разрушается. Агрессивно используйте свои охлаждающие вентиляторы. Кроме того, максимально снизьте температуру печати.
3. Снижение скорости печати также помогает охлаждать и особенно помогает при печати более длинных мостов и хитрых свесов.
4. Если возможно, попробуйте использовать минимальную толщину слоя. Более низкая толщина слоя означает меньшую массу, нанесенную за цикл прохождения печатающей головки к тому же это помогает быстрее охлаждать материал слоя.

Добавление поддержек в слайсере CURA

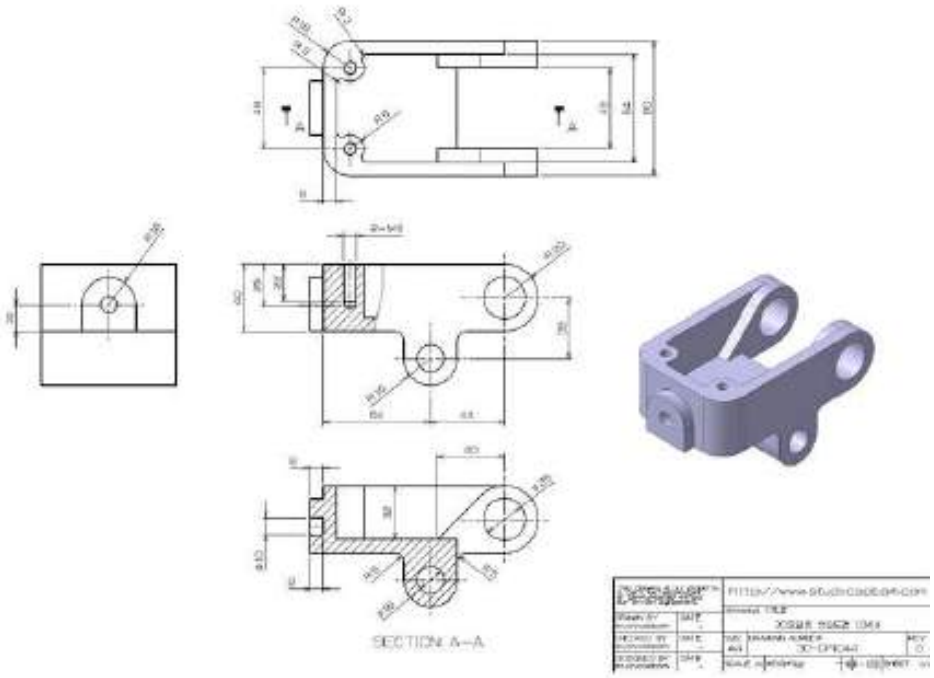
Иногда невозможно избежать использования поддержек. Но даже в этом случае вы должны стараться гарантировать, что структуры поддержек стабильны, и тратят оптимальное количество материала, легко удаляются и не повреждают поверхность модели.

Программное обеспечение слайсеров предоставит вам множество дополнительных способов настройки структур поддержек. Большинство программ для нарезки могут генерировать структуры поддержки автоматически, но они также предоставляют ручной режим, в котором вы можете добавлять или удалять их в любом месте. Кроме того, слайсеры предоставляет множество различных настроек, которые дадут возможность управляют следующими аспектами 3D печати:

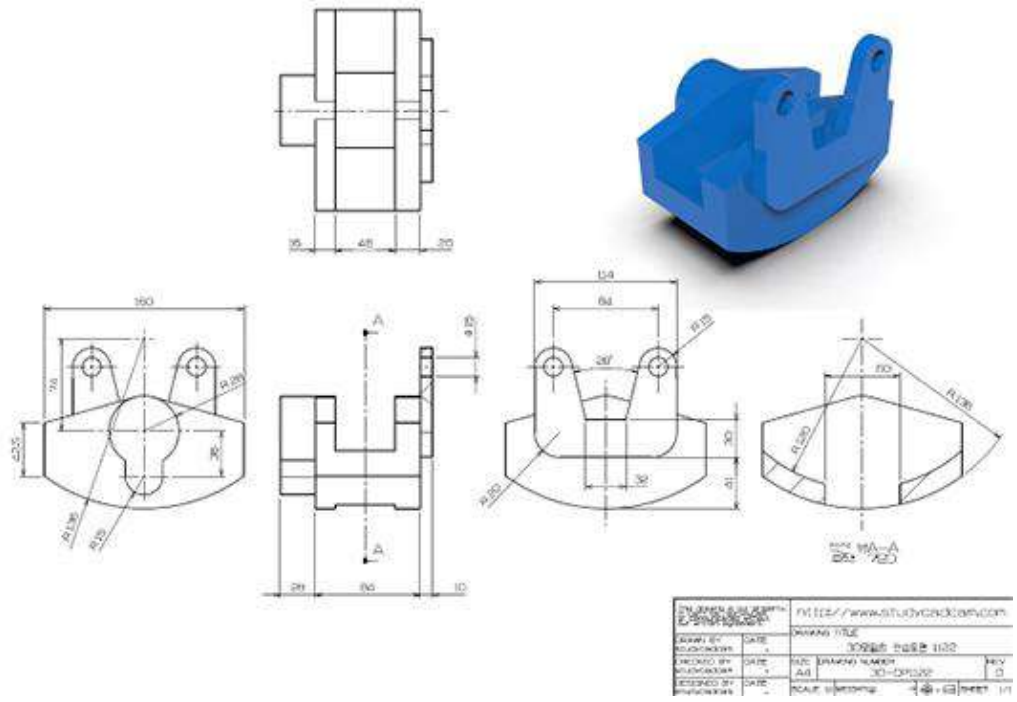
- Размещение структур поддержки 3D-печати
- Плотность и прочность структур поддержки
- Площадь соприкосновения поддержки и 3D модели
- Легкость удаления после печати

Задание:

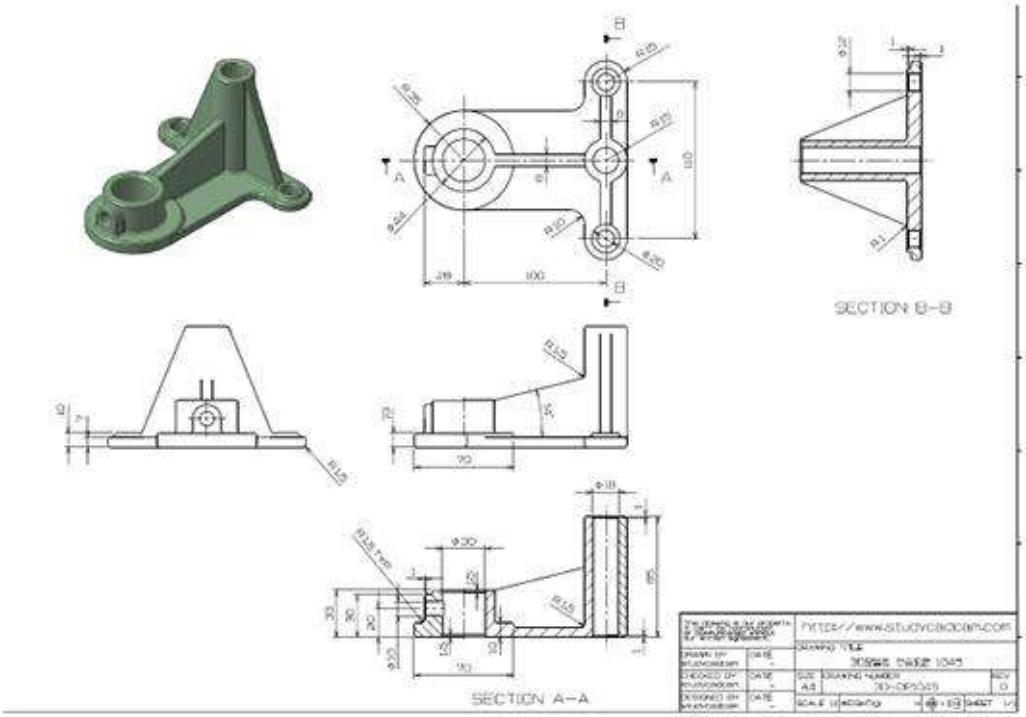
Вариант 1



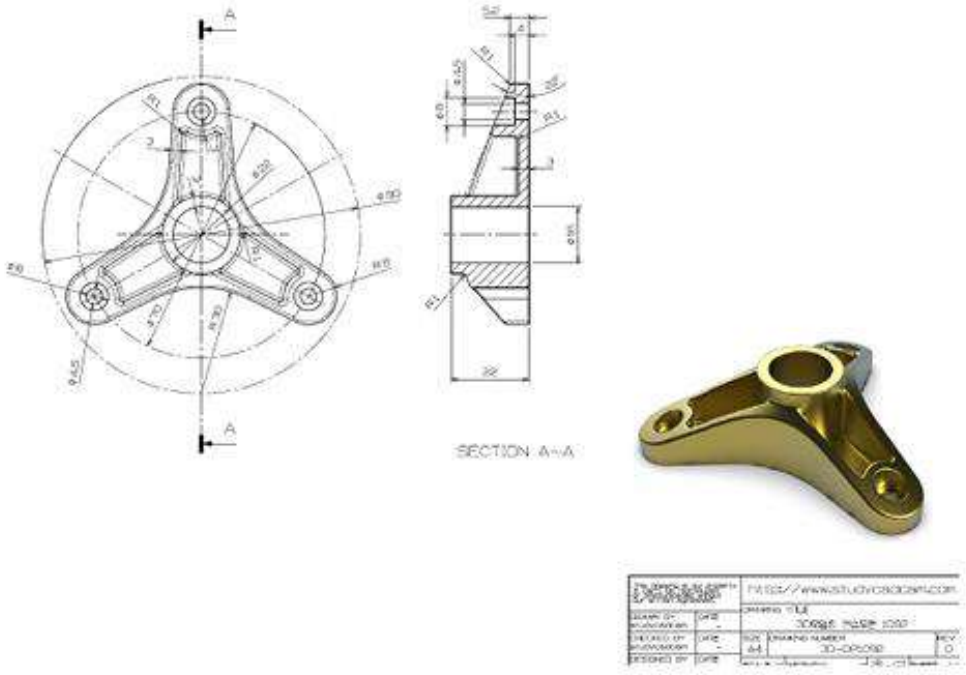
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 34.
Выбор материала для печати

(Время выполнения работы - 1 час)

Цель: научиться выбирать материал для печати в соответствии с задачами печати.

Технология SLS: основные достоинства

- высокая производительность;
- высокая пропускная способность;
- низкие затраты на деталь;
- свобода проектирования и дизайна.

В силу того что большинство известных технологий 3D печати, таких как стереолитография, послойное наплавление, требуют использования поддерживающих структур при печати сложных объектов, то это серьезно ограничивает их применение или делает по крайней мере более сложным.

Для SLS-печати опорные конструкции не нужны, так как в качестве опор выступает просто неиспользованный материал. Это позволяет создавать объекты любой степени сложности, даже те, которые ранее считались невозможными. Это могут быть детали, в которых внутри имеются каналы, компоненты и т.д. Конструкция может быть даже очень сложной.

Как правило, детали проектируют в соответствии с возможностями имеющегося производственного процесса. А так как SLS-печать таких ограничений как стандартные методы не имеет, то это открывает новые возможности для инженерных разработок. SLS-принтер может напечатать в одном изделии даже самую сложную геометрию. То есть за один раз можно напечатать изделие, которое могло быть создано другими аддитивными технологиями только из составных частей. Таким образом, можно избежать слабых мест, свойственных традиционной сборке.

Посредством лазерного спекания можно в полной мере использовать потенциал генеративного дизайна. К примеру, можно печатать легкие и сложные решетчатые конструкции, изготовление которых иными путями невозможно.

SLS славится высокой скоростью печати. Она используется для создания функциональных прототипов, характеризующихся долговечностью. Лазер, используемый для плавления порошка намного быстрее и точнее тех, что используются для засветки слоев в технологиях стереолитографии. Тем более они более точные и надежные, чем технология FDM.

За один процесс можно создать много деталей в полной мере используя рабочее пространство. Для этого нужно лишь равномерно и с оптимальной плотностью расположить детали в пространстве сборки. Для этого используются специальные программные средства, которые позволяют максимизировать пространство для

конкретной машины. При минимальных зазорах производительность каждой машины увеличивается в разы.

Операторы в сборочной камере добиваются максимально возможной упаковки деталей. То есть в одну камеру упаковывают максимально возможное количество деталей. И это возможно еще и потому, что нет необходимости в опорных конструкциях, а соответственно, не требуется и сложная обработка в дальнейшем.

При этом детали можно добавить в сборку уже в процессе печати, благодаря чему любые изменения могут быть внесены в ходе работы, буквально в последнюю минуту.

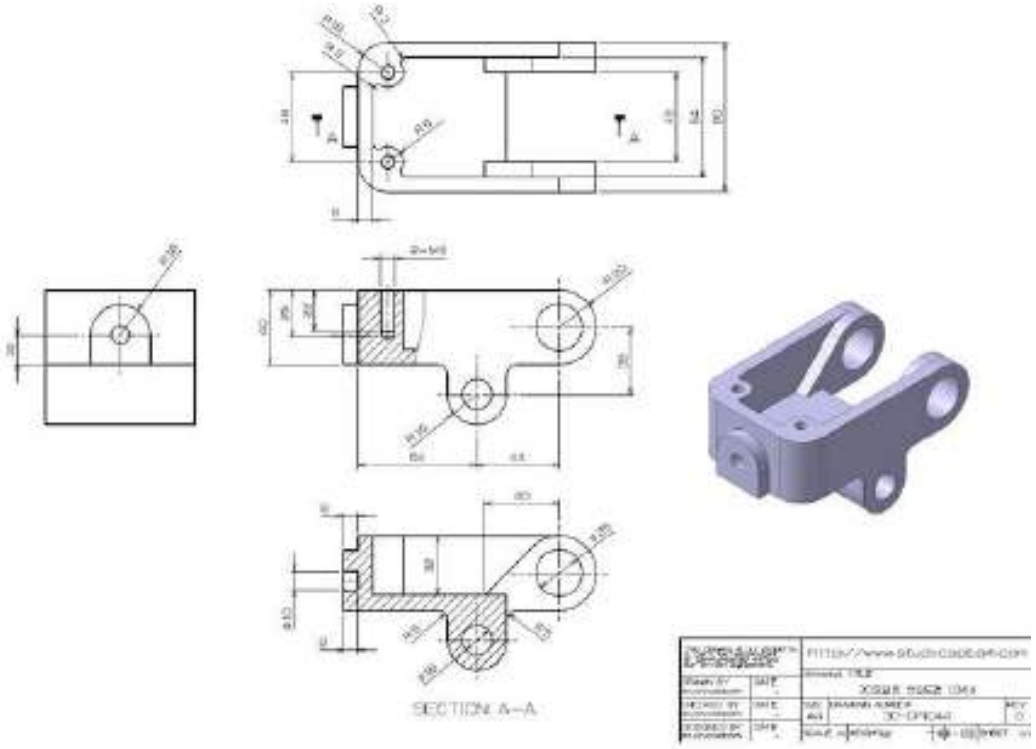
Качественные и надежные расходники

Одно из достоинств SLS-технологии – это ее универсальность и функциональность. В этом свою немаловажную роль играет материал.

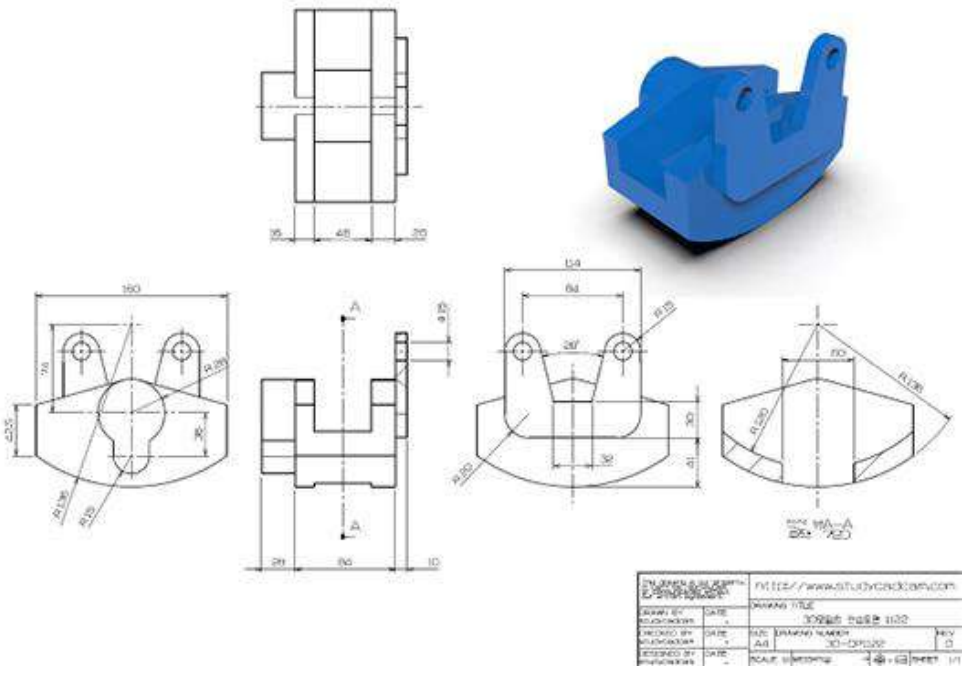
Задание: вспомните все изученные материалы и ответьте, какие материалы и почему являются наиболее функциональными для SLS технологии 3D печати.

проанализировать возможности использования материалов для изготовления детали (по заданию преподавателя) и выбрать наиболее оптимальный материал для изготовления заданной детали.

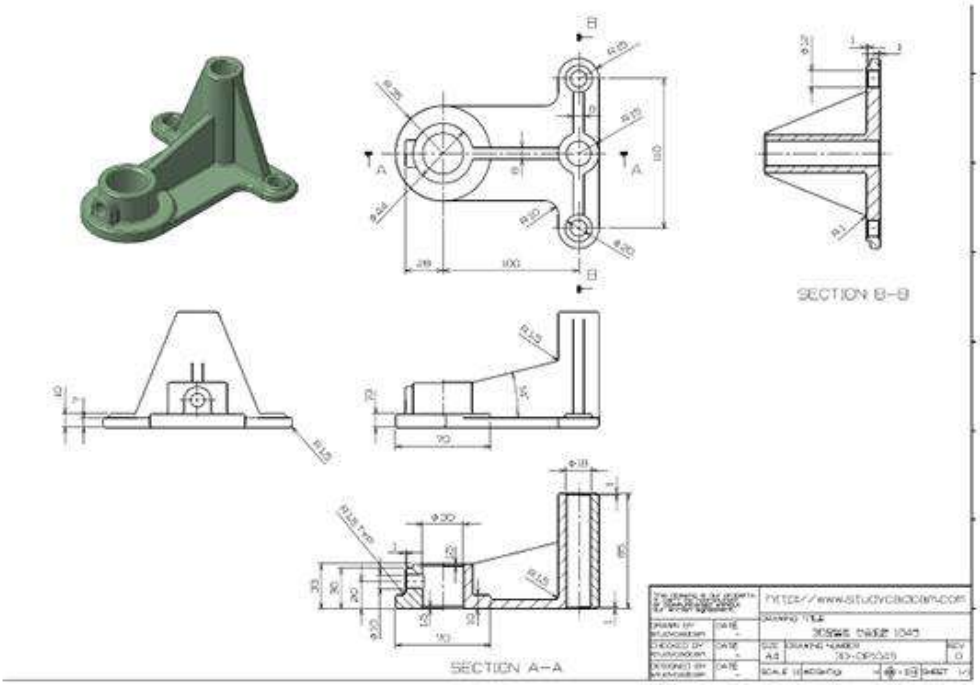
Вариант 1



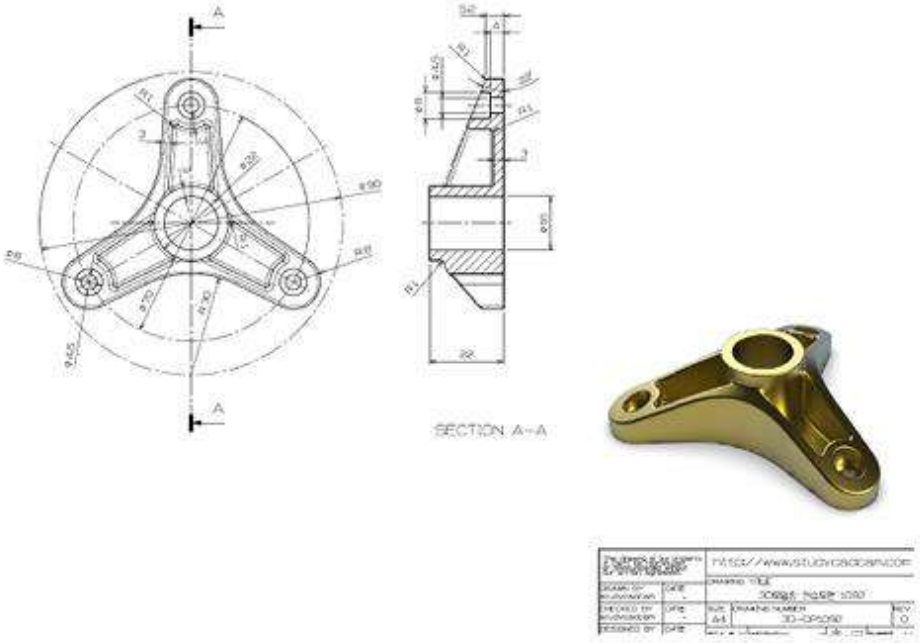
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 35.
Финишная обработка модели после печати

Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться выполнять постобработку напечатанной модели в SLS технологии 3D печати.

Ход работы.

Финальные процессы занимают немного времени, так как SLS-технология не предполагает использования поддержек, а значит и временных затрат на их удаление.

Остывшие модели извлекают из камеры, очищают от остаточного порошка.

Затем порошок просеивают и перерабатывают для дальнейшего использования. Свойства материала немного снижаются, поэтому для следующих циклов печати применяют смесь нового и старого порошка.

Вторичное использование сырья - важное преимущество метода SLS.

Как правило для хранения, восстановления и смешивания порошка используют различные устройства. Formlabs предлагает универсальное оборудование - Fuse Sift для решения всех вышеперечисленных задач.

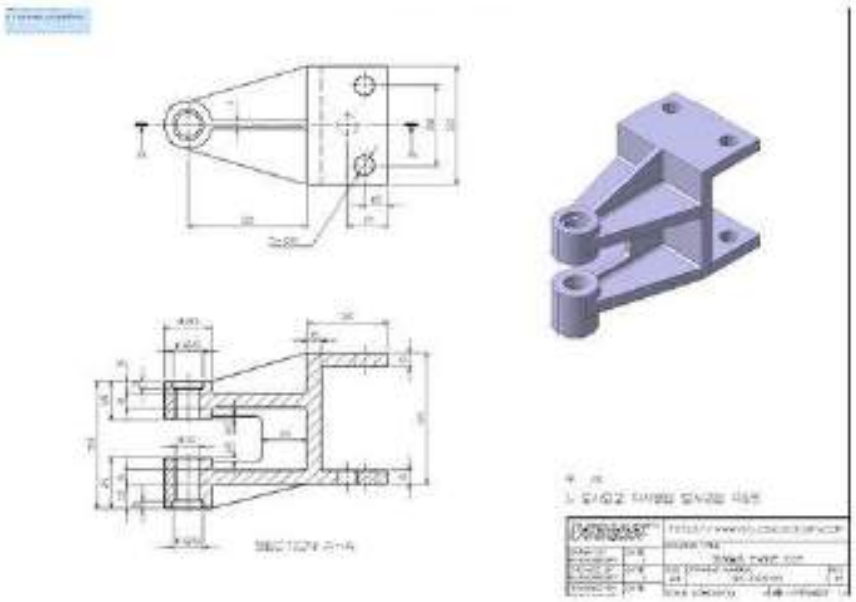
Дополнительная постобработка

Очищенные модели можно сразу использовать. Но для разных проектов может потребоваться дополнительная обработка изделий. Например, для удаления зернистости с поверхности производитель рекомендуют галтовочную или струйную обработку.

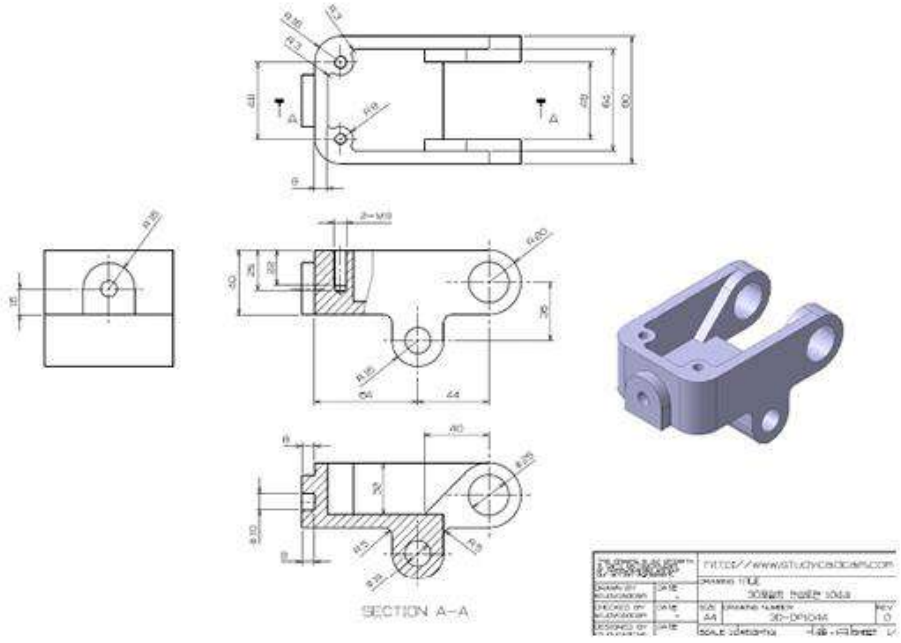
При необходимости изменить другие параметры, например, цвет, водонепроницаемость, электропроводность, изделия можно покрывать различными составами.

Задание:

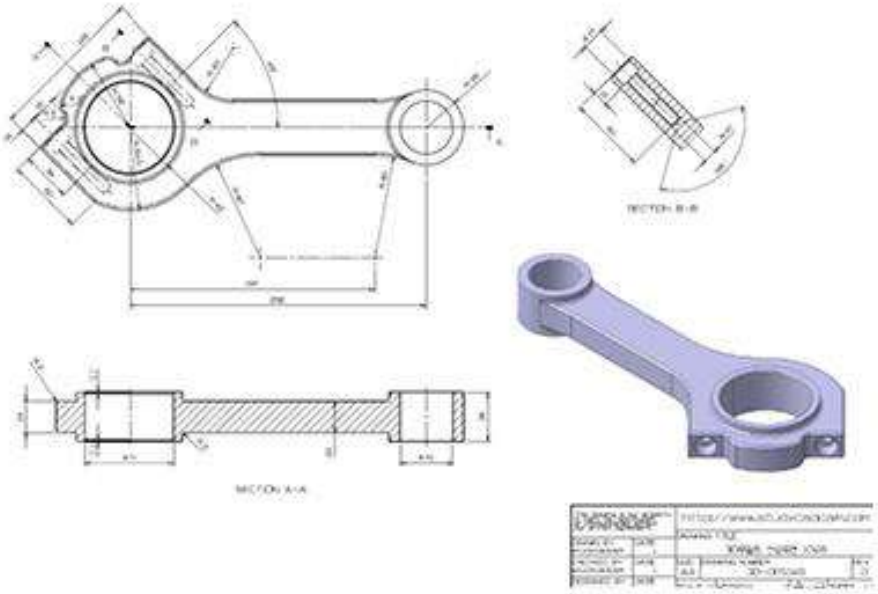
Вариант 1



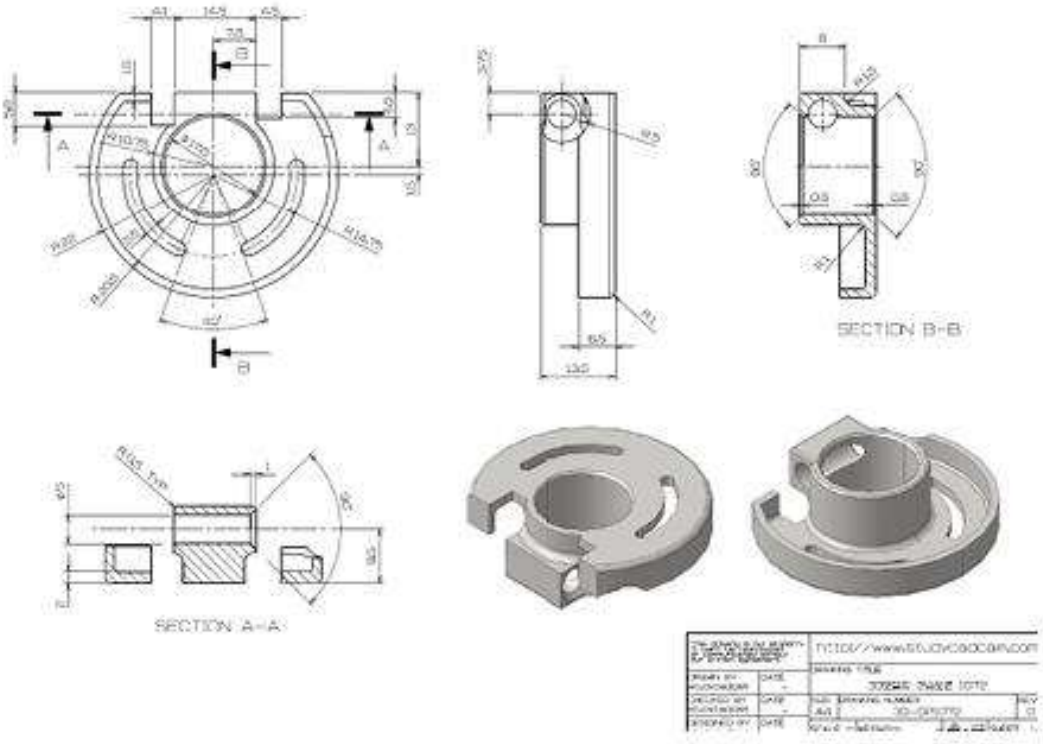
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Информационное обеспечение обучения

Основные печатные издания:

1. Аддитивные технологии в производстве изделий аэрокосмической техники : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. Л. Галиновский, Е. С. Голубев, Н. В. Коберник, А. С. Филимонов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 145 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-17883-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/545099.

2. Федоренко, В. Ф. Основы производства изделий с использованием аддитивных технологий в сельском хозяйстве : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Ф. Федоренко, И. Г. Голубев. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 137 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-21346-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/569764

Дополнительные источники

1. Рудской А. И. Материалы и оборудование для аддитивного производства : учебник /

А. И. Рудской, А. А. Попович. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 398 с..

2. Рудской А. И. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий: учебник / А. И. Рудской, А. А. Попович. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, *2024. – 257 с.*

Приложение 1.1. (02.02)
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

МДК 02.02. Ведение технологического процесса на аддитивных установках

«ПМ.02 ПОДГОТОВКА, ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ НА УЧАСТКАХ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

2025

Оглавление

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Подбор программного обеспечения для разработки модели.4
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. Установка и настройка программного обеспечения на виртуальную машину 7
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3. Разработка модели высокой точности для печати на стереолитографическом 3D принтере 15
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4. Проверка модели в программном обеспечении на наличие дефектов 21
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5. Подготовка модели к печати 30
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6. Настройка установки для создания изделия 35
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7. Проверка цифровой модели в программе на наличие дефектов 45
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8. Подготовка модели к печати 53
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9. Печать изделия 60
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 10. Подбор программного обеспечения для разработки модели 70
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 11. Установка и настройка программного обеспечения на виртуальную машину 78
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 12. Разработка модели полой металлической структуры высокой геометрической сложности для печати 97
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 13. Проверка модели в программном обеспечении на наличие дефектов 102
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 14. Подготовка модели к печати 108
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 15. Подбор программного обеспечения для разработки модели 111
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 16. Установка и настройка программного обеспечения на виртуальную машину 117
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 17. Разработка модели для печати на 3D принтере.....137
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 18. Проверка модели в программном обеспечении на наличие дефектов 141
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 19. Подготовка модели к печати 148
Информационное обеспечение обучения 151

Пояснительная записка

Методические рекомендации по выполнению практических и лабораторных работ составлены в соответствии с программой по профессиональному модулю ПМ.02 «Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства» (МДК 02.01. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий) по профессии среднего профессионального образования 15.02.09 Аддитивные технологии

Выполнение практических и лабораторных работ по профессиональному модулю ПМ.02 «Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства» (МДК 02.01. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий) по профессии 15.02.09 Аддитивные технологии является результатом освоения ОПОП-П, соответствующим требованиям ФГОС СПО, а также отвечающим запросам организаций, действующих в реальном секторе экономики.

При выполнении практических и лабораторных работ основными задачами являются:

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2) выработка практических навыков самостоятельной работы;
3) подготовка обучающихся к будущей практической работе.

Целью выполняемых работ является получение умений и знаний, которые необходимы обучающемуся для овладения им соответствующего вида профессиональной деятельности.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1.
Подбор программного обеспечения для разработки модели

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться подбирать программное обеспечение для разработки модели

Ход работы.

№1: Cura

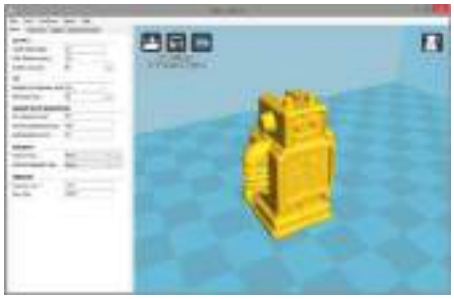
Cura — это стандартная программа-слайсер для всех 3D-принтеров Ultimaker.

Эта программа очень легка в использовании и позволяет управлять самыми важными настройками

3D-печати через понятный интерфейс.

Начните в режиме **Basic** — чтобы быстро войти в курс дела и изменить настройки качества печати. Если требуется более тонкий контроль, перейдите в режим **Expert.**

Программу Cura можно использовать и для прямого управления принтером, но тогда принтер икомпьютер должны быть соединены друг с другом.



Для начинающих, которым нужен слайсер, чтобы подготовить STL-файлы для 3D-печати.

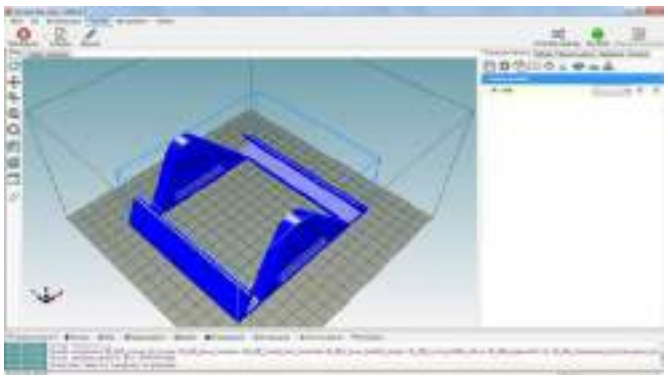
№2: Repetier Host

Если вы готовы перейти на следующий уровень программ-слайсеров для 3D-принтеров, но хотите остаться в рамках открытого исходного кода, вам следует обратить внимание на Repetier.

Это прадедушка программ для 3D-печати и фаворит сообщества RepRap.

На сегодняшний день программа семимильными шагами продвигается от уровня дляпродолжающих к продвинутым пользователям.

Укомплектованная по схеме «всё в одном», она поддерживает до 16 экструдеров, мультинарезку через плагины, а также практически все 3D-принтеры послойного наплавления, которые можно встретить на рынке.



Более того, Repetier Host работает через Repetier Server удаленно, так что управление 3D-принтеромвозможно через браузер, планшет или смартфон.

№3: TinkerCAD

TinkerCAD — это онлайн-система автоматизированного проектирования (CAD) для 3D-печати,

которая является хорошей отправной точкой для начинающих.

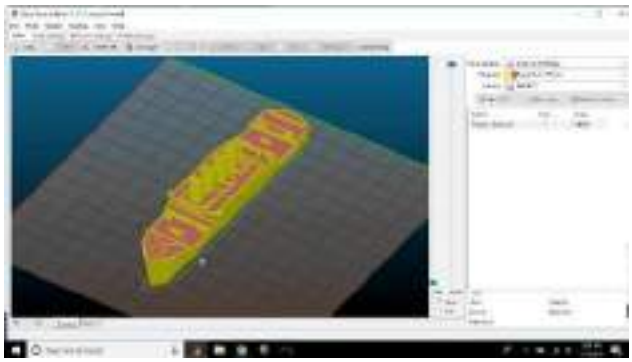
Здесь вы можете строить модели из базовых форм, при этом TinkerCAD позволяет создавать векторные фигуры в 2D и преобразовывать их в трехмерные модели.

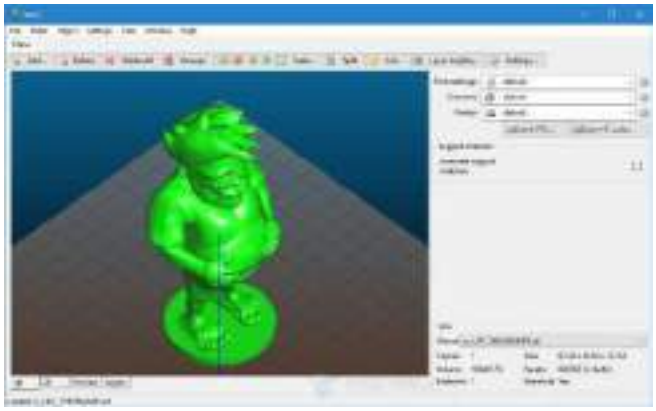
Для начинающих, которые хотят создавать 3D-модели для печати

№4: Slic3r

Slic3r — слайсер с открытым исходным кодом, обладающий репутацией носителя супернового функционала, которого еще нигде не встретишь. Текущая версия программы умеет показывать модель с множества ракурсов, так что пользователь получает лучшие возможности предпросмотра. Там также есть

невероятное трехмерное сотовое заполнение — первый такого рода паттерн, который может распространяться на несколько слоев, а не повторяться, как штамп. Это существенно повышает прочность внутреннего заполнения модели и финальной распечатки.





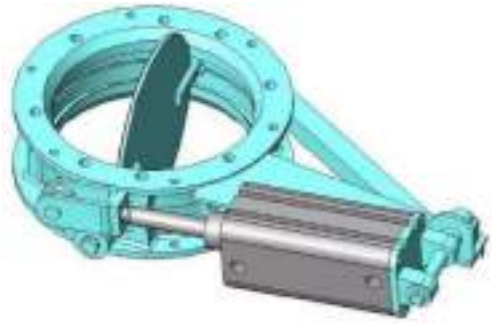
№5: Blender

Blender — популярная система автоматизированного проектирования (CAD) с крутой кривой обучения. Совсем не лучший выбор для новичков, зато то что надо, если вы вполне поднаторели и нуждаетесь в чем-то более сложном для моделирования и печати.

Если вкратце, Blender — один из самых мощных существующих инструментов. Его сообщество всегда готово прийти на помощь, существует масса обучающих материалов. А еще у него открытый код, так что энтузиасты часто пишут расширения, чтобы сделать его еще лучше и мощнее.

Задание: создать модель (по заданию преподавателя)

Вариант 1.



Вариант 2.

Отчет: сохраненные файлы в личной папке на рабочем компьютере (защитить у преподавателя).

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2.
Установка и настройка программного обеспечения на виртуальную машину

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться настраивать программное обеспечение на виртуальную машину.

Ход работы.

Oracle Virtualbox

Виртуальная машина Oracle Virtualbox, пожалуй, наиболее известна и популярна у домашних пользователей ПК. Она русифицирована, бесплатна, поддерживает все основные операционные системы, включая Android, и довольно проста в применении. Сделать минимально необходимые настройки и установить

в нее операционную систему сможет даже слабо подготовленный юзер, если имеет под рукой инструкцию по установке выбранной ОС.

Даже беглого взгляда на рабочую область Virtualbox достаточно, чтобы понять, что здесь к чему и как примерно пользоваться программой.

Слева — список всех операционных систем, установленных на платформу Virtualbox (гостевых), справа — окно параметров виртуального компьютера выбранной из списка ОС или окно снимков — сохраненных состояний этой системы (некий аналог точек восстановления).

На верхней панели — основные инструменты управления: кнопки мастера создания новой ВМ, перехода в меню настроек и запуска ВМ. Вверху справа — кнопки переключения вкладок левой части окна (на скриншоте показана вкладка настроек).

Освоить основные функции программы — установку и запуск операционной системы, настройку параметров виртуального компьютера, большинству пользователей удается без инструкций. А для самых пытливых умов, стремящихся постичь все секреты Virtualbox, на официальном сайте есть англоязычный учебник.

Рассмотрим процесс создания новой виртуальной машины и начало установки в нее Windows 10.

Кликнем в верхней панели кнопку «Создать».

В первом окошке мастера создания ВМ укажем имя ОС (оно будет отображаться в списке гостевых систем), ее тип (Windows, Linux и т. д.) и версию. В нашем примере это Windows 10 32 bit (можно поставить и 64 bit, но ей потребуется больше ресурсов). Для перехода к следующему шагу нажмем Next.

Дальше укажем размер оперативной памяти ВМ. По умолчанию Windows 10 x86 отводится 1 Гб, но вы можете увеличить этот объем, сдвигая ползунок вправо. Если на вашем ПК не очень много оперативки, не отдавайте ВМ больше 2-3 Гб, иначе основная система будет тормозить из-за нехватки памяти.

Следом создаем виртуальный жесткий диск. Если вы ставите систему первый раз, выбирайтевариант «Создать новый».

Тип виртуального диска оставим по умолчанию.

Формат хранения данных — это область на физическом накопителе вашего компьютера, который отводится ВМ. Она может иметь постоянный или динамически расширяемый объем в тех пределах, которые вы определите дальше. Для экономии места выберем динамический формат.

Следом укажем имя тома (виртуального диска С) и его размер. По умолчанию — 32 Гб.

После нажатия в последнем окошке кнопки «Создать» в списке появится новая виртуальная машина. Справа в рамке показаны ее параметры.

Для перехода к установке Windows кликнем в верхней панели кнопку «Запустить».

В окне, которое откроется после этого, появится окошко «Выберите загрузочный диск». Нажмите на иконку папки и укажите путь к дистрибутиву системы. Это может быть образ в формате .iso или физический носитель (DVD, флешка). Выбрав дистрибутив, нажмите «Продолжить».

Дальнейший ход инсталляции ОС в виртуальную машину не отличается от установки ее нафизический компьютер.

Некоторые настройки ВМ и гостевой системы

Клик в окне виртуальной машины захватывает курсор мыши (т. е. он будет двигаться только в пределах виртуального экрана). Для возврата курсора в основную ОС нажмите комбинацию Ctrl+Alt.

Для доступа ко всему набору функций гостевой ОС нужно установить специальные дополнения.

Зайдите в меню «Устройства», щелкните «Подключить образ диска дополнений гостевой ОС»

Программное обеспечение

Для работы с 3D принтером PrintBox3D One в комплекте поставляется программа Repetier- Host. Программа Repetier-Host используется как основная для работы с PrintBox3D One благодаря максимальным возможностям настройки всех параметров печати. Следуя нашим рекомендациям и внимательно изучив руководство, вы уверенно сможете использовать Repetier-Host для печати объектов любой сложности. В инструкции подробно рассматривается основные функции RepetierHost, и для удобства на поставляемом в комплекте PrintBox3D One USB-носителе вы можете найти видеоурок по работе с этой программой.

Преимущество программы Repetier-Host в том, что она менее требовательна к ресурсам компьютера по сравнению с аналогичными программами для 3D-печати. Следовательно, работа программного обеспечения и, главное, генерация алгоритма для вывода моделей на печать происходит быстрее.

Программа Repetier-Host совместима со всеми современными операционными системами: Microsoft Windows, MacOS X, Linux. На USB-носителе в комплекте PrintBox3D One представлены файлы для установки драйверов и программного обеспечения для всех трех видов операционных систем.

Минимальные системные требования:

Процессор с частотой не менее 2 ГГц (рекомендуется процессор Intel i7);

Оперативная память объемом не менее 4 Гб. Генерация больших моделей с высоким разрешением может потребовать дополнительный объем памяти (Рекомендуется 8 Гб);

64-хразрядная операционная система;

Один свободный порт USB.

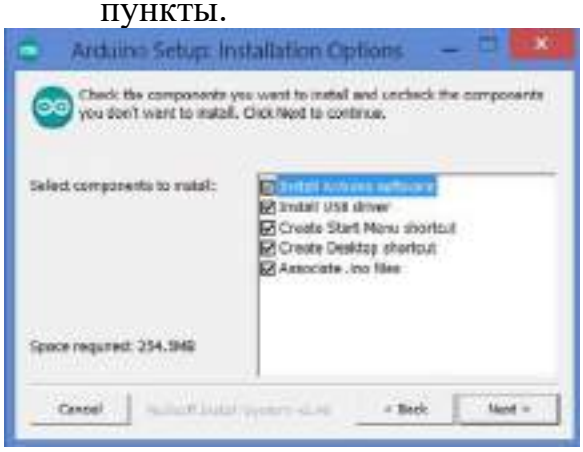
Установка программного обеспечения

Для работы с 3D-принтером PrintBox3D One нужно установить необходимый набор программного обеспечения: драйвер платы 3D-принтера и программу для выведения трёхмерных моделей на печать. Для печати чаще всего используются модели в формате stl2.

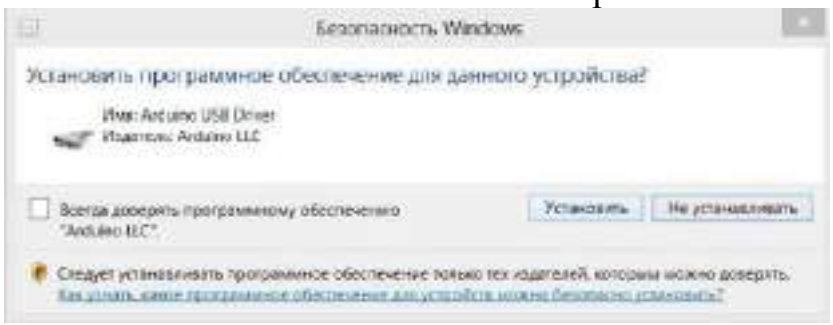
Установка драйверов для платы 3D-принтера. Перед установкой программ необходимо установить драйвер для работы с платой 3D-принтера Arduino Mega 2560.

Драйвер можно найти на прилагаемом к PrintBox3D One USB-носителе в папке «Драйверы» или на официальном сайте разработчика http://arduino.cc/en/Main/Software. Установка этих драйверов стандартна, но имеет две особенности:

1) При появлении окна «Arduino Setup: Installation Options» нужно выбрать все пункты.



В окне «Безопасность Windows» выбрать «Установить»



После окончания установки драйверов для платы можно приступать к установке программдля работы с принтером.

Установка и настройка Repetier-Host

Установка Repetier-Host является стандартной установкой любого Windows-приложения.

Отметим несколько важных особенностей при установке Repetier-Host.

При установке программы проверьте имя пользователя системы – оно должно быть написано латинскими символами. В противном случае программа будет установлена,

но её модуль, формирующий алгоритм для вывода 3D-модели на печать (слайсер), работать не будет, так как не сможет правильно интерпретировать путь к файлу настроек.

Проверив подключение PrintBox3D One к сети переменного тока и компьютеру, нажмите кнопку включения принтера на его задней панели.

Запустите Repetier-Host.

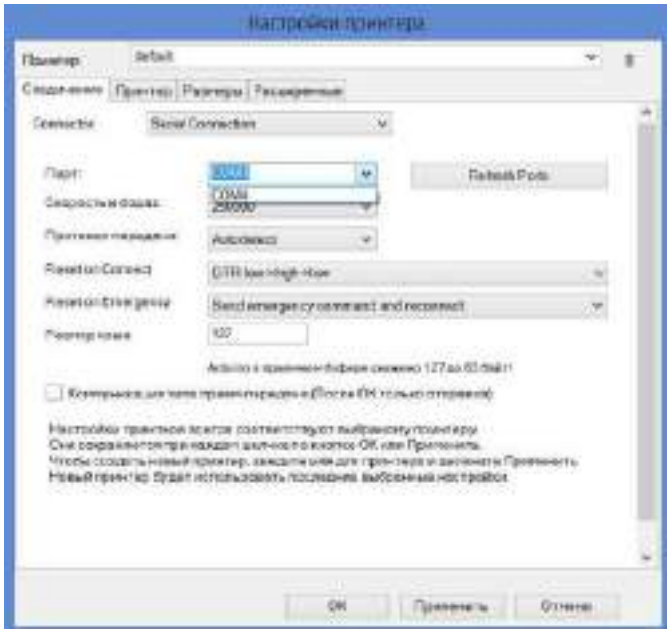
Нажмите в программе красную кнопку «Подсоединить» на верхней панели управления.

При первом подключении принтера отобразится окно:

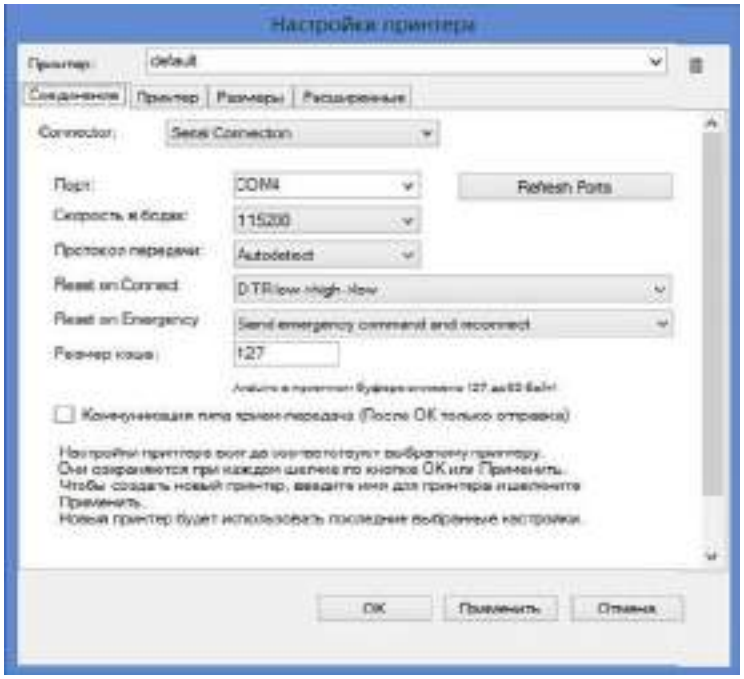
Нажмите «Да».

Откроется окно с настройками принтера. Окно настроек принтера вы также можете открытьнажатием кнопки «Настройки принтера» в основной панели инструментов:

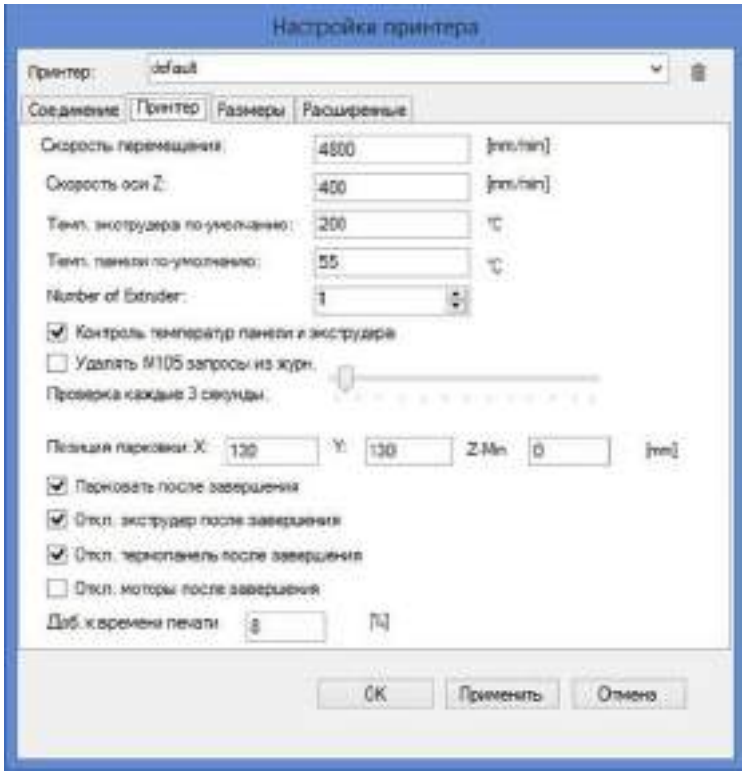
В отобразившемся окне настроек принтера нажмите «Refresh Ports» и в раскрывающемся списке выберите порт, отличный от того, который был установлен по умолчанию и по которому выдавалась ошибка. В большинстве случаев это порт COM4:



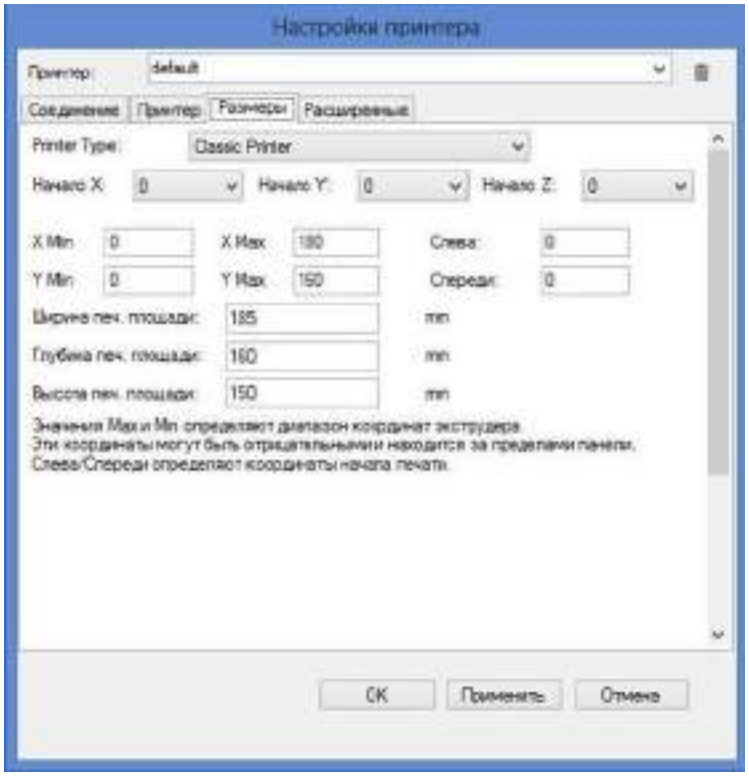
После этого необходимо установить следующий параметр: скорость в бодах - 115200. В случае если значение «Скорость в бодах» отлично от «115200», 3Dпринтер не подключится. Другие параметры вкладки «Соединение» в окне «Настройки принтера» соответствуют установленным параметрам на следующем изображении:



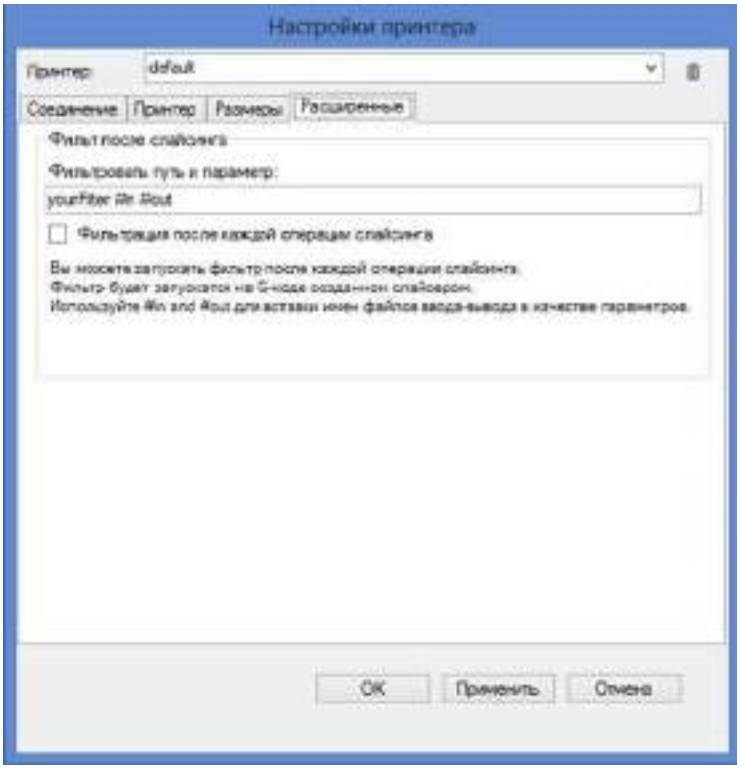
Теперь откройте вкладку «Принтер» и установите параметры в соответствии со следующимизображением:



Откройте вкладку «Размеры» и изображением: установите параметры в соответствии со следующим изображением



Значения параметров вкладки «Расширенные» не изменяются и остаются соответствующими следующему изображению:



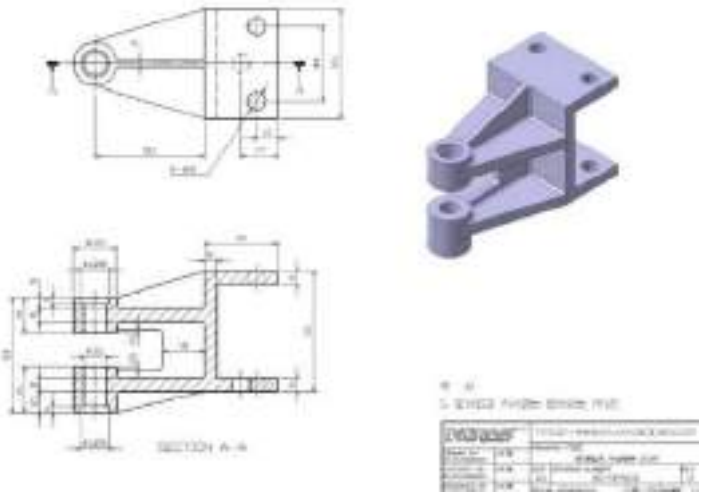
Основные настройки принтера завершены.

Для отправки модели на печать необходимо сформировать из нее G-код. В программах для 3D печати за это отвечают слайсеры. В слайсерах доступно множество настроек и параметров: скорость печати, толщина слоя, печать поддержек и другие, которые значительно влияют на результаты печати. Для вашего удобства в комплекте с PrintBox3D One на USB-носитель записаны предустановки для разных типов используемых пластиков и диаметров сопла экструдера.

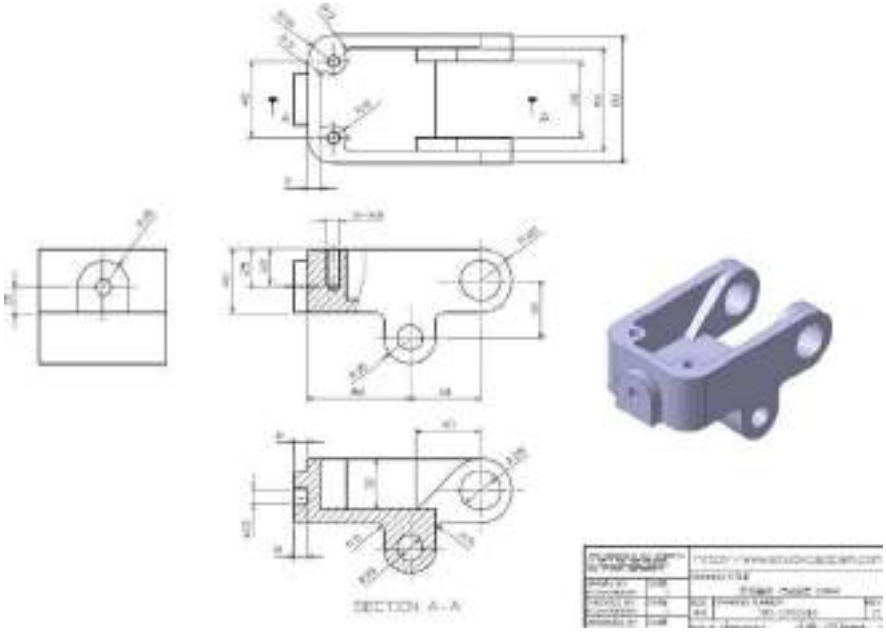
Рекомендованные настройки слайсера вы можете ввести двумя способами: вручную или загрузкой предустановок.

Задание: подготовьте STL модель (по заданию преподавателя) к печати.

Вариант 1.



Вариант 2.



ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3.
Разработка модели высокой точности для печати на стереолитографическом 3D принтере

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться разрабатывать модель с помощью программного обеспечения GeomagicDesignX.

Ход работы.

Основными программами для 3Д-моделирования на данный момент являются: Fusion360, GeomagicDesignX, 3DSMax, КОМПАС 3D, Blender. Разработка модели высокой точности в любой из данных утилит не отличается от разработки любой другой модели. Для примера мы рассмотрим модель ступенчатой шестерни, созданную с помощью программного обеспечения GeomagicDesignX.

Перед началом непосредственно моделирования, необходимо выполнить 3 основных действия: использовать мастер лечения, выполнить разбиение и выровнять скан по плоскостям. Также, в случаях, когда модель обладает большим количеством полигонов, то перед этими 3-мя действиями можно выполнить компрессию, что позволит уменьшить нагрузку на оборудование.

После выполнения вышеперечисленных действий мы получим следующий результат (Рисунок 1).

Рисунок 1

Данная деталь делается при помощи вращения. Для это необходимо задать вектор, который можно найти на вкладках «модель» и «домой» (Рисунок 2 и Рисунок 3 соответственно).

Рисунок 2

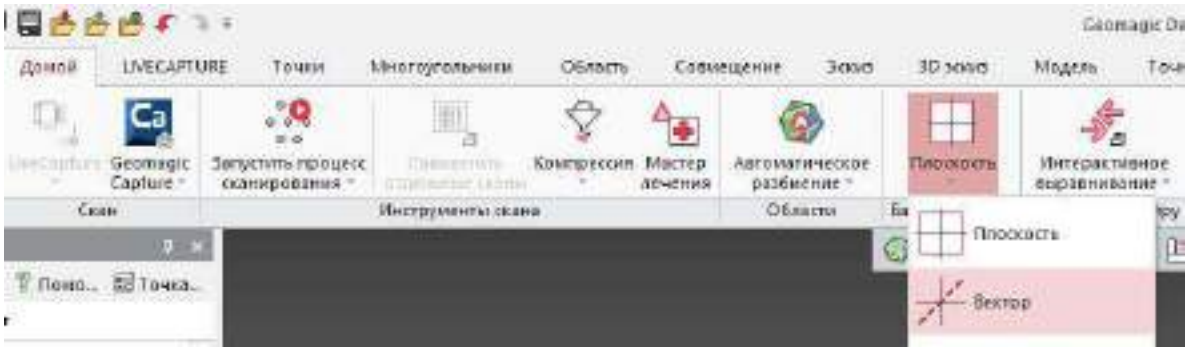


Рисунок 3

После выбираем одну из вертикальных плоскостей и создаем эскиз по сетке так, чтобы он захватывал вершину зубьев шестерни сверху и снизу. Если такого результата не получается достичь сразу, то может понадобиться редактирование эскиза по сетке. Далее создаем эскиз при помощи инструментов во вкладке «эскиз» (Рисунок 4).

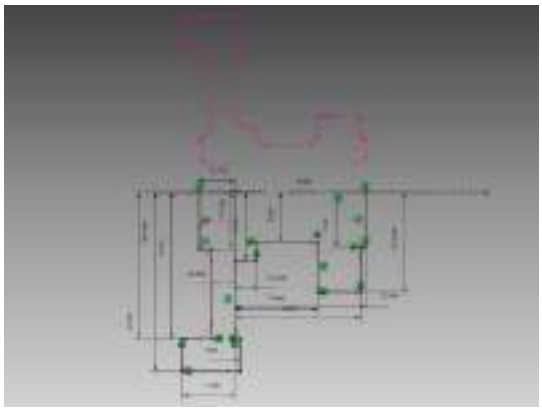


Рисунок 4

Во время создания модели не забываем о привязке размеров. Наиболее желаемый результат – привязка всех линий эскиза. После выходим из эскиза и при помощи инструмента «вращать», расположенного во вкладке «модель», выбираем вектор создаем твердотельную модель (Рисунок 5).

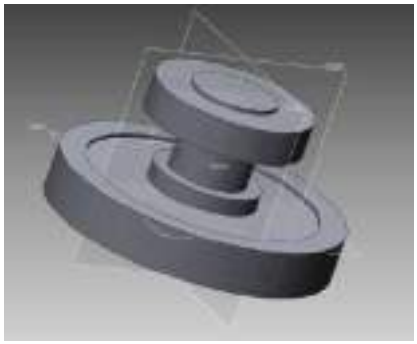


Рисунок 5

Далее необходимо вырезать зубья на данной модели. Для этого создаем эскиз на самой модели. Мы можем выбрать в качестве плоскости область на самой модели или же плоскость на уже имеющейся твердотельной модели. Создание данного эскиза принципиально не отличается от предыдущего. После, при помощи инструмента «вытянуть» распложенного во вкладке «модель», мы вырезаем зубья. Для этого необходимо поставить галочку напротив «вырезать» в открывающемся окне инструмента в самом низу (Рисунок 6).

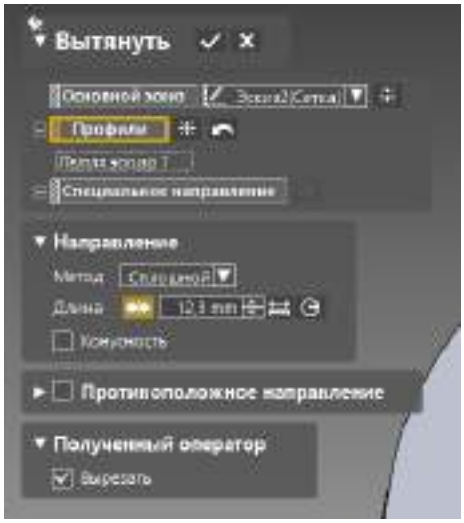


Рисунок 6

Процесс создания нижних зубьев на верхней и нижней части шестерни не отличается друг от друга, поэтому после выполнения обоих этапов мы получим следующую модель. Также необходимо создать эскиз для внутреннего цилиндра и вырезать его. После чего мы получим следующуюмодель (Рисунок 7).

Рисунок 7

Если после проверки модели, при помощи инструмента «отклонение для тела», расположенного в панели быстрого доступа под основной панелью с инструментами (Рисунок 8), нас все устраивает, то можно приступить к созданию скруглений и фасок на модели.

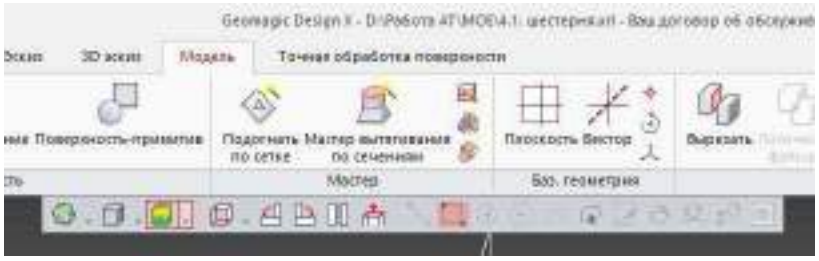


Рисунок 8

Данные инструменты можно найти на панели «редактировать» во вкладке «модель», а также при выделении необходимой области и нажатии правой кнопки мыши (Рисунок 9 и Рисунок 10).

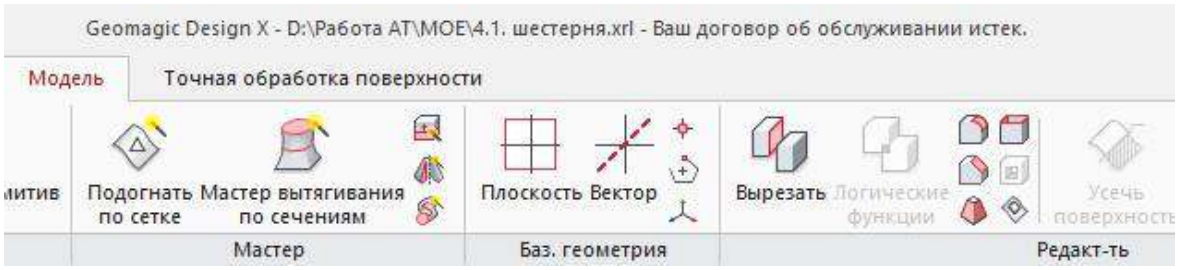


Рисунок 9

Рисунок 10

Отклонение для фасок и скруглений проверяются также при помощи инструмента «отклонения для тела». Параметры фаски или скругления можно благодаря функции «определить радиус сетки» (Рисунок 11).

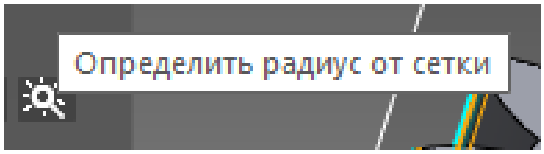


Рисунок 11

После выполнения всех вышеперечисленных действий, мы получаем следующую модель (Рисунок 12).

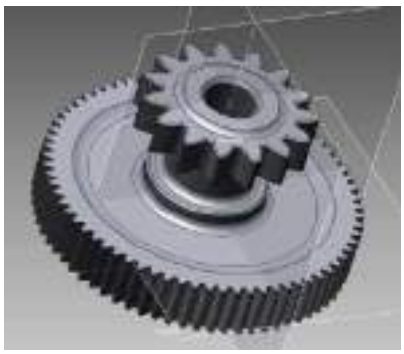
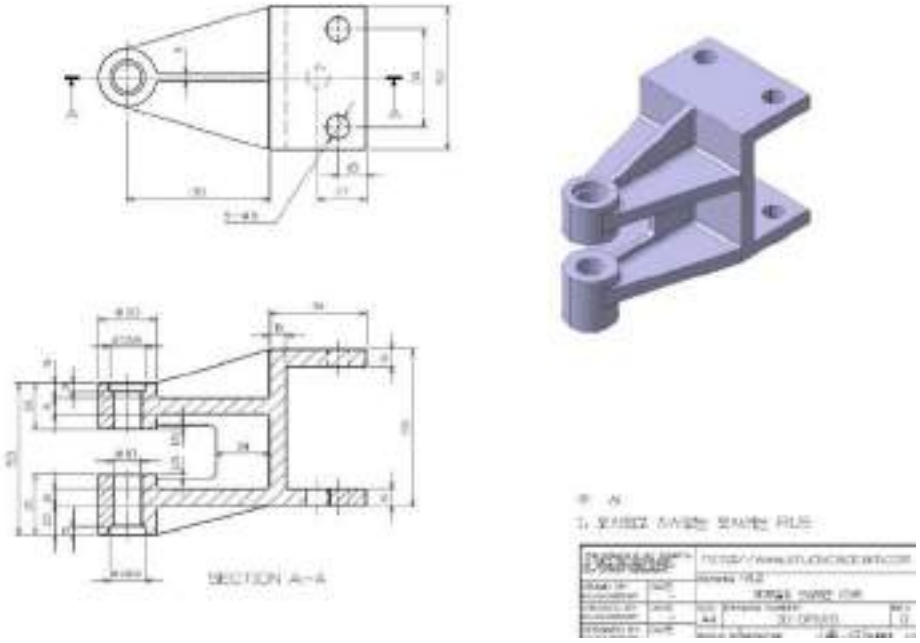


Рисунок 12

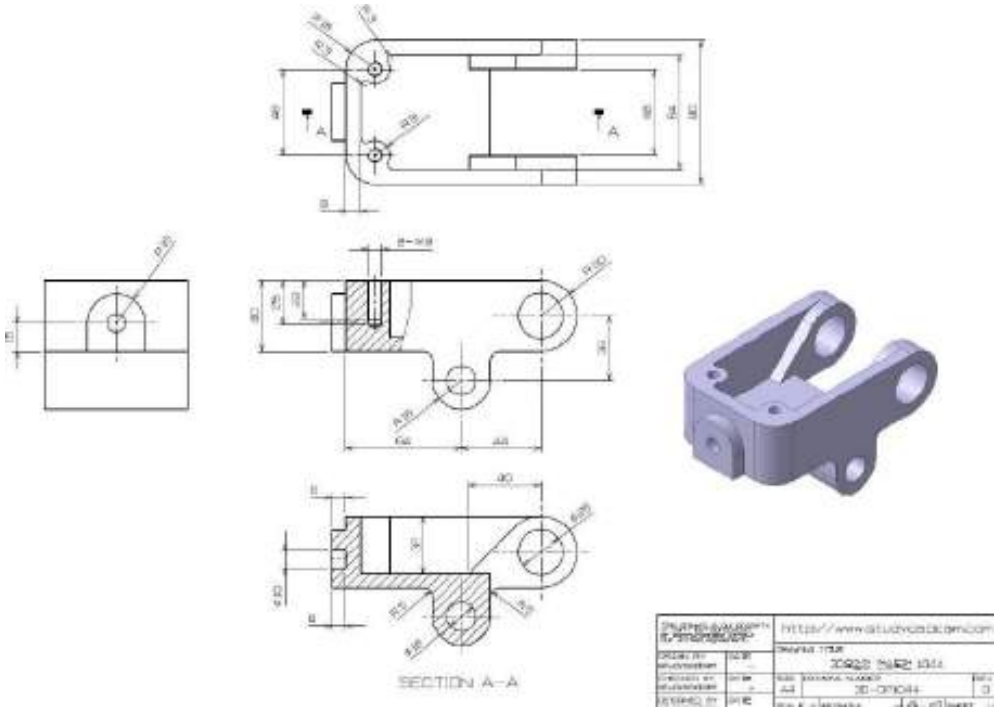
В последствии, данную модель можно будет напечатать на стереолитографическом 3D -принтере, что позволит достичь высокое разрешение и точность, а также четкую детализацию и самую гладкую поверхность по сравнению с другими технологиями 3D-печати.

Задание

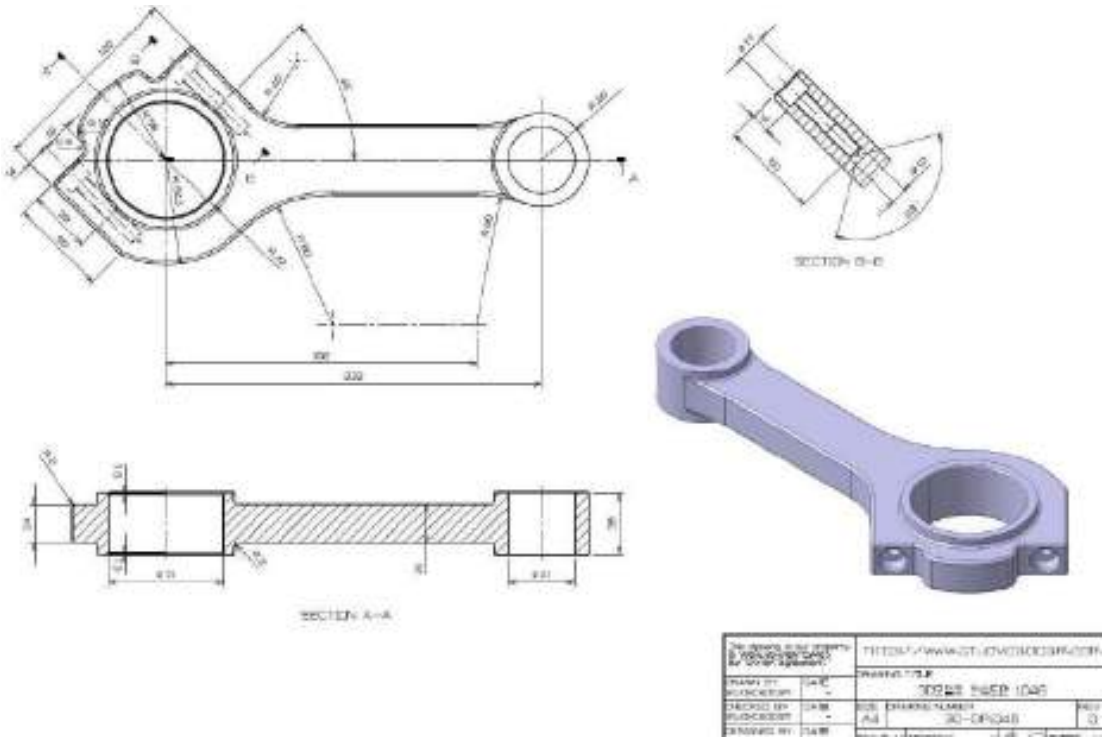
Вариант 1.



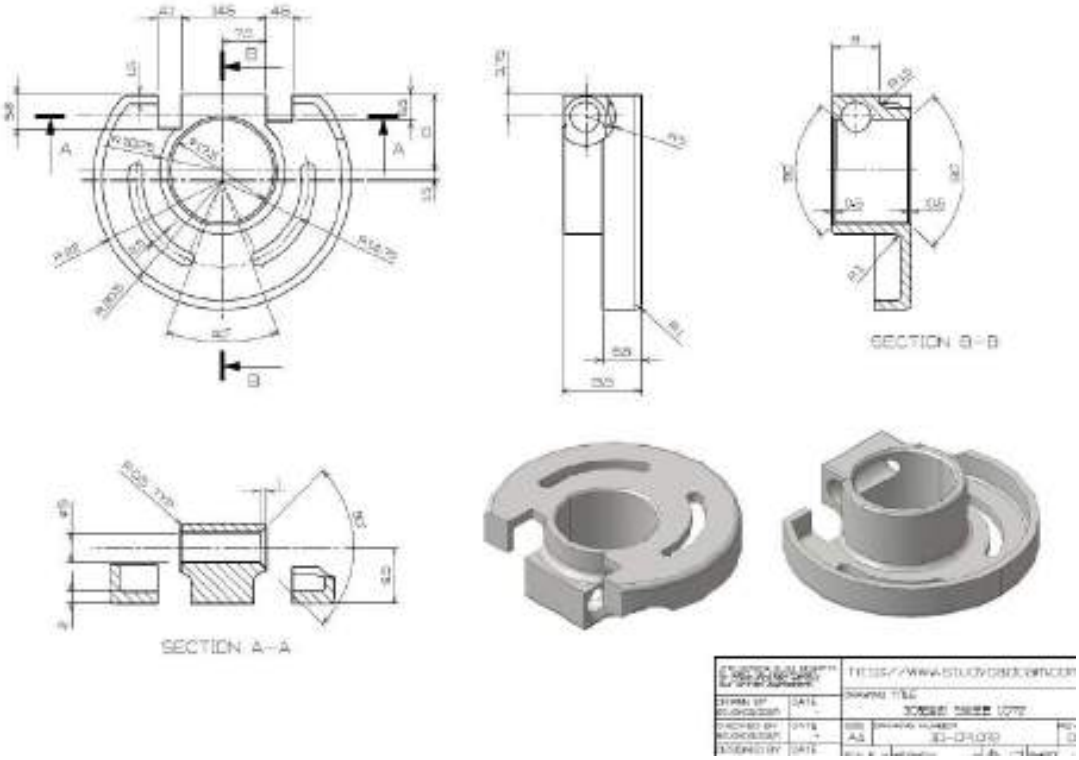
Вариант 2.



Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4.
Проверка модели в программном обеспечении на наличие дефектов

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться проверять модель на наличие дефектов с помощью слайсера Cura.

Ход работы.

Проверка модели в программном обеспечении на наличие дефектов для FDM типа принтеров

Виртуальные стенки - одна из самых распространенных причин. Виртуальные стенки существуют только в 3D пространстве, но не в реальном мире.

Например, если у вас в реальном мире есть два куба и вы попробуете их совместить, не получится, так как внешние стенки не позволят двум объектам пересечься. В 3D мире вы можете совместить два объекта и при этом они будут существовать как два отдельных, и ваша слайсинг программа тоже позволит им пересечься в виртуальном мире.

Для корректной печати эти два объекта надо объединить в один, чтобы внутренние стенки пропали и остался один объект.

Еще одна возможная проблема - например, у вас есть объект типа куб и вы удалили одну из его поверхностей. По сути у вас получился объект с отверстием. Он может выглядеть как трехмерный корректный объект, но он существует в

таком виде только в 3D пространстве. Подобный объект не может существовать в реальном мире.

При удалении одной из поверхностей, у нее остается только две координаты. Толщина стенки, третья координата, не имеет размера в реальном мире. Мы видим ее только в софте для 3D моделирования. И когда мы начнем формировать слои модели, программа постарается исправить этот баг и добавит третью координату. Однако в более сложных моделях это может вылиться в непредсказуемые эффекты.

Решаем проблему: пересечение объектов

Используйте последние версии софта для слайсинга. Большинство последних версий слайсинг программ поддерживают автоматическое исправление пересекающихся объектов, но все равно лучше убедится, что ваша 3D модель сформирована корректно.

Установите настройки Fix Horrible в Cura. В Cura откройте вкладку Expert Settings что в настройках 'Fix Horrible' выбрана опция совместить все (Type-A).

Установите настройки Non-manifold в Silmplify3D. В настройках 'Process settings'

выберите меню 'Advanced' и потом 'Heal' рядом с Non-manifold.

Используйте представление слоями. Используйте вид слоями (layer view) в вашем слайсинг софте для проверки проблемных участков модели. Поверхностный просмотр слоев может помочь быстро выявить проблемные участки и исправить проблему.

Используйте ваш софт для исправления пересечения объектов. Одно из самых простых решений - использовать дополнительный софт для решения проблемы. Blender и Meshmixer имеют встроенные механизмы для выявления проблем и исправления 3D модели до начала слайсинга.

Объедините объекты. Лучше исправить вашу 3D модель до ее импортирования в софт для слайсинга. При этом убедитесь, что, если два ваших объекта пересекаются или накладываются друг на друга, вы используете подходящую функцию пересечение (intersect), merge (объединенние) или вычитание (substract).

netfabb Studio Basic(сокращённо netfabb) для автоматического «ремонта» STL файлов. Несмотря на то, что в программе доступны опции ручной или полуавтоматической коррекции файла, автоматическое исправление применяется в 90% случаев.

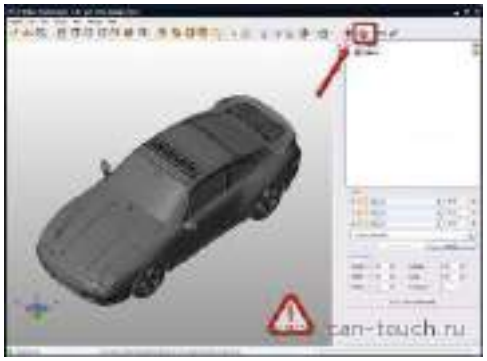
Загрузка STL файла и его предварительный анализ

Чтобы загрузить файл в программу, нужно в меню выбрать вкладку **Project** и в открывшемся подменю нажать **Open**. В процессе загрузки netfabb автоматически запускает предварительный анализ проекта, чтобы определить возможные проблемы в ходе *3D-печати*. Наиболее распространённые ошибки: отверстия в модели, открытые края, треугольники с неправильной ориентацией (наизнанку).

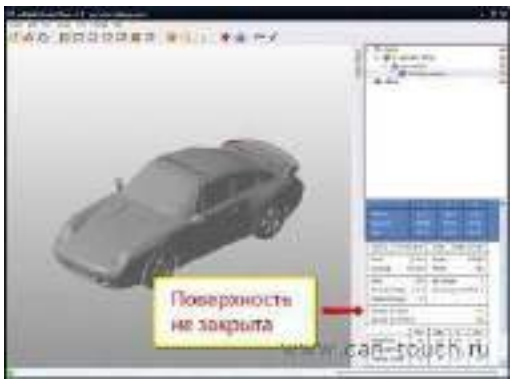
Если программа находит какие-либо ошибки в модели, то она об этом сигнализирует большим восклицательным знаком в правом нижнем углу экрана. Кроме того, не полностью рассчитывается объем модели. В нашем случае netfabb обнаружила проблемы и проинформировала об этом.

Стандартный анализ STL файла

Теперь, когда мы знаем о проблеме, нужно выполнить более тщательную проверку. На верхней панели инструментов нажимаем значок, похожий на круг с увеличенным сегментом. В открывшемся меню выбираем опцию **Standard Analysis**, и программа окрашивает проблемные зоны в другой цвет.



На информационной панели справа будут указаны проблемные зоны и общая характеристика проекта. Просмотрите список ошибок в модели, но особое внимание нужно уделить информации, размещённой чуть ниже, — есть ли незамкнутые поверхности и\или содержит ли полигональная сетка (меш) выгнутые наизнанку грани.



В нашем случае красным цветом выделены незакрытые поверхности. *3D-принтеры* их не любят (такие модели не будут герметичными), зачастую такие поверхности или не печатаются принтером вовсе, или в ходе *3D-печати* появляются лишние элементы, непредусмотренные проектом. Также из-за этого неверно вычисляется объем модели, что может помешать правильному расчету цены в ***системе загрузки файлов***.

Чаще всего это вызвано наличием в модели маленьких отверстий или краёв, которые не сходятся, при этом эти ошибки не видны при визуализации на экране. Если же вы увидели зелёный индикатор, то это значит, что файл полностью готов к *3D-печати*, в нём отсутствуют другие огрехи.

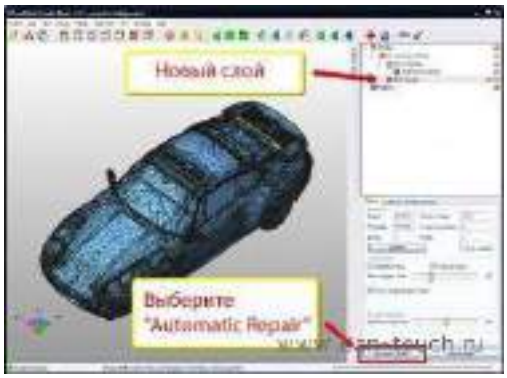
После того, как файл был загружен и тщательно проанализирован, можно попытаться устранить ошибки модели автоматически.

Исправление ошибок в STL-файле

Чтобы устранить недостатки модели, нужно нажать на значок красного креста, расположенный на верхней панели инструментов, рядом с кнопкой анализа.

В информационной панели справа под пунктом **Part Analysis** появится ещё один слой. Кроме того, появится нижняя панель, где доступны новые опции и

дополнительная информация. Внизу этой панели расположена кнопка **Automatic Repair**, после нажатия которой, начнётся процесс исправления файла. Далее вам нужно будет выбрать опцию **Default**, чтобы установить значения по умолчанию.



В результате netfabb задействует ряд алгоритмов восстановления, чтобы сделать ваш STL- файл пригодным для 3D-печати. Этап исправления ошибок может занять некоторое время, особенно, если ваша модель содержит большое количество треугольников. Внизу той же информационной панели отображается строка состояния, с помощью которой можно следить за ходом процесса.

После того, как исправление будет завершено, вам нужно будет нажать кнопку **Update** во вкладке **Status**. Кроме того в таблице, размещённой здесь же, вам нужно убедиться, что значения незакрытых краёв, вывернутых на изнанку граней (инвертированных нормалей) и отверстий равны 0. **Самое важное – вы должны убедиться в том, что исправленная модель выглядит точно так же, как в исходном файле.** В некоторых случаях программа может закрыть те отверстия, которые изначально планировались в модели. Случается подобное нечасто, но перепроверить всё же стоит.

Как вариант, вы можете подкорректировать некоторые моменты вручную, но в этом материале мы остановимся только на автоматическом исправлении ошибок по умолчанию. В следующей статье мы обязательно рассмотрим некоторые общие рекомендации повосстановлению файлов с помощью netfabb.

Применение результатов исправления к проекту

Процесс восстановления считается полностью завершенным после того, как мы применим изменения к исходнику проекта. Для этого нужно нажать на клавишу **Apply Repairs** в нижнем правом углу. В результате исчезают слои анализа и исправления, а вместо них вы должны увидеть первоначальную зеленую визуализацию, но без красных зон ошибок проекта. Кроме того, должно появиться значение объема модели.

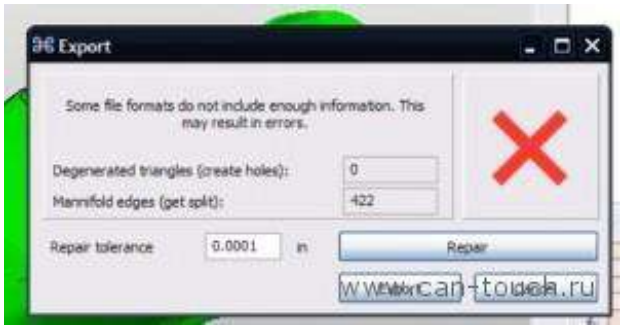
Если на экране остались красные зоны и/или отсутствует объем модели, значит netfabb не удалось полностью восстановить файл. Такая модель не пригодна для *3D-печати* и, скорее всего, потребуется исправление ошибок вручную.

Экспорт исправленного нового файла STL

Если вы выберете опцию **Save**, то netfabb сохранит файл как свой новый проект. Исходя из того, что мы хотели создать «чистый» STL файл, то нам нужно сохранить его, как новый (ноуже исправленный) файл.

Во вкладке **Part** главного меню выберите опцию **Export as STL** – перед вами откроется новое окно. Прежде всего, проверьте правильность имени и расположения файла.

Когда вы нажмёте кнопку **Save**, то появится новое диалоговое окно с анализом файла, который будет создан, и указанием наличия возможных ошибок. Часто это случается из-за того, что формат netfabb содержит куда больше информации, чем STL, поэтому некоторые исправления могут не перенестись в новый файл. В связи с этим, снова может понадобиться автоматическое восстановление. Итак, если при экспорте вы увидите большой красный крестик, то нажмите кнопку **Repair**.

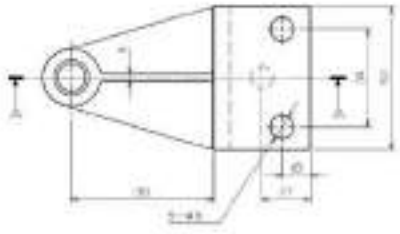


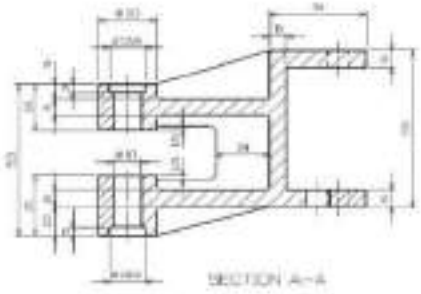
Если всё пройдёт успешно, то вместо большого красного крестика, вы увидите зелёную галочку. Нам понадобилось всего 9 секунд и одна итерация, чтобы устранить 422 расхождения края. В других случаях этот процесс может занять больше времени. В самой последней версии netfabb Studio Basic эта функция значительно улучшена. В любом случае, просто попробуйте экспортировать файл несколько раз, пока не получите зелёную галочку или, как минимум, неизменяемое количество ошибок (в более сложной ситуации отмените экспорт файла и попробуйте начать процесс исправления заново).

Как только ваш файл будет исправлен, нажимайте **Export** — теперь у вас есть STL файл, пригодный для 3D-печати

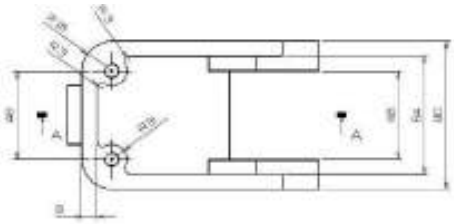
Задание

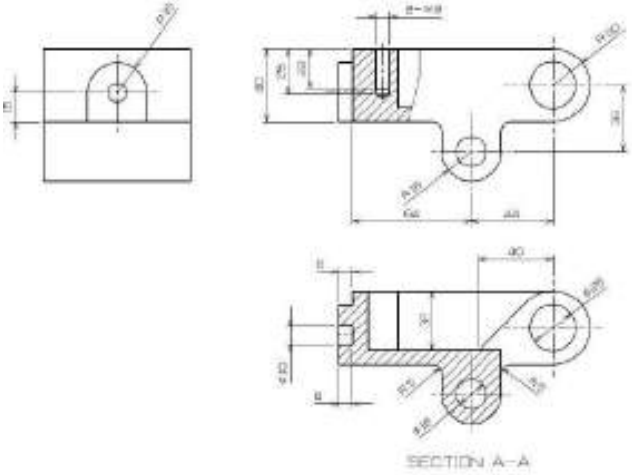
Вариант 1.



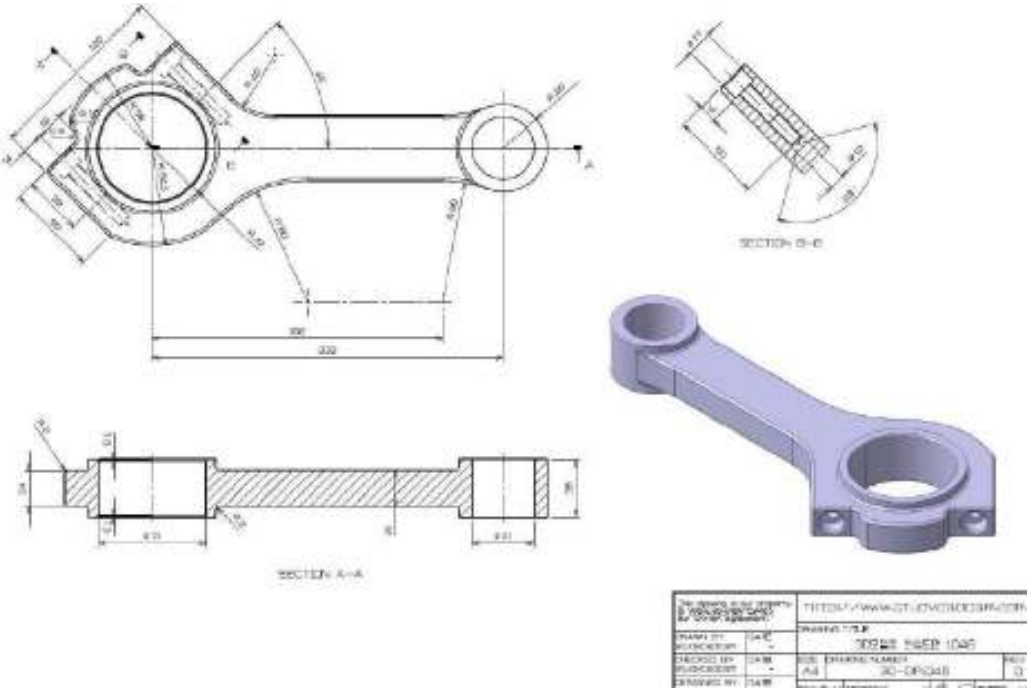


Вариант 2.

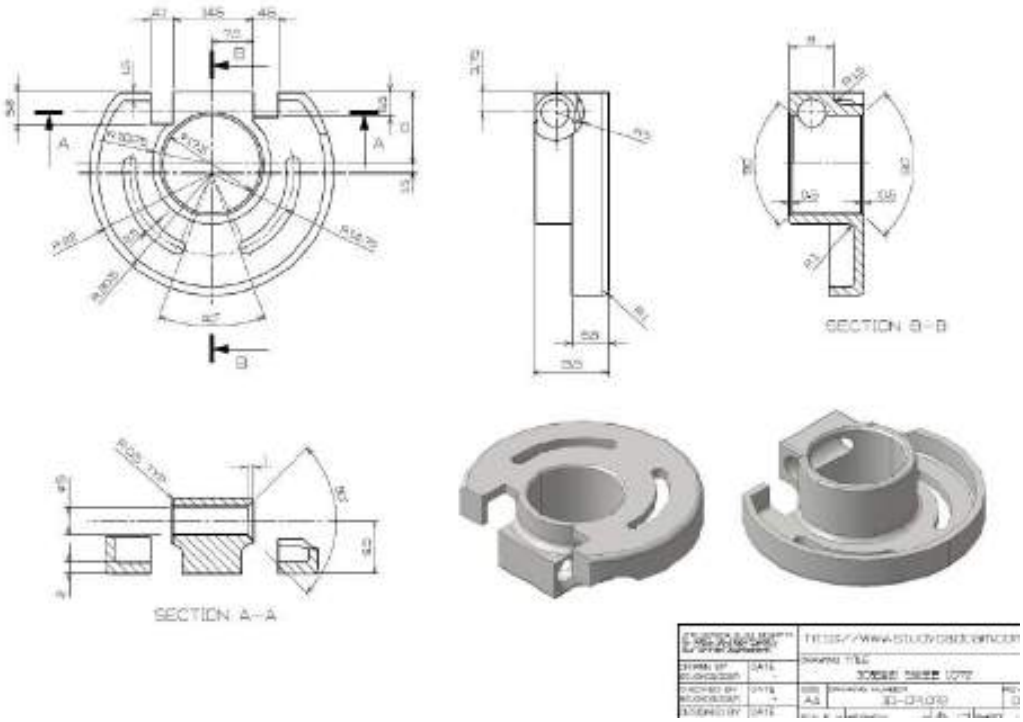




Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

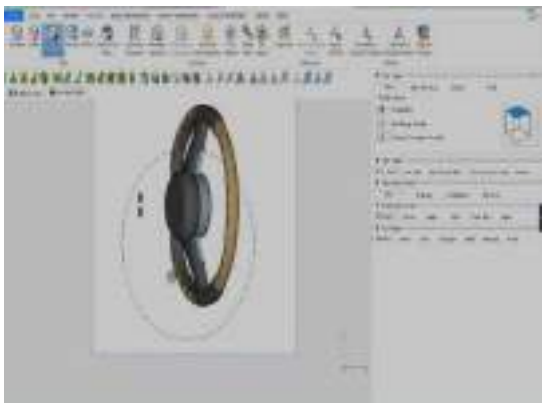
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5.
Подготовка модели к печати

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться подготавливать модель к печати на примере использования программного обеспечения для аддитивного производства (Materialise Magics).

Ход работы.

1. **Импорт и редактирование 3D-модели**

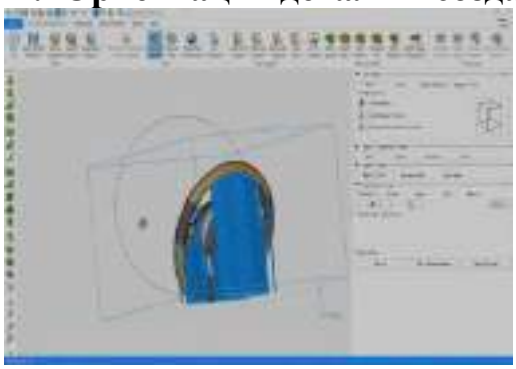


Первое, что нам нужно сделать, это импортировать STL-файл в программное обеспечение для аддитивного производства, например, Materialise Magics. Этот файл обычно предоставляется клиентом. Специалисты центра быстрого прототипирования тщательно анализируют модель и при необходимости выполняют ее оптимизацию. Вносимые изменения, как правило, незначительны, но они повышают эффективность процесса печати.

В руль, который требуется напечатать, нужно добавить два отверстия. Это необходимо для того, чтобы сделать внутреннее пространство полым и чтобы изделие было легким и эффектным на вид. Если напечатать руль монолитным, он будет слишком тяжелым и будет стоить намного дороже. Если мы не сделаем этих отверстий, то по завершении 3D-печати неотвержденный фотополимер останется внутри полых участков.

Однако в готовом изделии эти отверстия не нужны. Поэтому следует вырезать два отверстия, а эти круглые части напечатать отдельно в качестве заглушек и установить после выполнения 3D- печати.

2. Ориентация детали и создание поддержек



Очень важно, чтобы деталь оставалась абсолютно неподвижной на протяжении всего процесса печати, поэтому нам нужны поддерживающие структуры. Большинство деталей печатаются под наклоном, поскольку так их легче поддерживать.

При ориентации детали в более крутом или более пологом положении потребовалось бы гораздо больше материала для поддержек, что отнимает время и расходует материал, а также затрудняет постобработку.

Вы можете задаться вопросом, почему мы формируем поддерживающую структуру спереди, а не сзади руля. Основная причина заключается в том, что при такой ориентации постобработка выполняется более просто и чисто.

Как правило, поддержки размещаются с менее заметной стороны, но в данном случае задняя часть руля имеет небольшие выемки, форма которых будет нарушена поддержками. Потребуется дополнительное время для исправления этих ошибок в процессе постобработки, поэтому проще поместить поддержки спереди. Современное программное обеспечение очень хорошо вычисляет, где именно должны располагаться эти поддерживающие структуры и сколько их потребуется.

Но все же необходима некоторая ручная корректировка, которую можно выполнить только при наличии большого опыта. Если есть вероятность, что определенным частям изделия недостаточно поддержек, созданных программой, технические специалисты сделают это в ПО вручную. Они также могут выявить те области, где программа «перестаралась» и использовала чрезмерно большое количество материала.

3. Слайсинг (разделение на слои)

Теперь деталь разрезается на слои в зависимости от выбранной толщины слоя. Хотя 3D- принтеры ProtoFab способны напечатать слой толщиной 0,05 мм, обычно используется величина 0,1 мм, если это не противоречит требованиям клиента. Причина в том, что 0,1 мм — это уже очень тонкий слой. При печати

слоя толщиной 0,05 мм потребуется в два раза больше времени, при этом стоимость работы также значительно возрастет. В данном случае вся деталь с поддержками и платформой состоит из 3385 слоев.

4. Подготовка 3D-принтера

Теперь, когда 3D-модель готова, пришло время подготовить 3D-принтер. Независимо от размера детали, резервуар для фотополимера всегда должен быть заполнен не менее чем на 95%, иначе ПО не позволит запустить печать.

Компания ProtoFab использует фотополимеры собственной разработки, созданные специально для наиболее оптимальной работы с оборудованием. Ассортимент материалов довольно большой, и выбор определенного фотополимера является важной частью процесса печати. В данном случае мы используем ABS-подобный материал Formula L1.

Поверхность фотополимера должна быть абсолютно ровной, следовательно, исключается образование пузырьков или пены. Пузырьки убираются с поверхности вручную с помощью специального инструмента. Этот процесс выполняется сразу после наполнения резервуара.

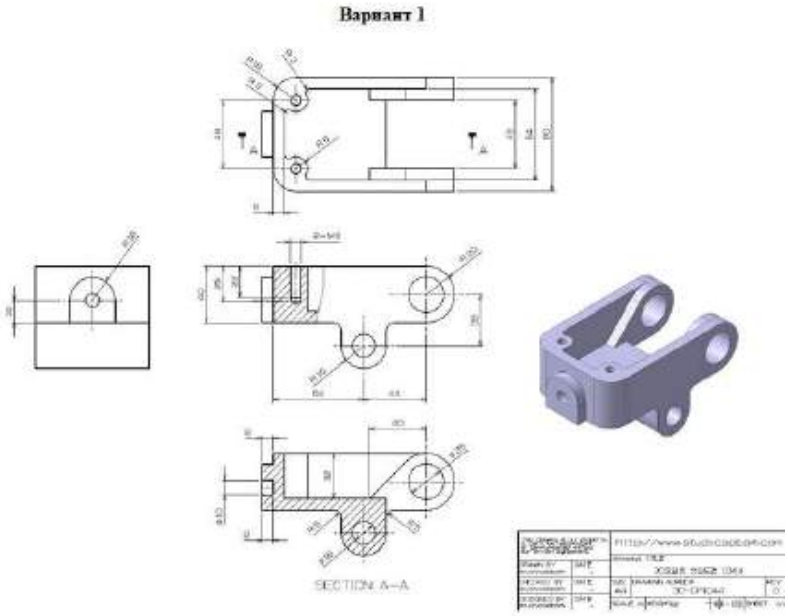
После этого фотополимер выравнивается проходом лезвия рекоутера. Резервуар оснащен датчиками, которые обнаруживают любое движение или неровность на поверхности материала, поскольку печать может выполняться только при абсолютно ровном и неподвижном фотополимере.

Пока выполняется подготовка резервуара и фотополимера, оператор еще раз анализирует 3D-модель. Инженер проверяет, будет ли деталь неподвижна в каждый момент построения. Безусловно, очень важно, чтобы готовая деталь была полностью неподвижна в резервуаре, но также требуется обеспечить ей достаточное число поддержек, даже когда ее высота составляет всего несколько слоев.

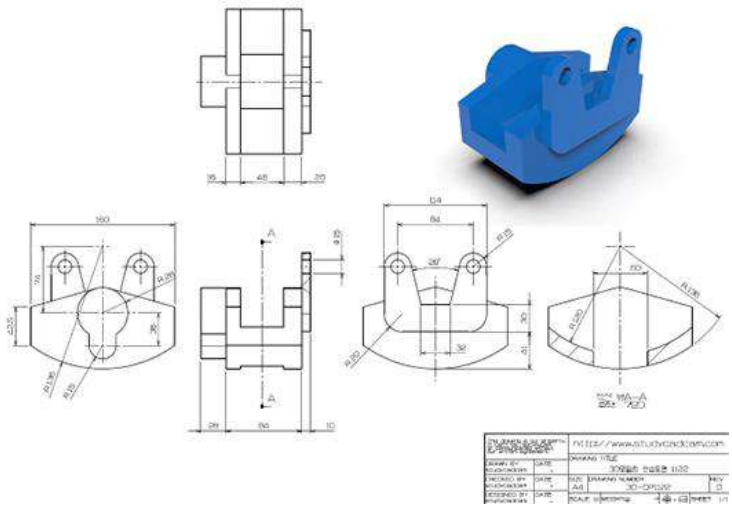
Если на начальной стадии печати деталь деформируется хотя бы на долю миллиметра, это крошечное отклонение будет усиливаться все больше и больше по мере печати, и по завершении процесса станет просто огромным. Поэтому очень важно правильно расположить поддерживающие структуры. Как правило, проектировщики предоставляют превосходную 3D-модель, и на этом этапе специалисты по 3D-печати просто получают четкое представление о том, что они печатают.

Теперь, когда 3D-файл полностью подтвержден, пришло время перенести его на принтер с помощью USB-накопителя. Именно на этом этапе определяется окончательная ориентация детали. Данный этап часто упускается из виду, но он может оказать значительное влияние на длительность печати.

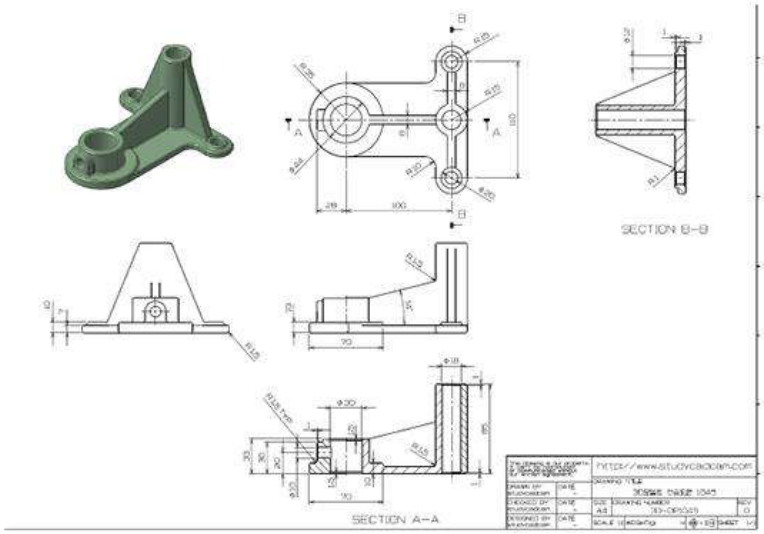
Задание:



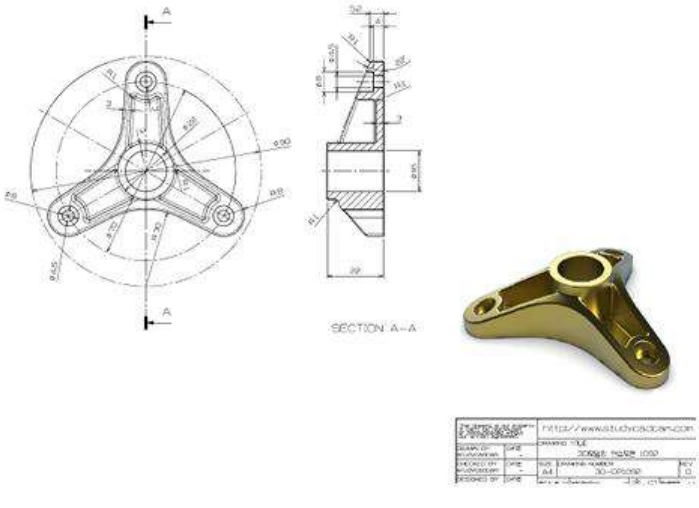
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6.
Настройка установки для создания изделия

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться настраивать установку для создания изделия

Ход работы.

Для начала определимся, на какие вообще крупные узлы можно разбить любой 3D принтер?

1. **Корпус**
2. **Кинематика**
3. **Печатающий блок**
4. **Печатный стол**
5. **Материнская плата / электроника**

Независимо от технологии 3D печати, любой 3д принтер можно разбить на эти компоненты. Например, корпус требует очистки от налипшей пыли снаружи или внутри дабы не создавать риск короткого замыкания от статического электричества, кинематика требует очистки от налипшей грязи, регулярного смазывания и при необходимости замены ремней (не в случае с жесткой кинематикой на швп) печатающий блок необходимо чистить от налипшего материала, а в случае с фотополимерными принтерами не допускать вообще никаких загрязнений, особенно если это DLP или SLA 3Д принтер.

Однако давайте конкретизируем наше руководство и возьмем за основу некий стандартный FDM 3D принтер, как наиболее распространенный на рынке и на его основе подробно опишем процессы.

В чем особенности ухода за FDM 3D принтерами?

В данном же материале мы подразумеваем, что читатель уже знаком с основными понятиями итерминами и понимает описываемый предмет.

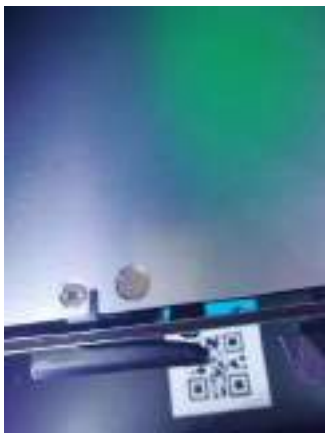
Мы знаем, что термополимерные 3D принтеры работают с филаментом в качестве расходного материала, а сам процесс печати связан с нагреванием рабочих элементов устройства до довольно высоких температур. Сам расплавленный материал осаждается на рабочем столе либо на специальной адгезионной поверхности (BuildTak), либо на стекле с нанесенном на него клеем, либо на любом другом виде этого элемента. Например, ранее часто встречались просто алюминиевые столы, требующие наклеивания капроновой ленты или малярного скотча.

Хорошая, ровная поверхность с нанесенным адгезивом это 90% вероятности успешно завершенной печати. Первый слой всегда определяет получится ли изделие вообще, или после некоторого количества времени печати, если первый слой отклеился или не пропечатался, вместо модели вы увидите характерную «вермишель».

Таким образом самым важным и первым пунктом технического обслуживания и настройки 3D принтера является настройка или калибровка нагревательного стола.

Калибровка и уход за нагревательным столом.

Существуют 3 варианта калибровки нагревательных столов – Ручная, Полуавтоматическая и автоматическая. Чаще всего в современных принтерах встречается полуавтоматический вариант, его мы сейчас и рассмотрим.



При полуавтоматическом варианте калибровки горизонта вашей рабочей области принтер запускает специальную программу движения, облегчающую процесс. Например, в 3D принтерах PICASO 3D на платформе X, пользователю нужно ровно установить стеклянную платформу в своих пазах, запустить процесс калибровки и следовать указаниям устройства на экране. Важно визуально контролировать действия устройства и не допускать сильных перекосов или зазоров стола и стеклянной поверхности. Такую калибровку необходимо выполнять настолько часто, насколько часто на первом слое появляются артефакты, или нить вообще не приклеивается к столу / вжимается в него слишком сильно.

В случае ручной калибровки, например, на 3D принтерах Zenit 3D, принтер так же управляет процессом передвигая печатающий блок по точкам калибровки, но поднимать или опускатьстол в соответствующей точке должен сам оператор.

В упомянутых выше 3D принтерах зенит, это позволяют сделать 3 специальных регулировочных винта под консолью стола (на фото), которые необходимо подкручивать до тех пор, пока расстояние от стола до кончика сопла не будет насчитывать +/- 100мкм. Лучше всего это расстояние замерять специальным автомобильным щупом (для регулирования клапанов), или с помощью обычной белой а4 бумаги.

Суть калибровки заключается в подстраивании высоты так, чтобы лист бумаги или щуп двигались между столом и соплом с небольшим усилием, но все же легко проходили этот зазор. Сделать это будет необходимо в случае с зенитом в 3х точках, однако, как правило, в подобных устройствах калибровка выполняется по 4м точкам.

! Обратите внимание!

В случае нанесения адгезивного лака/спрея на стеклянную поверхность стола, всегда выполняйте калибровку _после_ нанесения средства, иначе в процессе смены стекла уровень может «убежать». Для наилучшей адгезии принтерам со стеклянным столом, можем порекомендовать проверенный годами адгезивный клей – спрей Picaso3D.

Следующий узел, требующий частого внимания и ухода – печатающий блок. Далее поговоримо нем.

Очистка и уход за печатающим блоком.

Конструкция этого узла такова, что нижняя точка - кончик сопла, всегда контактирует с материалом. На многих конфигурациях ее формы нижняя кромка как бы "разглаживает" выходящий из нее слой материала. Ввиду этого практически невозможно избежать налипания пластика на поверхность сопла,

что со временем будет приводить к ее загрязнению, т. к. сопло проходит через циклы нагрева/остывания и налипший пластик карамелизуется, образовывая своеобразный "налет". Так же, при пусть редких, но неминуемых браках печати, или неправильно посчитанном задании, на сопло может налипать большие количества материала, в конце концов попадающее при следующих печатях на поверхность изделия и портящих ее.

Для того, чтобы сопло всегда было чистым, старайтесь после каждых двух трех удачных печатей протирать сопло нетканными салфетками, или трудновоспламеняемой тканью в момент, когда сопло еще горячее.

Если такой возможности нет, или загрязнение слишком велико, есть более радикальный способ, который требует извлечения сопла.

Способов очистки снятого сопла довольно много и нет нужды описывать в этом материале их все. Достаточно перечислить два основных: растворение пластика в растворителе, или прожигание газовой горелкой.

!ВНИМАНИЕ!

Любой обозначенный ниже способ требует от вас наличия подготовленного помещения с вытяжкой и оборудованного противопожарной системой. Ни в коем случае не проводите данных процедур в домашних условиях. Это может быть опасно!

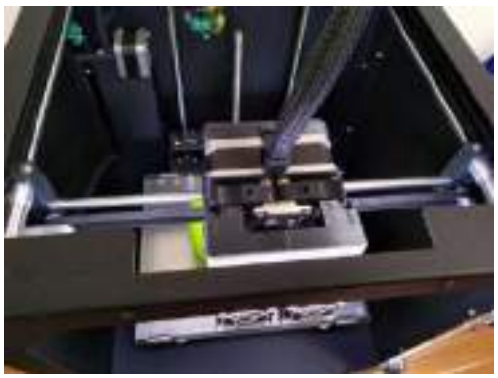
В первом случае сопло опускается в ацетон и держится в нем несколько часов, после чего остатки пластика счищаются вручную жесткой щеткой.

Во втором случае вам необходима газовая горелка и длинный толстый пинцет/щипцы, которыми вы будете держать сопло. Необходимо нагреть его до слегка красноватого состояния, чтобы весь пластик выгорел и остудить в теплой воде. После чего его можно установить обратно в принтер предварительно посушив.

Очистка и уход за кинематикой 3D принтера

Кинематическая система вашего 3д принтера – важнейший узел, обеспечивающий большую часть качества печати устройства. Исполнение кинематики, качество ее узлов и состояния влияют на изделие не меньше, чем сам филамент или печатающий блок. Безусловно, одно не может работать без другого, но, если вы сталкиваетесь с появившимися внезапно

«артефактами» на поверхности ваших распечаток и уверены, что это не вина печатающего блока или электроники, обратите внимание на вашу кинематику.



Разные 3D принтеры построены на разных кинематических схемах. Они используют разные по длине ремни, разные виды направляющих и кронштейнов,

разные виды подшипников и шпулей. Однако объединяет их одна важная вещь – для всех из них требуется чистота и своевременная смазка. Чем смазывать тот или иной вид направляющих и их каретки как правило чаще всего можно найти в руководстве к принтеру, а саму процедуру необходимо выполнять при интенсивной загрузке принтера не реже раза в месяц. К тому же, чем чаще работает устройство, тем медленнее смазка приходит в негодность, а чем больше устройство «простаивает» тем больше вероятность, что направляющие засорились пылью, а смазка утратила свои свойства.

Чтобы нанести ее заново, отключите принтер от сети и передвигая вручную печатающий блок, последовательно очистите направляющие от старой смазки и налипшей грязи ветошью, или нетканой салфеткой, смоченной в бензине / спирте. После чего протрите насухо и нанесите немного смазки равномерно по всей протяженности направляющих.

Обратите внимание, что рельсовые направляющие чаще всего имеют сапуны

Для впрыскивания смазки в тело каретки, а цилиндрические подшипники забиваются смазкой внутри. Конечно же, качественнее всего будет поменять смазку на элементах с полным разбором кинематики, но для неопытных пользователей мы не будем этого советовать. Просто обратитесь в ближайший сервис и доверьтесь профессионалам.

Очистка и уход за корпусом.

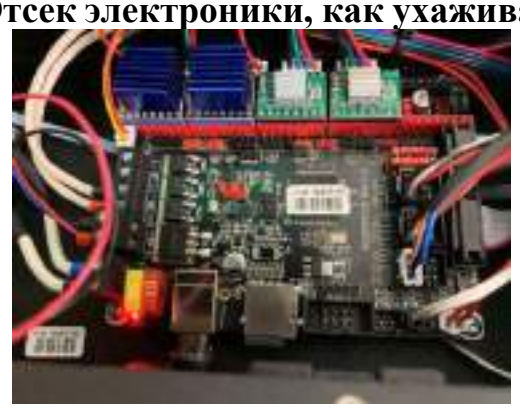
В зависимости от материала, которым выполнен корпус вашего 3D принтера, можно выбрать разные сценарии его очистки. Например, если корпус выполнен из дибонда, как у принтеров PICASO 3D, достаточно использовать средство очистки мебели и обыкновенный спрей – антистатик. Так же следует поступить с элементами, выполненными из акрила / оргстекла.

Если же ваш корпус пластиковый или металлический, перед очисткой требуется убедится в том, что применяемые вами средства не повредят краску и/или пластик, это можно проверить по маркировке на флакончиках подобных средств.

Зачем вообще нужно чистить корпус? Спросит редкий читатель. А мы ответим: по той простой причине, что даже заземленные 3д принтеры с многочисленными защитами от статики и фильтрами на сетевом шнуре не застрахованы от разряда накопившейся энергии по материнской плате или другим электронным компонентам, что может вывести их из строя. К тому же грязный корпус внутри и снаружи это просто опасно с точки зрения самовозгорания и не эстетично.

И все же, а что на счет электроники?

Отсек электроники, как ухаживать?

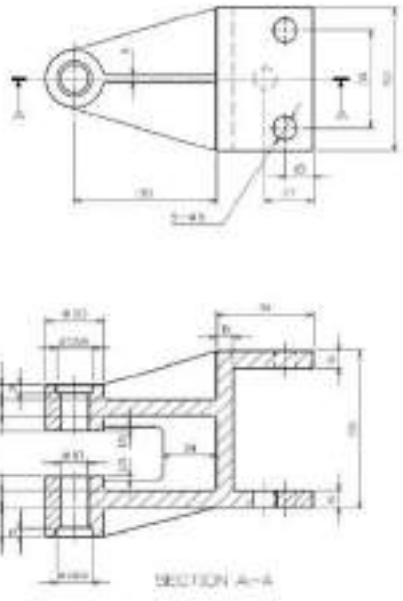


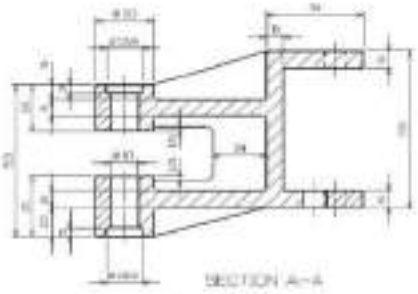
Через многочисленные щели в корпусе и вентиляционные отверстия, в отсек электроники может попадать пыль и другой сор. Как не трудно догадаться, электроника – мозги и нервная система вашего устройства. Без нее ваш 3D принтер не более чем набор шестерней и пластика. Сама по себе электронная начинка устройства, как правило защищена от различных напастей с помощью заземления, различных фильтров, сеточек и активного обдува, однако со временем она все равно покрывается слоем тонкой пыли или грязи и требует периодического внимания.

Если отсек электроники вашего устройства труднодоступен и для осмотра/ очистки требуется разобрать пол принтера, мы не рекомендуем этого делать. Если же дело требует откручивания одной/ двух крышек, регулярной проверяйте состояние системы и при необходимости продувайте сжатым воздухом. Но ни в коем случае не пылесосьте! Обычные бытовые пылесосы можно сравнить с огромными магнитами, накапливающими на своих корпусах статику, при прямом контакте с которой может пробежать искра по вашим электронным компонентам и платам по незапланированному сценарию и просто повредить их. Лучшим способом очистки отсека от пыли будет ручная прочистка лопастей вентиляторов и продув компонентов сжатым воздухом. При этом весь процесс желательно делать под хорошейвытяжкой или на открытом воздухе.

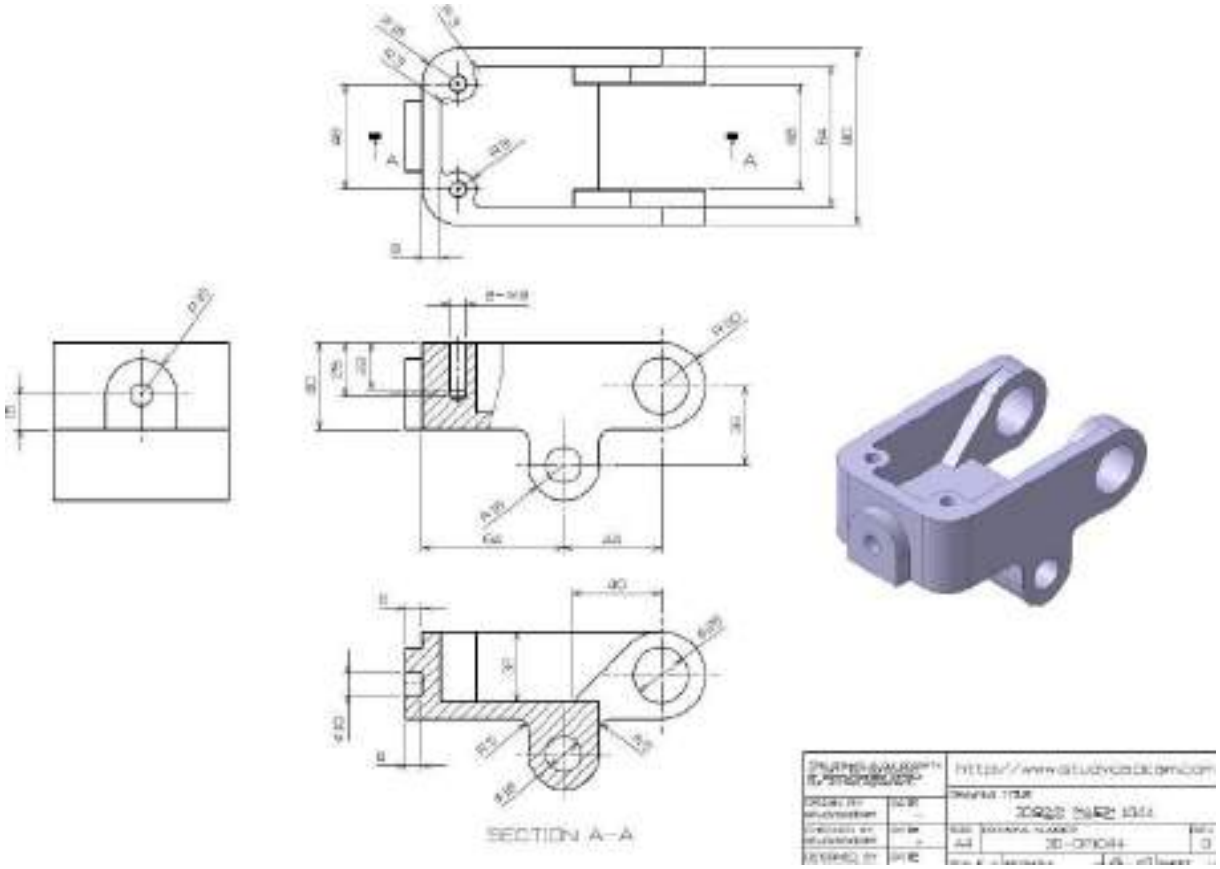
Задание

Вариант 1.

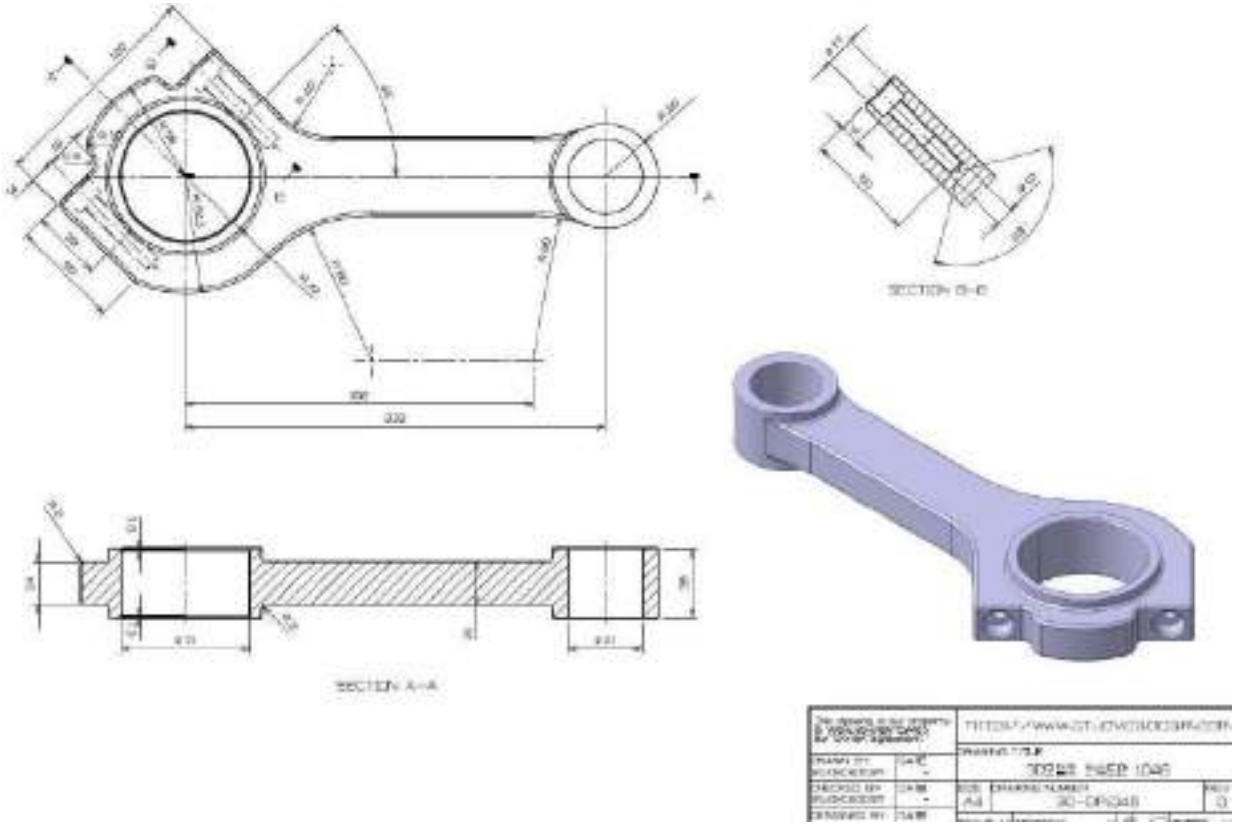




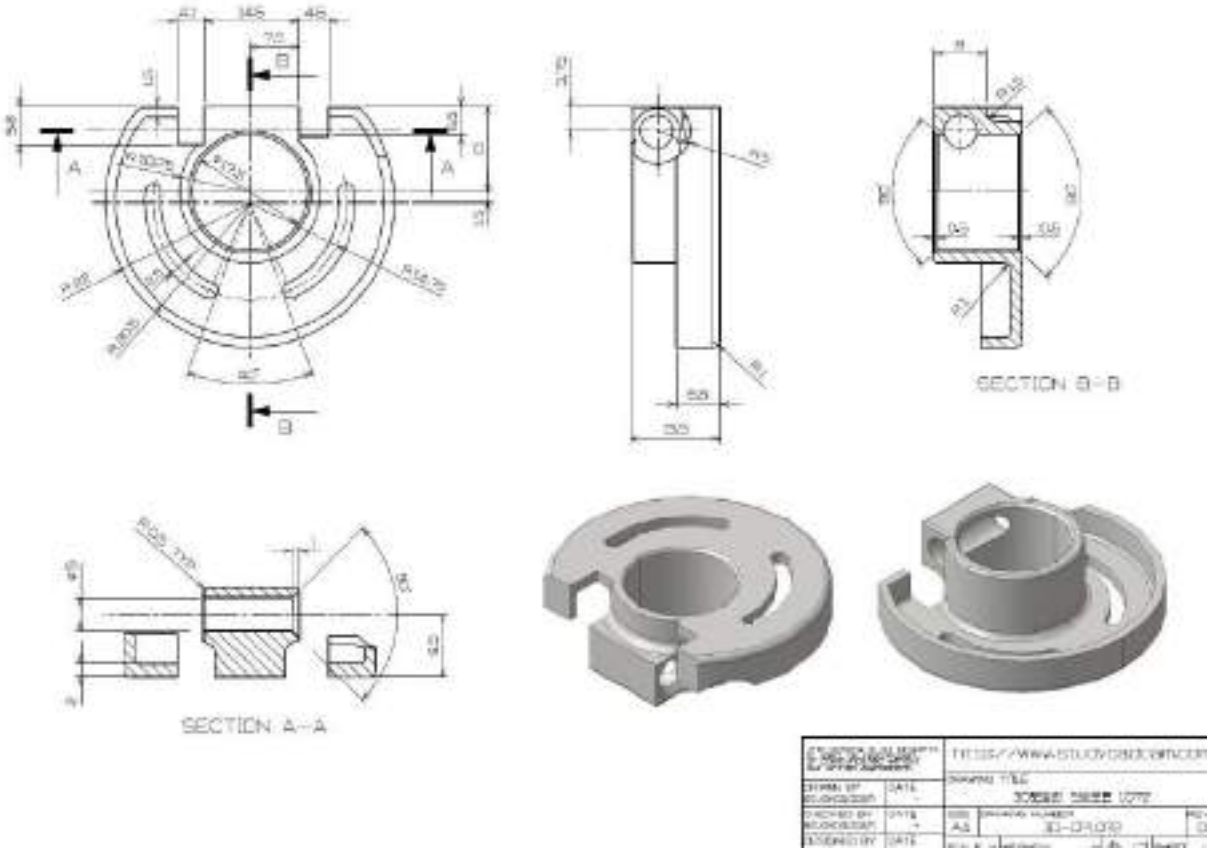
Вариант 2.



Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7.
Проверка цифровой модели в программе на наличие дефектов

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться проверять цифровую модель на наличие дефектов с помощью программы Netfabb Studio Basic.

Ход работы.

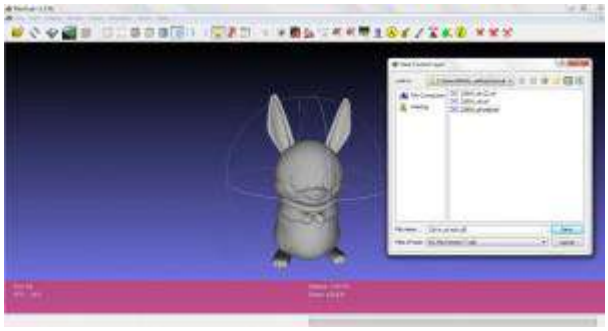
Netfabb Studio Basic (далее — Netfabb)

Программа позволяет редактировать STL-файлы и исправлять основные недостатки моделей. Для этого в Netfabb встроены базовые инструменты, такие как «Анализ», «Масштабирование», «Измерение» и «Ремонт».

Шаг 1. Подготовка STL.

Откройте вашу модель в Meshlab: запустите программу, нажмите File -> Import Mesh (или горячие клавиши Ctrl+I), в появившемся окне выберите файл своей модели, нажмите «открыть».

Далее, вам нужно конвертировать открытую модель в STL. Для этого, нажмите File -> Export Mesh As, во вкладке с типами файлов выберите STL File Format (*.stl), нажмите «Сохранить».

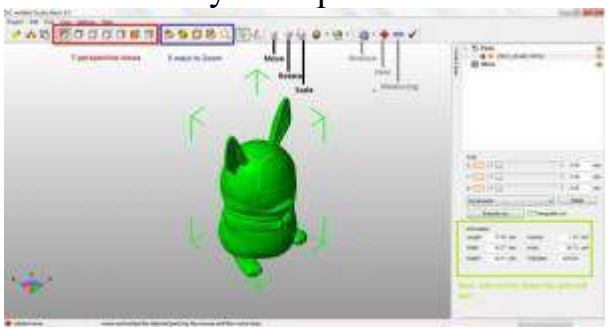


(меню сохранения Meshlab)

Шаг 2. Ознакомление с Netfabb

Интерфейс Netfabb.

Откройте STL-файл с вашей моделью в Netfabb. Зайдите в меню Project и нажмите кнопку Open. В появившемся окне найдите файл своей модели и нажмите кнопку «Открыть».



(интерфейс Netfabb)

Виды перспективы

Виды перспективы NetFabb

Вы можете рассматривать загруженную в Netfabb модель со всех сторон, удерживая нажатой правую кнопку мыши, и перетаскивая курсор вокруг модели.

Кроме того, в программе предусмотрено 7 кнопок перспективы. Первая из них покажет базовую перспективу в 3D. Остальные 6 кнопок перспективы представляют собой вид со стороны плоскостей ограничивающего контейнера модели. Чтобы понять, что это такое, обратите внимание, на прямоугольную зелёную «рамку» вокруг выделенной модели. Именно это и есть ограничивающий контейнер (воображаемый параллелепипед, в который вписана модель).

Управление полем зрения (зум).

Управление полем зрения (зум) NetFabb

Чтобы приблизить или отдалить загруженную модель, можно использовать колёсико-скролл вашей мыши. Кроме того, в программе предусмотрены отдельные кнопки для управления зумом. Слева-направо: приблизить,

Приблизить вплотную к активной части модели (выделенной зеленым), Приблизить к платформе, Приблизить ко всей сцене.

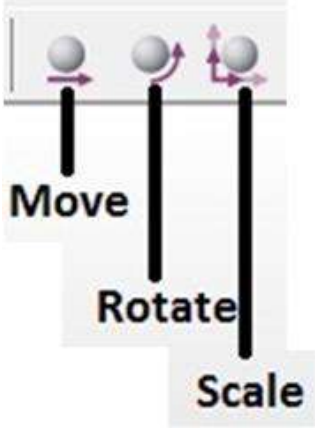
На последней кнопке (в виде увеличительного стекла) остановлюсь отдельно. Для использования, её необходимо нажать и, удерживая левую кнопку мыши, выделить рамкой участок модели, который хотите приблизить.

Пожалуйста, обратите внимание, что «Зум» не увеличивает физические размеры модели. Он служит лишь для управления «камерой».

Окно базовой информации

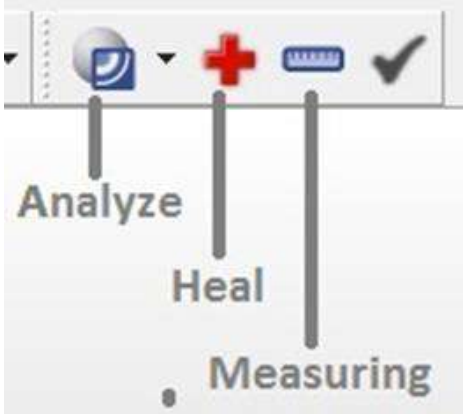
Это окно показывает размеры выбранной части модели. Обратите внимание, что STL с несколькими оболочками, всё равно считается одной частью. Только если вы загрузите более чем один файл или разобьёте модель на части в Netfabb, она будет считаться состоящей из нескольких частей. Информация, отображаемая в этом окне, говорит сама за себя. Length (длина), Width (ширина) и Height (высота) — указывают соответствующие размеры ограничивающей коробки модели. Volume (объём) — это значение можно использовать для вычисления цены модели. Area (площадь) отображает, соответственно, площадь поверхности модели. И, наконец, в строчке Triangles можно увидеть количество треугольников, из которых состоит модель.

Передвижение, вращение, масштабирование.



Название этих функций говорит само за себя. При помощи Передвижения (Move), вы можете двигать активную часть модели. При помощи «Вращения» — вращать модель вокруг её центральной точки. «Масштабирование» увеличит или уменьшит размер модели по вашему желанию.

Анализ (Analyze), Ремонт (Repair), Измерение (Measuring)



Именно эти функции программы используются для исправления недостатков модели.

«Анализ», в дополнение к уже имеющейся базовой информации, даст дополнительные сведения о модели. Например, он укажет вам, есть ли у вас в модели дыры, незакрытые участки, инвертированные нормали или проблемные грани.

«Ремонт» – инструмент, который отличает Netfabb от других программ-редакторов STL. Кроме проведения анализа модели, он, по вашей команде может исправить её недостатки.

Последняя кнопка – инструмент «Измерение». По сути, это линейка, которая даёт возможность измерить расстояние между двумя указанными точками. Это может пригодиться, если вы ищите участки модели, которые не соответствуют требованиям по минимальной толщине стенки.

Требования к готовым моделям.

Параметры, необходимые для успешной печати. Если ваша модель соответствует требованиям, указанным в списке, скорее всего, она готова к печати.

Обязательные параметры:

- количество треугольников (Triangles) — менее 1.000.000;
- 0 Holes (отсутствуют дыры);
- 0 Border edges (отсутствуют незакрытые участки);
- 0 Flipped triangles (отсутствуют инвертированные треугольники);
- минимальные размеры модели: 0.2 см x 0.2 см x 0.2 см;
- максимальные размеры: 49 см x 39 см x 20 см:
- положительный объём (значение Volume должно быть выше нуля);
- замкнутая поверхность модели (в строчке «surface is closed» должно быть значение «yes»);
- ориентируемая поверхность модели (в строчке «Surface is orientable» должно быть значение «yes»);

Шаг 3. Ремонт модели

Если ваша модель не подходит по каким-нибудь критериям — не беда. Существуют быстрые способы это исправить.

Исправление размеров

Для успешной печати вашей модели, она должна иметь определённые габариты: минимум: 0.2 см x 0.2 см x 0.2 см, максимум: 49 см x 39 см x 20 см.

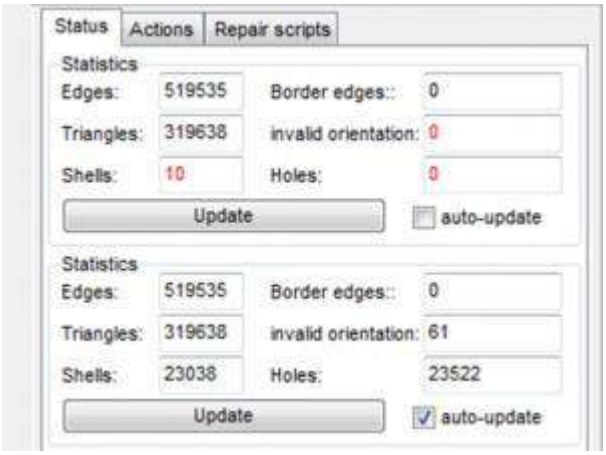
Если ваша модель не подходит по размеру, используйте инструмент «Масштабирование» (Scale parts). С его помощью можно изменить размер модели так, чтобы она соответствовала требованиям. Для этого, в окне инструмента вам нужно задать коэффициент масштабирования (Scale factor). Также, можно задавать нужные размеры модели непосредственно в миллиметрах в строке target size.

Подсказка: при конвертации модели через Meshlab, возможно нежелательное изменение размеров. Например, с 1 метра до 1 миллиметра. Чтобы вернуть модель к её оригинальному размеру, вам нужно масштабировать модель с коэффициентом (Scale factor) равным 1000. Если вы работали в дюймах, используйте коэффициент 25,4.

Исправление инвертированных нормалей, проблемных граней и дыр.

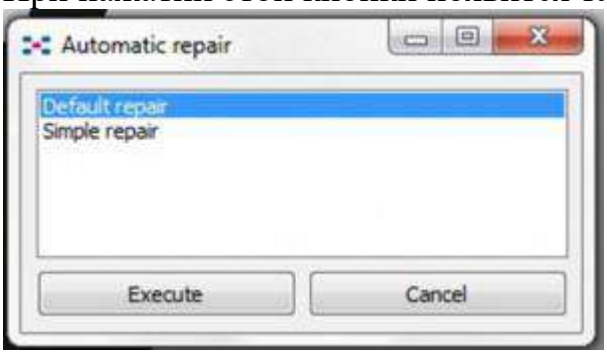
Чтобы справится с этими недостатками, нажмите кнопку Ремонт (Repair) в правой верхней части экрана (выглядит как красный крест). После нажатия, в правой нижней части экрана появится новое окно.

Обратите внимание, что в ячейке «auto-update» должна стоять галочка. Это нужно для того, чтобы программа обновила данные после исправления ошибок в модели.



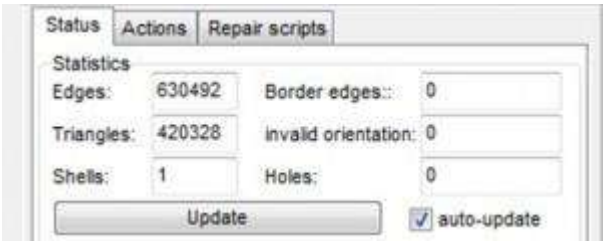
После того, как вы это сделаете, можете запускать автоматический ремонт. Нажмите кнопку Automatic repair (Автоматический ремонт).

При нажатии этой кнопки появится такое окно:



В нём можно выбрать настройки ремонта, которые вы хотите использовать. Default repair – ремонт с настройками по умолчанию и Simple repair – простой ремонт. Я рекомендую использовать ремонт с настройками по умолчанию. Это означает использование всех возможностей ремонта, которые может предоставить Netfabb. Ручное редактирование настроек также возможно, но необязательно. Выберите необходимые вам настройки и нажмите кнопку «Execute» (Выполнить).

После того, как вы это сделали, данные модели должны измениться. В итоге, они должны выглядеть примерно так:



0 border edges (отсутствие незакрытых участков);

0 invalid orientation (отсутствие инвертированных треугольников);

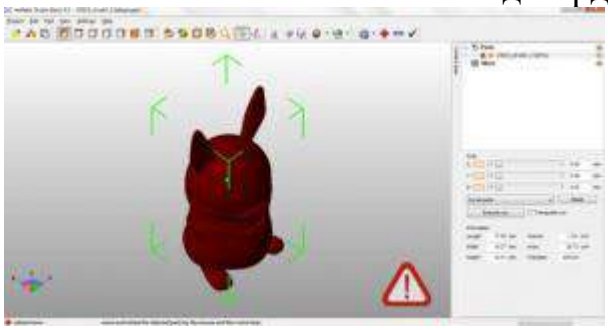
0 holes (отсутствие дыр в модели);

1 Shell (1 оболочка. Если ваша модель состоит из одного объекта). Если у вас количество оболочек больше одной — ничего страшного, но лучше, чтобы была одна. После того, как все недостатки модели исправлены, нажмите кнопку «Apply repair» (применить ремонт).

В появившемся окне (с надписью «Remove old part?») подтвердите выполнение действия (Yes).

Моя модель красная!!!

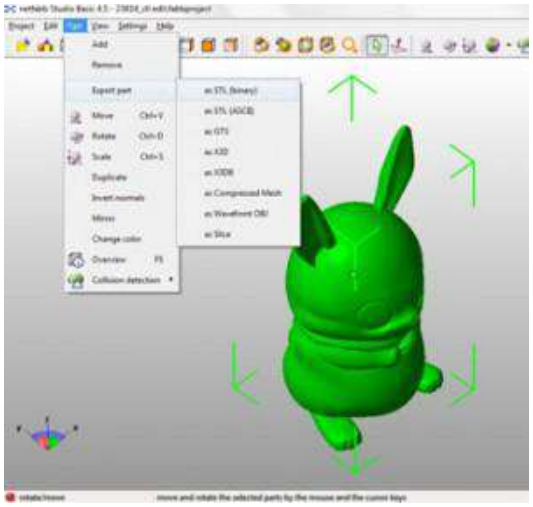
Красным цветом окрашиваются проблемные участки. Если в вашей модели несколько красных зон, скорее всего, её ремонт потребует некоторых усилий. Но, если модель полностью красная, вы можете её попробовать починить быстро. Зайдите в меню «Part» в левой верхней части экрана и нажмите кнопку «Invert normals». В появившемся окне подтвердите действие нажатием на «Yes».



пример полностью красной модели.

Подсказка: не забудьте сначала выбрать нужную часть модели (обратите внимание на зелёную рамку ограничивающего контейнера, которая появляется вокруг активной части).

Шаг 4. Сохранение отремонтированной модели



Если вы хотите сохранить свою новую, исправленную модель, зайдите в меню Part -> Export Part и нажмите кнопку «as STL».

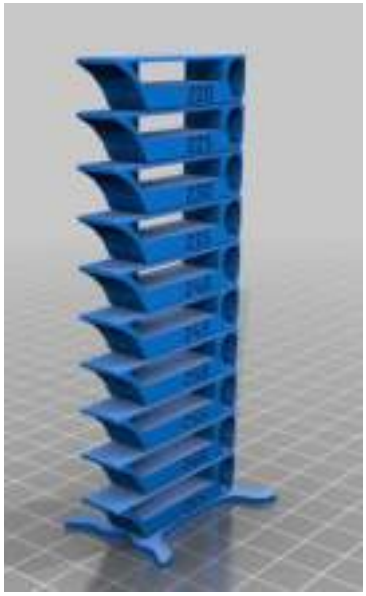
Задание:

Вариант 1

Вариант 2

Вариант 3

Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8.
Подготовка модели к печати

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться подготавливать модель к печати с помощью программы Repetir-Host.

Ход работы.

Для того чтобы начать подготовку модели к печати её нужно загрузить в слайсер (в нашемслучае используется Repetir-Host).

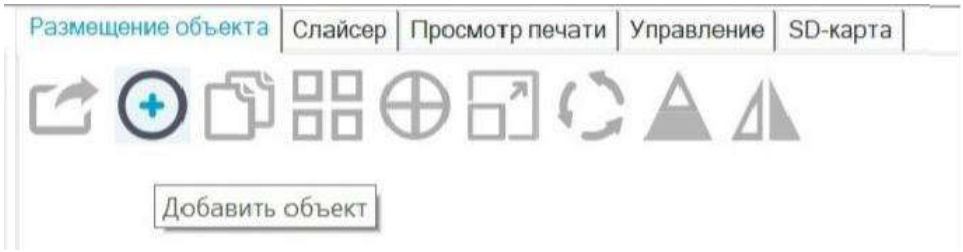


Рисунок 1

Размещение объекта- добавить объект (рисунок 1) - выбрать нужный stl файл- открыть (рисунок 2)

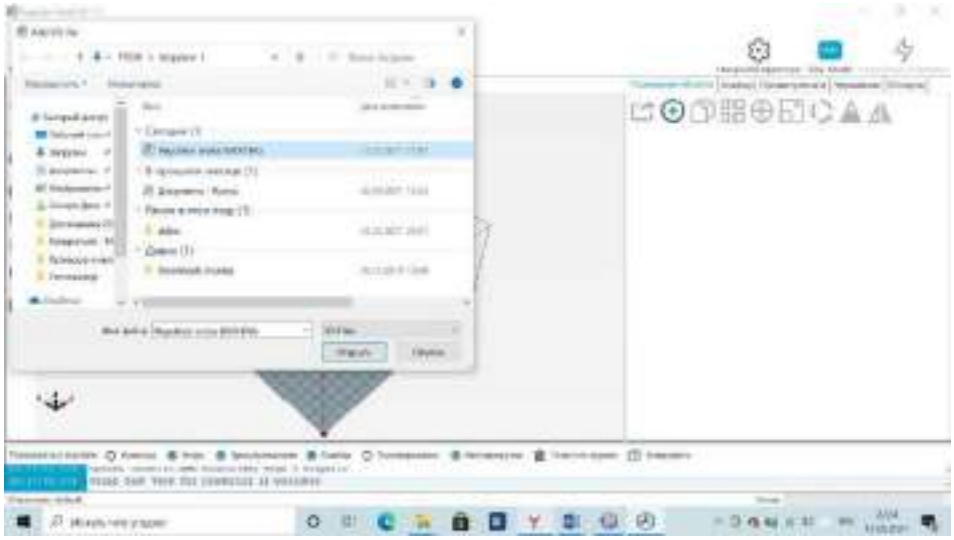


Рисунок 2

Разместив модель, мы можем приступить к нужному нам расположению детали.

Так как у 3D-принтера есть габариты и некоторые модели могут выходить за допустимые размеры (рисунок 3) мы можем масштабировать объект для допустимого размера (рисунок 4)

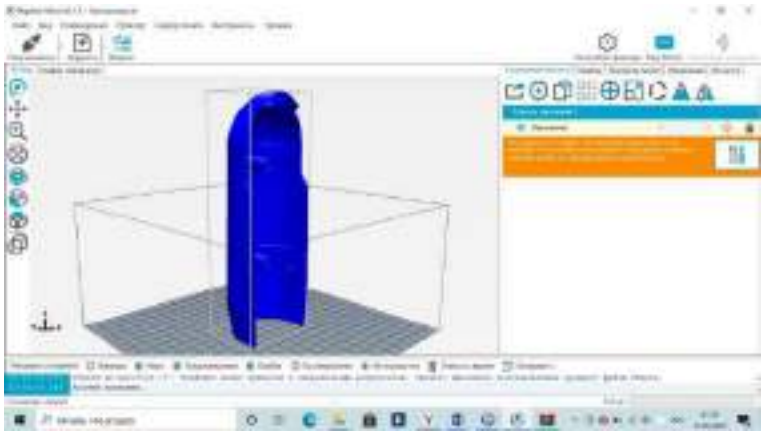


Рисунок 3

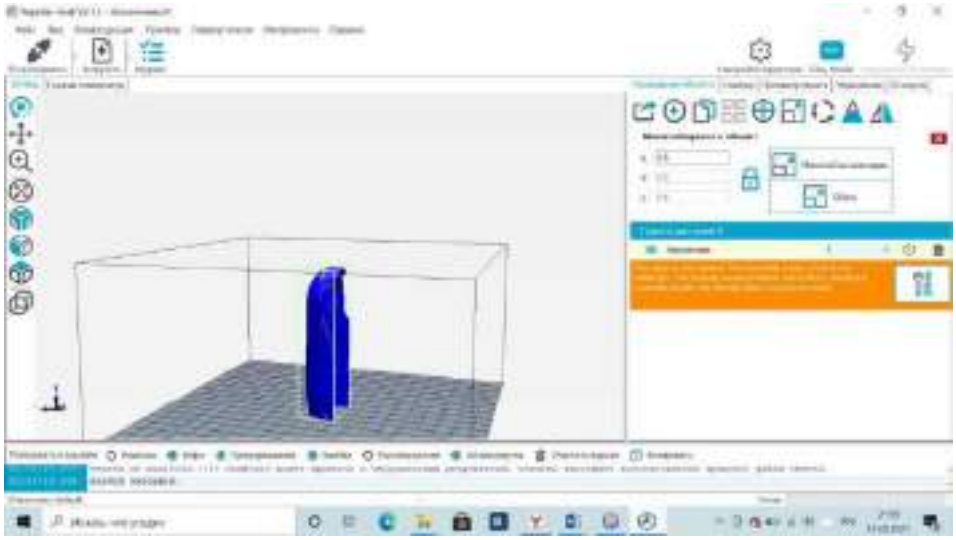


Рисунок 4

Если модель большого размера нужно воссоздать в масштабе 1/1. Нужно при моделировании учитывать максимально возможные габариты печати. Разрезать деталь, чтобы напечатать по частям. А так как эти части будут склеиваться, то неплохо бы сразу предусмотреть соединения, например, «ласточкин хвост» (Рисунок 5).

Рисунок 5

Так же мы можем подобрать более удобное расположение модели для печати (Рисунок 6).

Для это нужно повернуть объект по осям под подходящим градусом.

Рисунок 6

От расположения модели зависит и её прочность. Нагрузка должна распределяться поперек слоев печати, а не вдоль. Иначе слои могут разойтись, т.к. сцепление между слоями не 100%.

Чтобы было понятно, взглянем на две Г-образные модели. Линиями показаны слои печати. (Рисунок 7)

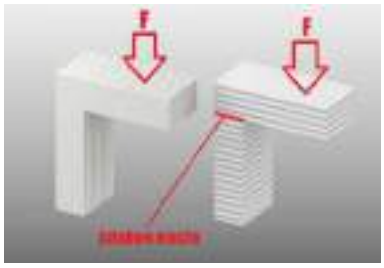


Рисунок 7

От того как приложена сила относительно слоёв зависит прочность напечатанной детали. В данном случае для правой «Г» достаточно будет небольшой силы, чтобы сломать её. Подобрав масштаб и расположение модели можно перейти к вкладке “слайсер” где будут производится настройки печати для нашей модели.При необходимости выбрать плот (рисунок 8).

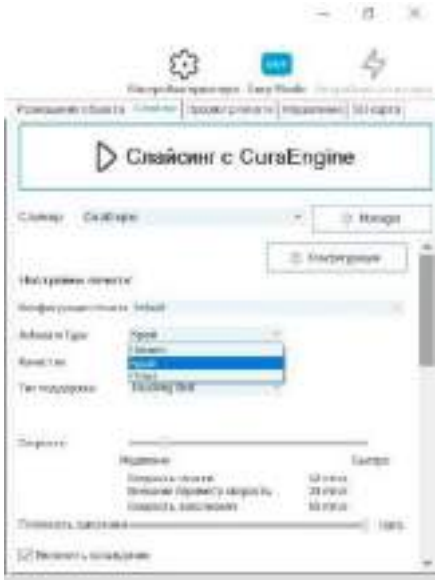


Рисунок 8

Выбрать тип поддержки (Рисунок 9)

Рисунок 9

Для каждого нависающего элемента необходима поддерживающая конструкция – поддержка. Чем меньше нависающих элементов, тем меньше поддержек нужно. (Рисунок 10). Кроме того, поддержка портит поверхность, соприкасающуюся с ней.

Допускается печать без поддержек стенок, которые имеют угол наклона не более 70 градусов.

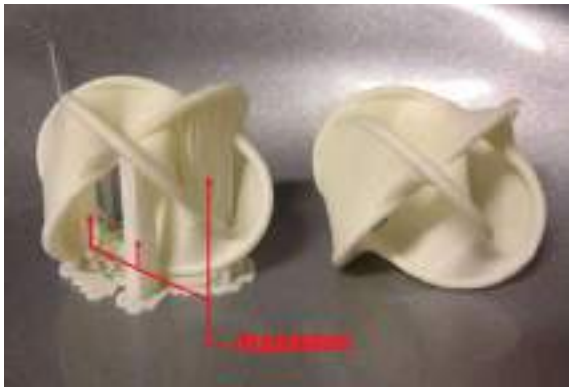


Рисунок 10

Следующим шагом будет выбор скорости печати, но нужно помнить о том, что от скорости печати зависит качество печати. А при выборе плотности заполнения нужно помнить, что чем меньше плотность заполнения тем ниже прочность детали. (рисунок 11)

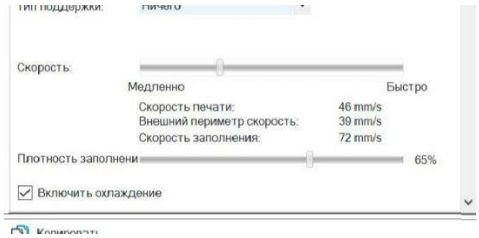


Рисунок 11

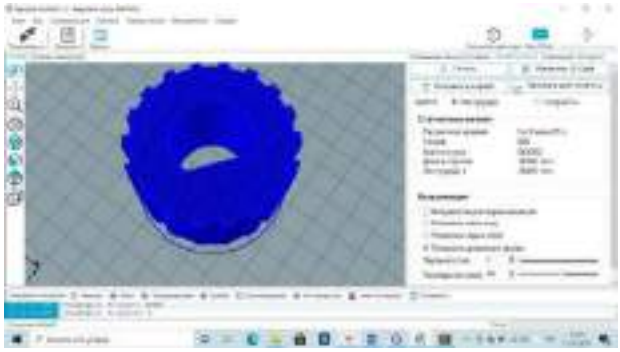


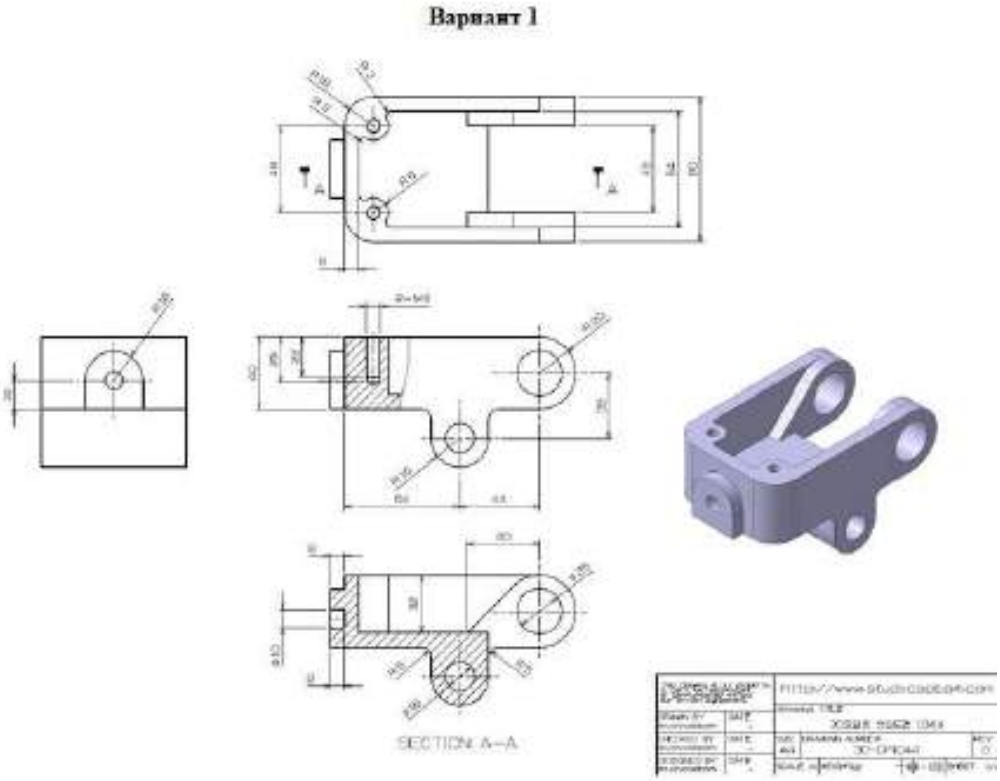
Рисунок 12.

Так будет выглядеть деталь внутри при плотности заполнения 29%.

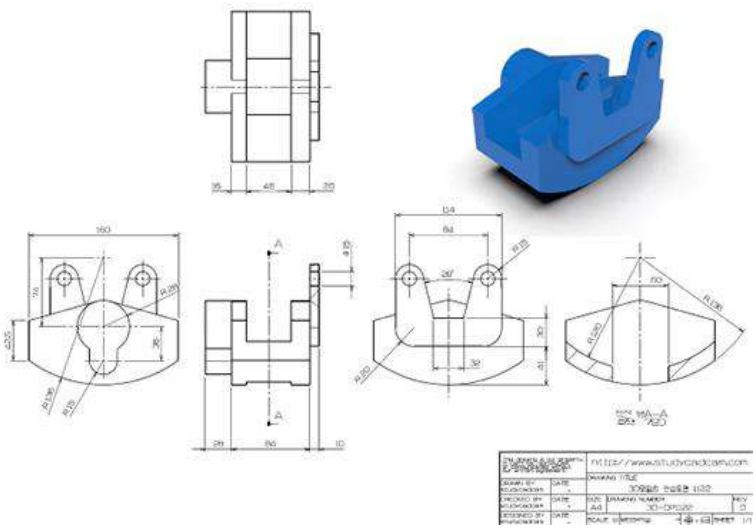
Так же нужно учитывать то, что стенки должны быть равными или толще, чем диаметр сопла.Иначе принтер просто не сможет их напечатать.

Слайсеры работают с форматом файла STL. Поэтому сохранять модель для печати нужно именно в этом формате. Практически любой 3D редактор умеет экспортировать в этот формат самостоятельно или с использованием плагинов.

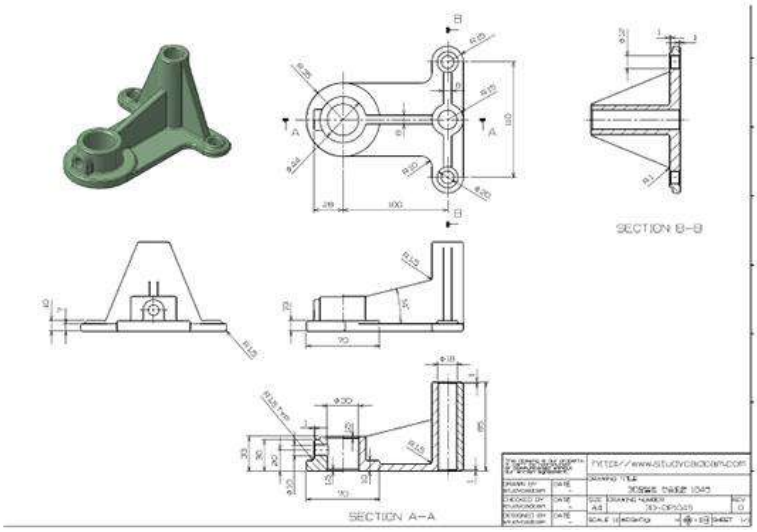
Задание:



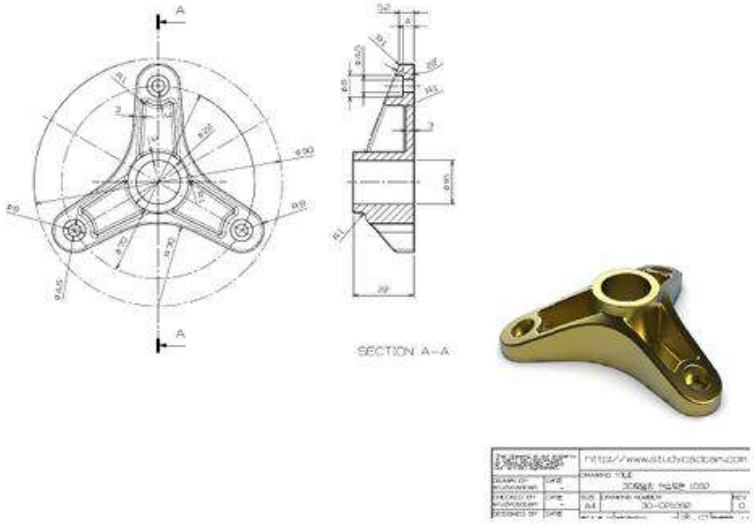
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9.
Печать изделия

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель:

Ход работы.

PEEK специфический материал со своими сложностями и нюансами. Напомним, что:

«Примечателен данный материал в первую очередь тем, что он выдерживает высокие эксплуатационные температурные нагрузки, от -40 вплоть до 260 градусов Цельсия. Точка размягчения около 300 градусов, а высокий предел прочности при растяжении и предел выносливости при изгибе, которые он сохраняет даже при воздействии высоких температур и химических веществ, делают его незаменимым в конструкциях требующих повышенных показателей прочности от материала. Так же, он может похвастаться сравнительно небольшой усадкой и обладает низкой воспламеняемостью, низкой гигроскопичностью и пригоден для контакта с пищевыми продуктами. Даже ультрафиолетовые лучи лишь изменяют цвет пластика, не влияя на его структуру.»

Как следствие всего вышеперечисленного, материал требователен к 3D принтеру, с помощью которого вы планируете им печатать. Существуют специализированные решения, заточенные специально под подобные материалы, перечислим некоторые из них:

3D принтеры Creatbot:

- 3D принтер CreatBot PEEK-300 (PEEK 300)
- 3D принтер CreatBot F430 (PEEK version)
- 3D принтер Creatbot F160 (PEEK version)3D принтеры Intamsys:
- 3D принтер Funmat HT
- 3D Принтер Intamsys FUNMAT PRO
- 3D принтер Intamsys FUNMAT PRO HT
- 3D принтер Intamsys Funmat 610 HT
- 3D принтер Intamsys Funmat PRO 410

Мы будем использовать 3D принтер Creatbot PEEK 300, благодаря его уникальной функции горячего обдува материала – «Direct Annealing System». С помощью этого инструмента можно производить преобжиг материала прямо во время печати, это мы сейчас и попробуем.

Помимо системы преобжига материала, Creatbot PEEK 300 обладает и другими необходимыми нам свойствами для печати PEEK. Например, максимальная температура нагрева печатающего блока (сопла) может достигать 500 градусов, а стол спокойно держит до 200 градусов нагрева.

При этом 3D принтер оборудован активной термокамерой с двумя зонами подогрева и возможностью нагрева воздуха внутри камеры до 120 градусов Цельсия.

На стенке устройства установлен HEPA фильтр, отсекающий возможные вредные испарения, но самое главное – печатающий блок обладает системой

высокоэффективного водяного охлаждения. При этом кинематика построена на перекрестной схеме H-Bot и обеспечивает отличное качество поверхности.

Что ж, давайте попробуем что-нибудь напечатать. Подготовка к 3D печати полиэфирэфиркетаном

Сам по себе Полиэфирэфиркетон (PEEK) не гигроскопичен, однако в некоторых условиях даже внутри герметично закрытого пакета возможно образование конденсата, поэтому после распаковки материала для начала его необходимо подержать на открытом воздухе, или в сушильной камере.

Creatbot PEEK 300 как раз обладает специальным отсеком для материала на дне которого установлен нагревательный элемент. Так что просто устанавливаем материал на держатель катушки и включаем подогрев. Пока выполняется подготовка к печати, катушка как раз просушится и будет готова к 3Д печати.

Далее подготовим 3D принтер к печати.

Для начала убедимся, что емкость системы водяного охлаждения заполнена водой на достаточномуровне.

Далее, нам необходимо провести калибровку 3D принтера и при необходимости отрегулировать плоскость стола. Карту высот можно составить автоматически с помощью функции авто-калибровки. При необходимости вы можете подкрутить регулировочные винты под консолью стола. Делать это строго рекомендуется на прогретом столе. Калибровка принтера перед печатью обязательна, т. к. необходимо обеспечить материалу максимально возможное прилегание к поверхности. При необходимости можно даже немного уменьшить оффсет на первом слое.

Следующий этап – преднагрев 3D принтера. Необходимо установить температуру стола на 150-160 градусов, а сопла на 400-420, при этом так же необходимо прогреть камеру принтера. Температура камеры также устанавливается через интерфейс сенсорного дисплея (Справа).

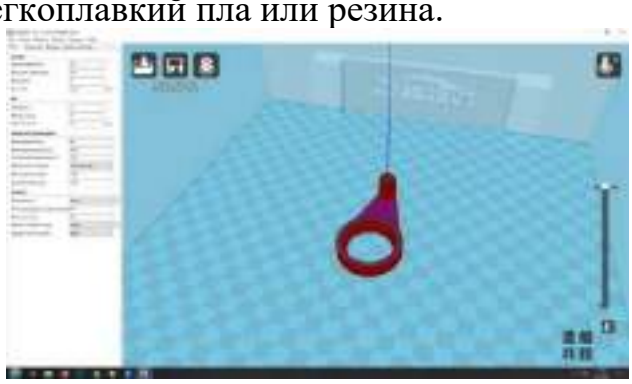
Пока устройство прогревается, давайте посчитаем нашу 3D модель. Работа со слайсером Creatware.

3D принтер Creatbot PEEK 300 использует фирменный слайсер Creatware построенный на базе Cura 15.04.06, однако версия программы от Creatbot довольно существенно доработана.

Помимо базовых доработок, П.О. так же содержит профили всей линейки устройств Creatbot, PEEK300 не исключение.

Устанавливаем самую последнюю версию с сайта или флешки устройства, в нашем случаеэто Creatware V6.5.1 и ищем там искомую модель 3D принтера.

Не так важно, какие конкретно настройки качества 3D печати вы установите, однако наш опыт показывает, что соотношение следующих настроек - толщина слоя 0.2 – 0.25 и толщина стенки в два периметра обеспечивает достаточную прочность и спекаемость при прочих равных. Z- Hop и настройки ретракта можно оставить стандартными. PEEK довольно тягучий материал и не тянется как легкоплавкий пла или резина.



Важно обратить внимание на параметр FLOW, или коэффициент подачи пластика. В зависимости от диаметра нити установите подходящий именно вашему 3D принтеру порог. Если говорить о Creatbot PEEK 300, 98-105% должно быть достаточно.

Важно установить низкую скорость печати, чтобы материал успевал спекаться по слоям и не натягивался. Общая скорость печати не более 40 мм/с. На периметрах и верхнем/нижнем заполнении можно опустить до 30.

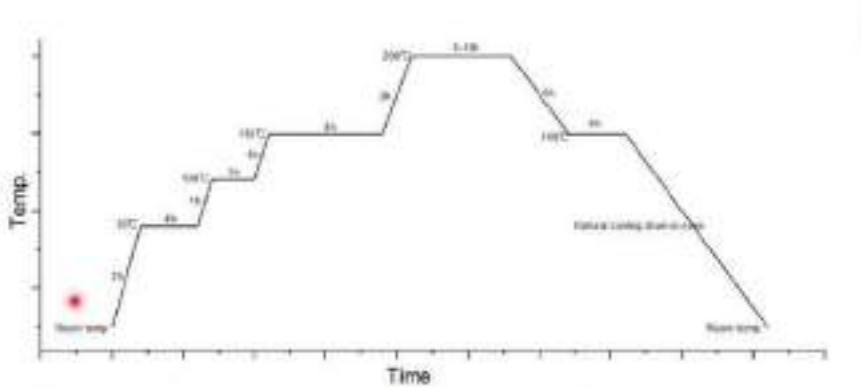
После того, как задача будет посчитана программой, необходимо сохранить файл на USB флешке и подготовить поверхность нагревательного стола к печати.

На прогретый стол необходимо будет нанести подходящий адгезив, т. к. в качестве поверхности для нагревательного стола в Creatbot Peek300 используется карбоновая пластина, лучшим вариантом в данном случае будет PVA клей карандаш. Исходя из нашего предыдущего опыта печати PEEK, Ultrax и другими высокотемпературными материалами лучше всего показывает себя в этой роли клей марки Kores.

После того как температура в камере стабилизировалась, мы нанесли адгезив, а катушкадостаточно просушилась в камере, можно начинать печать.

Процесс 3D печати и результат

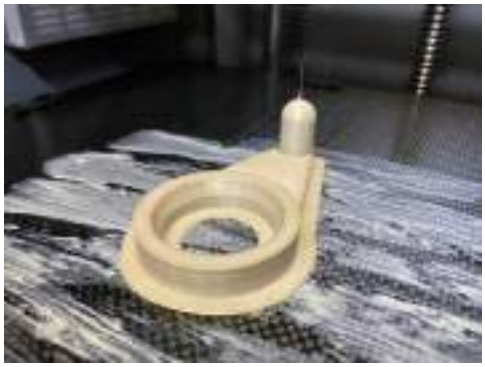
Итак, процесс печати запущен, пришло время немного поговорить об особенностях 3D печати и постобработки полиэфирэфиркетана (PEEK).



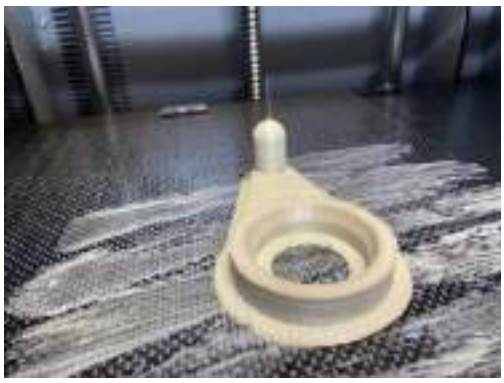
Полиэфирэфиркетан очень капризный материал, при печати малейшие колебания температуры могут приводить к некорректной кристализации и сказываться на результате печати. Очень важно, чтобы датчик температуры экструдера принтера был хорошо откалиброван, а внешняя среда не остывала до завершения процесса. После печати PEEK необходимо обжигать специальным образом, на табличке сверху можно увидеть температурные интервалы для обжига изделий.

Однако Creatbot PEEK 300 оборудован специальной системой горячего обдува, благодарякоторой можно частично сократить время запекания и ее схему.

Регуляторы под дисплеем управления как раз отвечают за температуру горячего обдува системы «Direct Annealing System». Материал проходит две стадии кристализации – в момент выхода из сопла и сразу после этого попадая в горячую среду, дополнительно обдуваемую из специальных сопел.



Тем временем Creatbot PEEK 300 закончил процесс печати, и мы можем проверить все ли получилось.



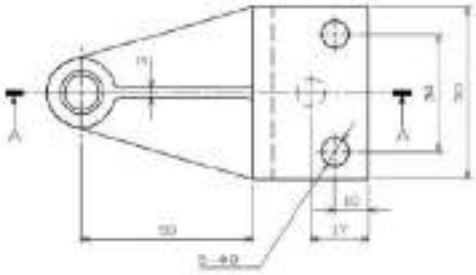
Кстати, при печати на рафте, важно учитывать параметры зазора между рафтом и телом модели. Оптимальное расстояние не более 0.07 мм. Тогда поддержки будут отходить достаточнолегко, а модель не будет отрывать от рафта.

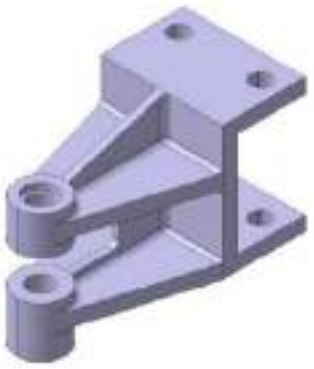
Касательно изделия можно сказать, что печать удалась. Отсутствие явных цветовых переходов и равномерный кофейно – бежевый цвет говорит о правильно протекшем процессе.Деталь не расходится по слоям и ровно лежит на столе.

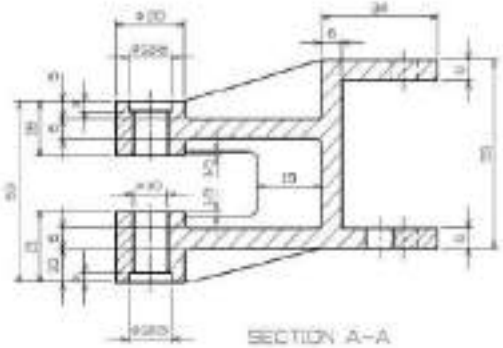
Однако выполнить дополнительный обжиг все же необходимо.

Задание

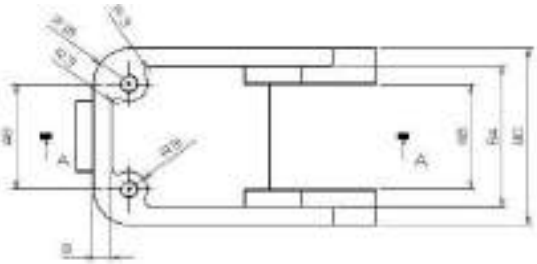
Вариант 1.

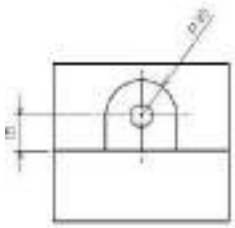


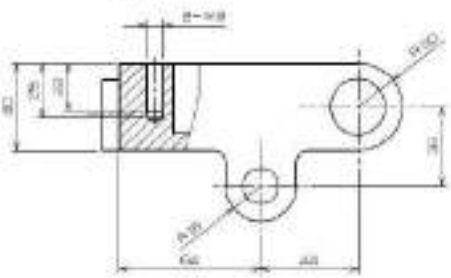


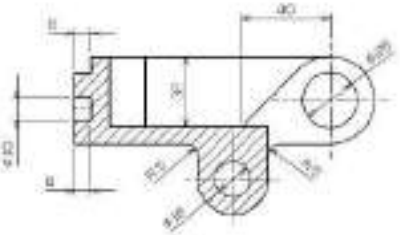


Вариант 2.

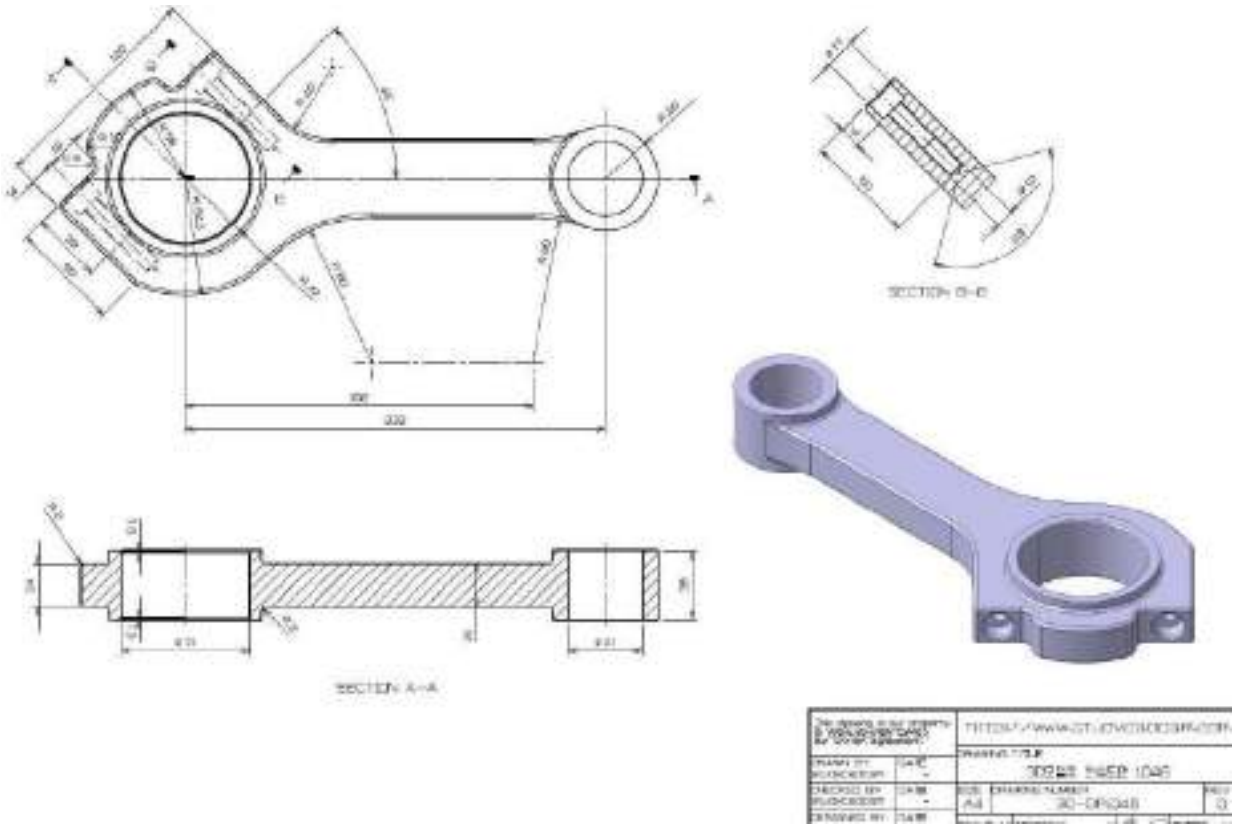




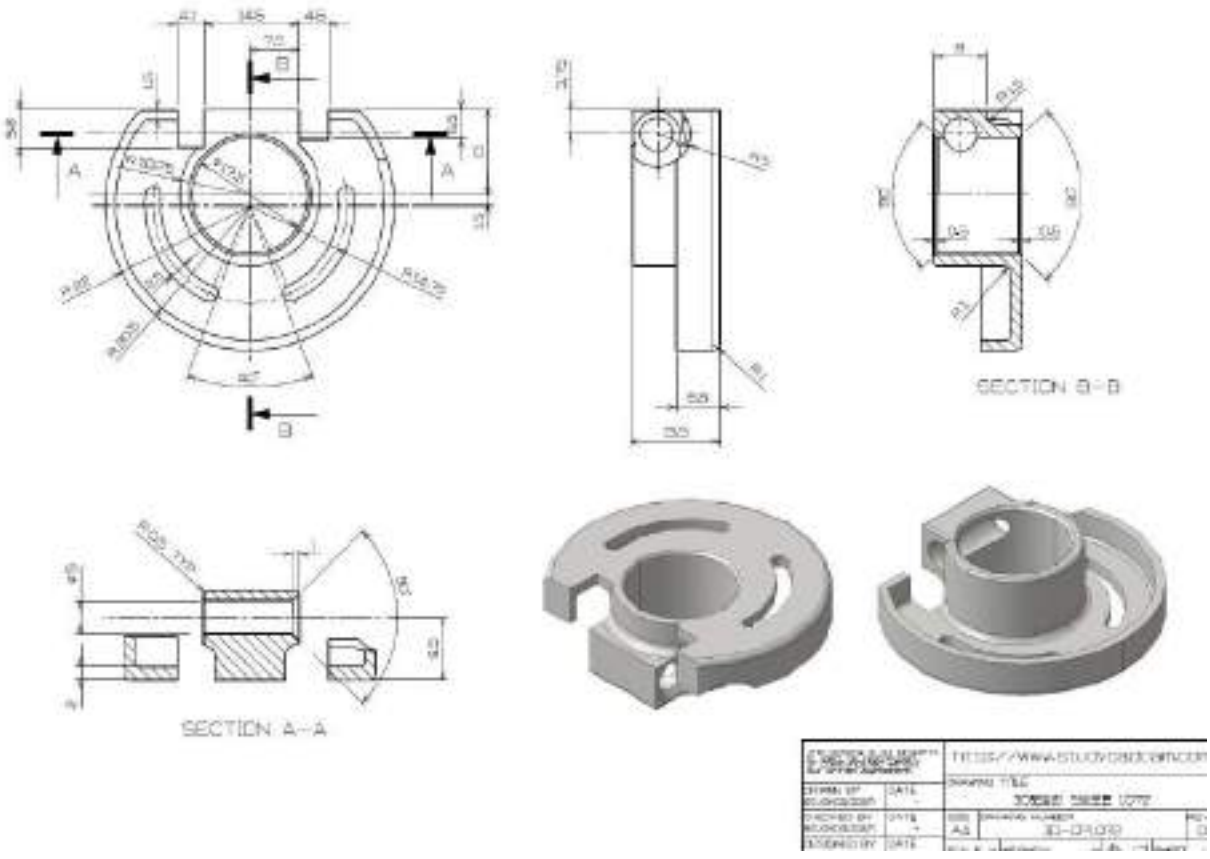




Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 10.
Подбор программного обеспечения для разработки модели

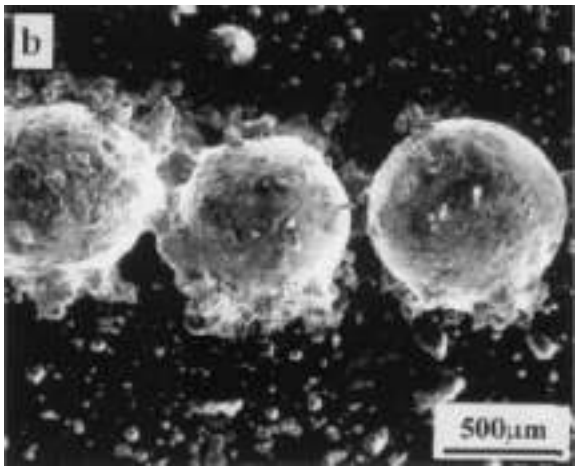
(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться подбирать программное обеспечение для разработки 3D модели.

Ход работы.

Дальнейшее усовершенствование установок для аддитивного производства связано с появлением возможности использования более мощного лазера, меньшего диаметра фокусировочного пятна и нанесения более тонкого слоя порошка, что позволило использовать SLM для изготовления изделий из различных металлов и сплавов. Обычно полученные этим методом изделия имеют пористость 0-3%.

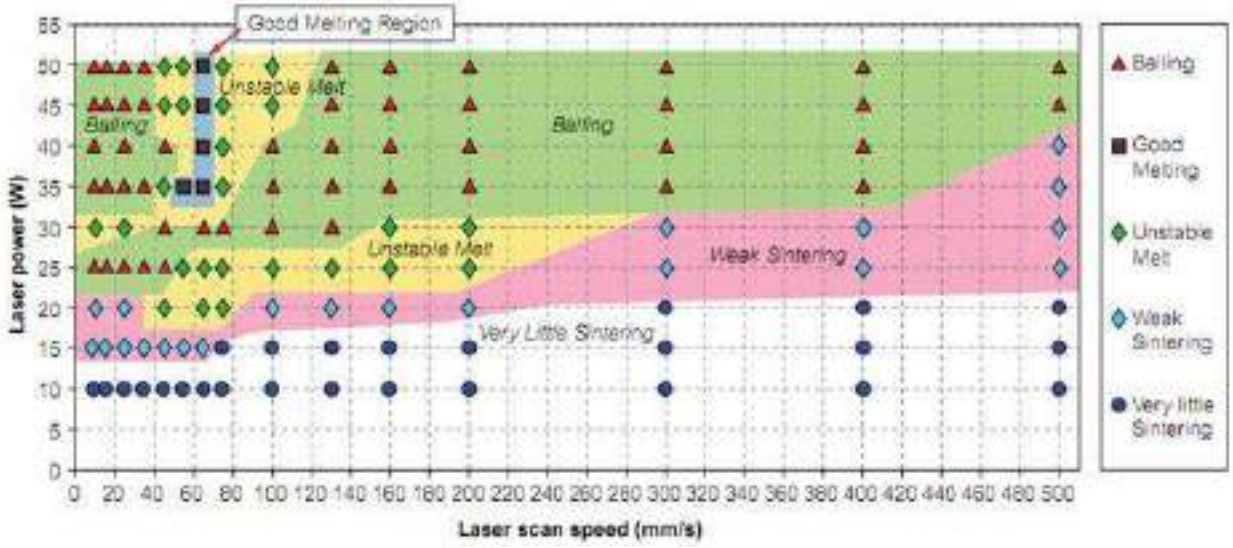
Как и в выше рассмотренных методах (IMLS, DMLS), большую роль в процессе изготовления изделий играет смачиваемость, поверхностное натяжение и вязкость расплава. Одним из факторов сдерживающим использование различных металлов и сплавов для SLM является эффект «образования шариков» или сфероидизация, который проявляется в виде формирования лежащих отдельно друг от друга капель, а не сплошной дорожки расплава. Причиной этого является поверхностное натяжение под действием, которого расплав стремится уменьшить свободную поверхностную энергию путем образования формы с минимальной площадью поверхности, т.е. шара. При этом в полоске расплава наблюдается эффект Марангони, который проявляется в виде конвективных потоков из-за градиента поверхностного натяжения как функции от температуры, и если конвективные потоки достаточно сильные, то полоска расплава разделяется на отдельные капли. Также капля расплава под действием поверхностного натяжения затягивает в себя близлежащие частицы порошка, что приводит к образованию ямки вокруг капли и, в конечном счете, к увеличению пористости.



Сфероидизация стали М3/2 при неоптимальных режимах SLM

Эффекту сфероидизации также способствует наличие кислорода, который растворяясь в металле, повышает вязкость расплава, что приводит к ухудшению растекания и смачиваемости расплавом ниже лежащего слоя. По выше перечисленным причинам не удается получить изделия из таких металлов как олово, медь, цинк, свинец.

Стоит отметить, что формирование качественной полоски расплава связано с поиском оптимальной области параметров процесса (мощности лазерного излучения и скорости сканирования), которая обычно достаточно узкая.



Влияние параметров SLM золота на качество формируемых слоев

Еще одним фактором, влияющим на качество изделий, является появление внутренних напряжений, наличие и величина которых зависит от геометрии изделия, скорости нагрева и охлаждения, коэффициента термического расширения, фазовых и структурных изменений в металле. Значительные внутренние напряжения могут приводить к деформации изделий, образованию микро- и макротрещин.

Частично уменьшить негативное влияние выше упомянутых факторов можно путем использования нагревательных элементов, которые обычно располагаются внутри установки вокруг подложки или питателя с порошком. Нагрев порошка также позволяет удалить адсорбированную влагу с поверхности частиц и тем самым уменьшить степень окисления.

При селективном лазерном плавлении таких металлов как алюминий, медь, золото не маловажным вопросом является их большая отражательная способность, что обуславливает необходимость использования мощной лазерной системы. Но повышение мощности лазерного луча может негативно сказаться на точности размеров изделия, поскольку при чрезмерном нагреве порошок будет

плавиться и спекаться за пределами лазерного пятна за счет теплообмена. Большая мощность лазера также может привести к изменению химического состава в результате испарения металла, что особенного характерно для сплавов, содержащих легкоплавкие компоненты и имеющих большую упругость паров.

Механические свойства материалов, полученных методом SLM (компания EOS GmbH).

Материал	Дополнительные операции		Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %	Модуль упругости, ГПа	Твердость, HRC	Скорость постройки, см³/ч
Titanium TiCP	-		455±10	370±10	19±1	95±10	-	4,3
Ti64	-	вдоль в осн ху	1230±50	1060±50	10±2	110±10	35	13,5-32,4
		вдоль оси z	1200±50	1070±50	11±3			
	отжиг		1060±20	1000±20	15	115±10		
Maraging steel MS1	-		1100±100	1050±100	10±4	165±25	33-37	5,9-29,8
	закалка+старение		2050±100	1950±100	4±2	180±20	50-56	
CobaltChrome MP1	-	вдоль в осн ху	1350±100	1060±100	11±3	200±20	35-45	5,7
		вдоль оси z	1200±150	800±100	24±4	150±20		
	отжиг		1100±100	600±50	20	200±20		
CobaltChrome SP1	-		1350±100	1050±100	6-8	170±20	37-45	5,5
	отжиг		1400±100	1300±50	3-4	180±20		
CobaltChrome SP2	-		1050±100	750±80	14±2	200±10	38	-
	отжиг		1100±100	900±80	10±2		43	
StainlessSteel GP1	-	вдоль в осн ху	930±50	645±50	31±5	170±50	23	7,2-14,4
		вдоль оси z	950±50	630±50	35±5			
	отжиг	вдоль в осн ху	1100	654	25	180	-	
		вдоль оси z	980	596	31			
StainlessSteel PH1	-	вдоль в осн ху	1150±50	1050±50	16±4	-	30-35	6,5-11,5
		вдоль оси z	1050±50	1000±50	17±4			
	закалка+старение		1450±100	1330±100	12±2		40	
NickelAlloy IN625	-	вдоль в осн ху	950±50	725±50	35±5	170±20	-	7,1
		вдоль оси z	900±50	616±50	42±5	140±20		
	отжиг	вдоль в осн ху	1040±100	720±100	35±5	170±20	30	
		вдоль оси z	930±100	650±100	44±5	160±20		
NickelAlloy IN718	-	вдоль в осн ху	1060±50	780±50	27±5	160±20	38	7,2
		вдоль оси z	980±50	674±50	31±5			
	отжиг+старение		1400±100	1150±100	15±3	170±20	47	
NickelAlloy HX	-	вдоль в осн ху	850±40	675±50	29±8	185±20	175 HB	7,1
		вдоль оси z	720±40	570±50	39±8	175±20		
	отжиг	вдоль в осн ху	730±40	530±50	45±6	200±20		
		вдоль оси z	650±40		52±6	150±20		
Aluminium AlSi10Mg	-	вдоль в осн ху	445±20	275±10	6,5±2	70±5	123 HB	14,7
		вдоль оси z	405±20	230±10	3,6±2	65±5		
	отжиг	вдоль в осн ху	335±20	235±10	11±2	70±5	-	
		вдоль оси z	325±20	220±10	7±2	65±5		

Если изделие, полученное одним из выше рассмотренных методов, имеет остаточную пористость, то в случае необходимости применяют дополнительные технологические операции для повышения его плотности. Для этой цели используют метод порошковой металлургии – спекание или горячее изостатическое прессование (ГИП). Спекание позволяет устранить остаточную пористость и повысить физико-механические свойства матер иала. При этом следует подчеркнуть, что формируемые свойства материала в процессе спекания определяются составом и природой материала, размером и количеством пор, наличием дефектов и другими многочисленными факторами. ГИП представляет собой процесс, в котором заготовка, помещенная в газостат, уплотняется под действием высокой температуры и всестороннего сжатия инертным газом. Рабочее давление и максимальная температура, достигаемая газостатом, зависит от его конструкции и объёма. Например, газостат, имеющий размеры рабочей камеры 900x1800 мм, способен развить. температуру 1500 ºС и давление 200 мПа. Использование ГИП для устранения пористости без применения герметичной оболочки возможно, если пористость

составляет не более 8%, поскольку при большем её значении газ через поры будет попадать внутрь изделия, препятствуя тем самым уплотнению. Исключить проникновение внутрь изделия газа можно путём изготовления стальной герметичной оболочки повторяющую форму поверхности изделия. Однако изделия, получаемые аддитивным производством, в основном имеют сложную форму, что делает невозможным изготовление такой оболочки. В таком случае для уплотнения можно использовать вакуумированный герметичный контейнер, в котором изделие помещено в сыпучую среду (Al_2O_3, $BN_{гекс}$, графит), передающий давление на стенки изделия.

После аддитивного производства методом SLM материалы характеризуются анизотропией свойств, повышенной прочностью и пониженной пластичностью из-за наличия остаточных напряжений. Для снятия остаточных напряжений, получения более равновесной структуры, повышения вязкости и пластичности материала проводят отжиг.

Согласно ниже приведенным данным, можно отметить, что изделия, полученные селективным лазерным плавлением, в некоторых случаях прочнее литых на 2-12%. Это можно объяснить малым размером зерен и микроструктурных составляющих, которые образуются в результате быстрого охлаждения расплава. Быстрое переохлаждение расплава значительно увеличивает число зародышей твердой фазы и уменьшает их критический размер. При этом быстро растущие на зародышах кристаллы, соприкасаясь друг с другом, начинают препятствовать своему дальнейшему росту, тем самым формируя мелкозернистую структуру. Зародыша и кристаллизации обычно являются неметаллические включения, пузырьки газов или выделившиеся из расплава частицы при их ограниченной растворимости в жидкой фазе. И в общем случае, согласно соотношению Холла-Петча, с уменьшением размера зерна увеличивается прочность металла благодаря развитой сети границ зерен, которая является эффективным барьером для движения дислокаций. Следует отметить, что в силу различного химического состава сплавов и их свойств, условий проведения SLM, выше упомянутые явления, имеющие место при остывании расплава, проявляются с различной интенсивностью.

Механические свойства материалов, полученных SLM и литьем

Материал	Ti64		Titanium TiCP		StainlessSteel PH1		Aluminium AlSi10Mg		MaragingSteel MS1		NickelAlloy IN625		Nic
Технология получения	SLM	обыч-ная	SLM	обыч-ная	SLM	обычная	SLM	обычная	SLM	обычная	SLM	обычная	SL
Предел прочности, МПа	1040-1080	895-1000	445-465	400-550	1350-1550	1310	315-355	260-340	1950-2150	1830-2100	940-1140	827-1034	13(15(
Предел текучести, МПа	980-1020	828-910	360-380	300-420	1200-1400	1207	215-235	220-280	1890-2090	1790-2070	620-820	414-621	10! 12!
Относительное удлинение, %	15	10-18	18-20	20-30	10-14	11	9-13	2-6	2-6	5-10	30-40	30-55	12-

Конечно, это не значит, что изделия, полученные селективным лазерным плавлением лучше изделий, полученных традиционными способами. Благодаря большой гибкости традиционных способов получения изделий можно в широких пределах варьировать свойствами изделия. Например, используя такие методы как изменение температурных условий кристаллизации, легирование и введение в расплав модификаторов, термоциклирование, порошковой металлургии, термомеханическая обработка и др., можно добиться значительного и повышения прочностных свойств металлов и сплавов.

Особый интерес представляет использование углеродистой стали для аддитивного производства, как дешевого и обладающего высоким комплексом механических свойств материала. Известно, что с повышением содержания углерода в стали улучшается её жидкотекучесть и смачиваемость. Благодаря этому возможно получение простых изделий, содержащих 0,6- 1% С плотностью 94-99%, при этом в случае использования чистого железа плотность составляет около 83%. В процессе селективного лазерного плавления углеродистой стали дорожка расплава при быстром охлаждении подвергается закалке и отпуску на структуру троостита или сорбита. При этом, из-за термических напряжений и структурных превращений, в металле могут возникать значительные напряжения, которые приводят к поводке изделия или к образованию трещин. Также важное значение имеет геометрия изделия, поскольку резкие переходы по сечению, малые радиусы закругления и острые кромки являются причиной образования трещин. Если после «печати» сталь не обладает заданным уровнем механических свойств и её необходимо подвергнуть дополнительной термообработке, то при этом необходимо будет считаться с ранее отмеченными ограничениями по форме изделия, чтобы избежать появления дефектов закалки. Это в некоторой степени снижает перспективность использования SLM для углеродистых сталей. При получении изделий традиционными способами одним из путей избежать трещин и поводки при закалке изделий сложной формы является использование легированных сталей, в которых присутствующие легирующие элементы помимо повышения механических и физико-химических свойств, задерживают превращение

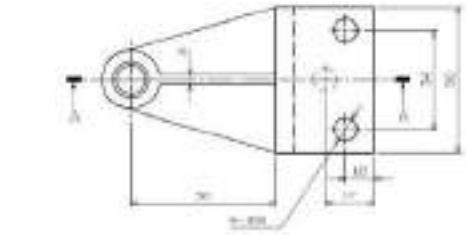
аустенита при охлаждении, в результате чего уменьшается критическая скорость закалки и увеличивается прокаливаемость легированной стали. Благодаря малой критической скорости закалки, сталь можно калить в масле или на воздухе, что снижает уровень внутренних напряжений. Однако по причине быстрого отвода тепла, невозможности регулирования скорости охлаждения и наличия углерода в легированной стали этот прием не позволяет избежать появления значительных внутренних напряжений при селективном лазерном плавлении.

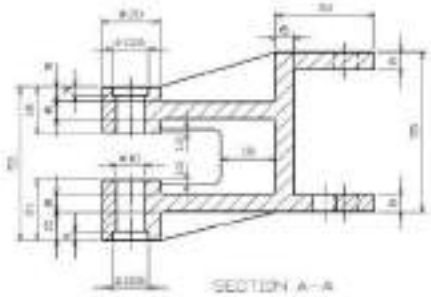
В связи с выше отмеченными особенностями, для SLM используются мартенситно- страющие стали (MS 1, GP 1, PH 1), в которых упрочнение и повышение твердости достигается за счет выделения дисперсных интерметаллидных фаз при термообработке. Эти стали содержат малое количество углерода (сотые проценты), в результате чего образовавшаяся при быстром охлаждении решетка мартенсита характеризуется малой степенью искаженности и следственно имеет низкую твердость. Малая твердость и высокая пластичность мартенсита обеспечивает релаксацию внутренних напряжений при закалке, а высокое содержание легирующих элементов позволяет прокаливать сталь на большую глубину почти при любых скоростях охлаждения. Благодаря этому с помощью SLM можно изготавливать и подвергать термообработке сложные изделия без опасения образования трещин или коробления. Кроме мартенситно-стареющих сталей могут использоваться некоторые аустенитные нержавеющие стали, например, 316L.

В заключение можно отметить, что сейчас усилия ученых и инженеров направлены на более детальное изучение влияния параметров процесса на структуру, механизм и особенности уплотнения различных материалов под действием лазерного излучения с целью улучшения механических свойств и увеличения номенклатуры материалов пригодных для лазерного аддитивного производства.

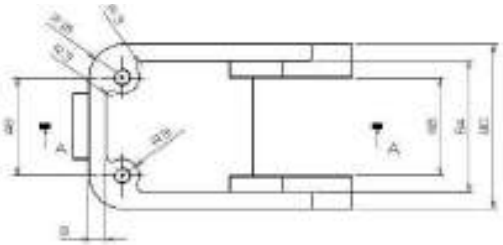
Задание:

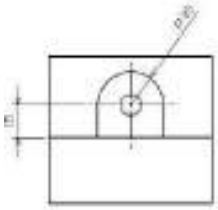
Вариант 1.

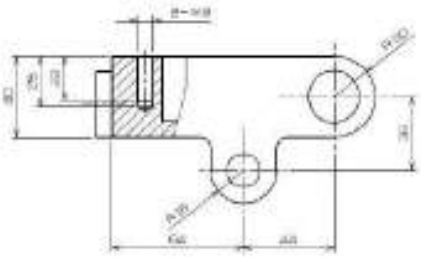


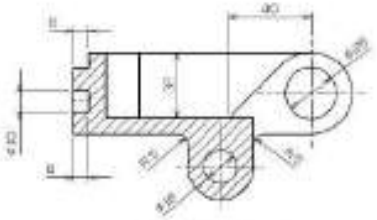


Вариант 2.

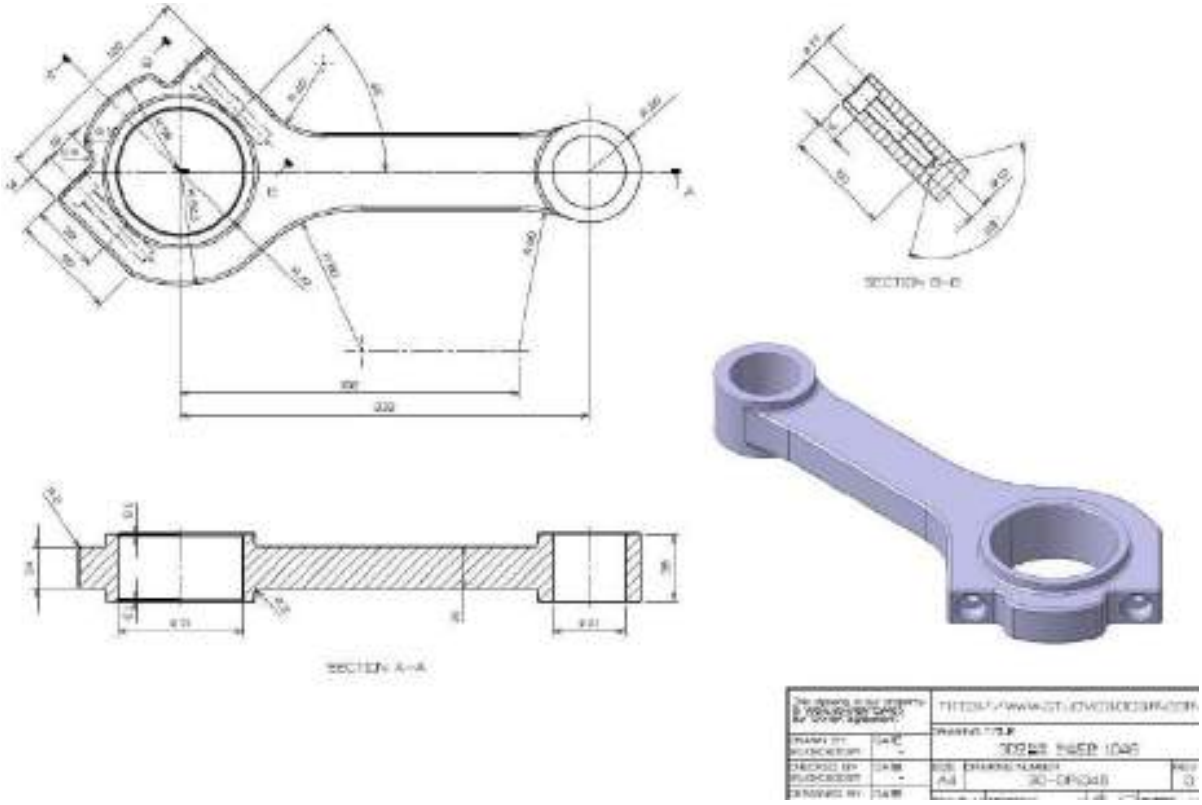




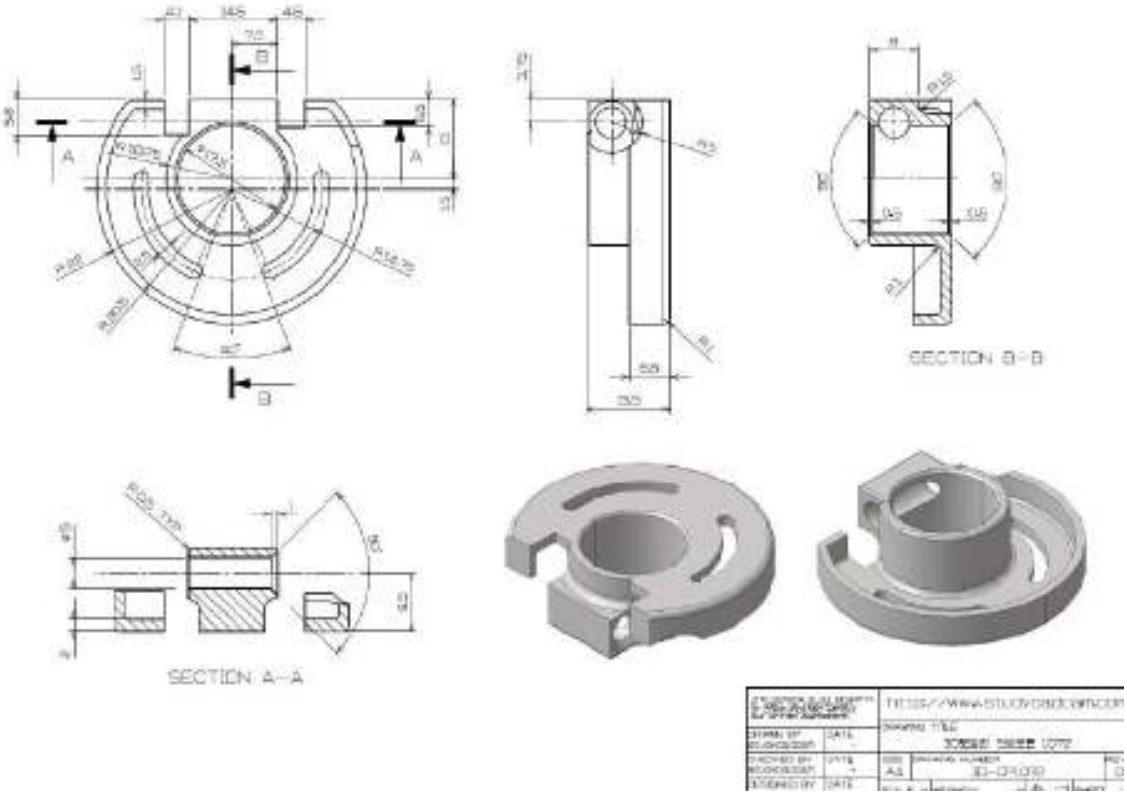




Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 11.
Установка и настройка программного обеспечения на виртуальную машину

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться выбирать, устанавливать и настраивать программное обеспечение на виртуальную машину.

Ход работы.

Рабочий процесс 3D-печати

В 3D-печати используется четыре основных типа программного обеспечения, которые выполняют свои функции последовательно.

Моделирование

Программное обеспечение для 3D-моделирования позволяет создавать 3D-модели на компьютере. Вы можете спроектировать что угодно, от отвертки до модели автомобиля.

Редактирование

Просмотр, редактирование и ремонт моделей для печати в формате STL. Независимо от того, создаете ли вы свою собственную 3D-модель или загружаете ее из интернета, чаще всего вы получаете STL-файл. Однако не все файлы STL идеальны, а некоторые могут иметь и явные недостатки. Дефекты моделей приводят к браку или сбоям при печати.

Программное обеспечение просмотра, редактирования и ремонта файлов STL позволяет визуализировать, изменять и исправлять файлы STL, чтобы гарантировать, что они готовы к 3D- печати. Обычно такое ПО совмещено со следующей разновидностью программ для 3D-печати — слайсерами.

Нарезка на слои

Слайсер преобразует STL-файл в G-код — управляющий код для принтера, содержащий команды для печати каждого слоя модели и последовательность их применения. Зачастую слайсер содержит в себе функции диагностики и ремонта или автоисправления моделей.

Калибровка

Программа для калибровки помогает откалибровать принтер и упрощает подбор параметров для оптимальной печати. Она нужна как при первоначальной настройке принтера, так и в процессе использования —

Печать для определения параметров печати конкретного пластика.

Хост — программа для печати, она отвечает за передачу G-кода на принтер, позволяет отслеживать процесс печати и изменять настройки в режиме реального времени, если принтер подключен к компьютеру. Многие принтеры имеют встроенное ПО, печатающее модели с флешки или карты памяти.

Часто функционал слайсера и хоста объединен в одной программе.

Эти четыре типа программного обеспечения для трехмерной печати позволяют воплотить цифровую 3D-модель в физический 3D-объект.

ПО Cura

Характеристики:

Название: Cura

Функции Slicer, 3D Printer Host

Уровень: Начальный

ОС: Windows, Mac, Linux

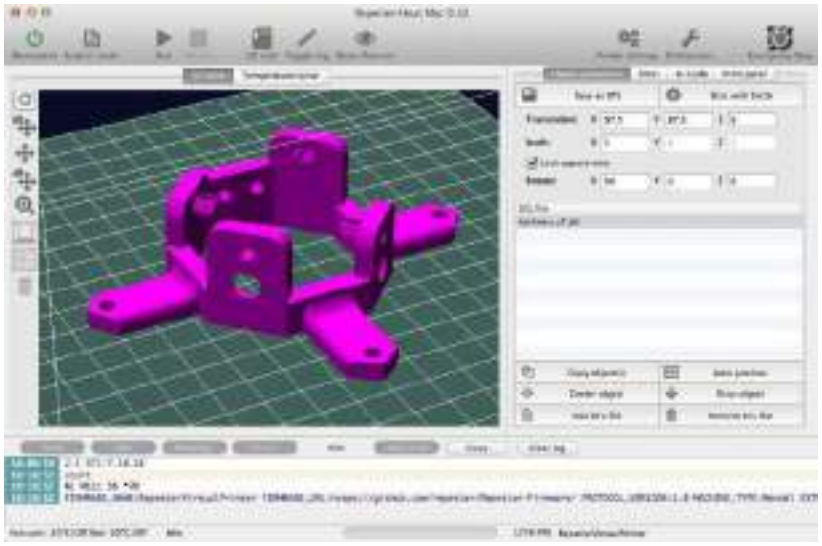
Cura — программное обеспечение для 3D-принтеров Ultimaker, также его можно использовать с большинством других 3D-принтеров. Его исходный код открыт, а функционал может быть расширен через систему плагинов. Это

простое в использовании ПО позволяет управлять основными параметрами 3D-печати через простой интерфейс. Начните в режиме «Основной», где можно выбрать настройки качества печати. Если нужно более точное управление настройками качества печати, перейдите в режим «Эксперт». Cura может непосредственно управлять 3D-принтером, для этого он должен быть подключен к ПК в течение всего времени печати.

Полная интеграция с CAD-софтом, подобным Solid-Works и Siemens NX, показывает применимость данного ПО в профессиональной деятельности, но для подавляющего большинства домашних пользователей, Cura — это простой и доступный слайсер для 3D-печати.

Бесплатное программное обеспечение для слайсинга и 3D-печати.

ПО Repetier-Host



Характеристики:

Название: Repetier-Host

Функции Slicer, 3D Printer Host

Уровень: средний

ОС: Windows, Mac, Linux

Repetier — опенсорсная программа для управления 3D-принтером и слайсерами. С Repetier возможна печать несколькими экструдерами, их может быть до 16. Программа работает с разными слайсерами и поддерживает большинство существующих 3D-принтеров. Количество возможных настроек порадует любителей детально контролировать каждый нюанс.

Одна из особенностей Repetier — возможность удаленного доступа через сервер, — можно контролировать печать по сети, откуда угодно. Бесплатное программное обеспечение для слайсинга и 3D-печати

Утилита калибровки 3D принтеров

Характеристики:

Название: утилита для калибровки принтеров

Функции калибровка принтеров

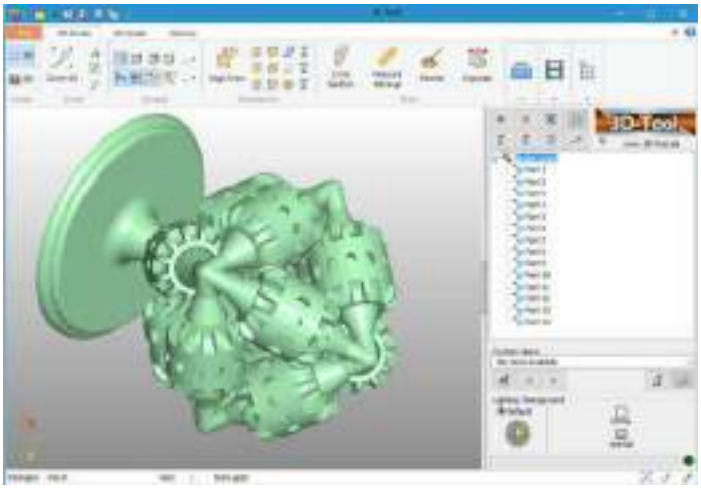
Уровень: Средний

ОС: Windows

Утилита для калибровки принтеров — это простая программа, которая позволяет произвести первоначальную настройку принтера, а в дальнейшем настраивать принтер под конкретный пластик.

Бесплатное программное обеспечение для калибровки принтера

ПО 3D-Tool Free Viewer



Характеристики:

Название: 3D-Tool Free Viewer

Функции STL анализирование

Уровень: Средний

ОС: Windows

3D-Tool Free Viewer — это продвинутый просмотрщик STL, который также позволяет проверять структурную целостность и пригодность файла для печати. Например, функция «поперечное сечение» позволяет взглянуть внутрь модели и проверить толщину стенки.

Это может быть полезно, когда есть необходимость проверить STL-файл на наличие ошибок перед тем, как начать 3D-печать, либо надо просмотреть большое количество моделей — в такой программе это намного быстрее и удобней, чем в слайсере.

Бесплатное программное обеспечение для просмотра 3D-моделей

ПО MakePrintable

Характеристики:

Название: MakePrintable

Функции STL редактор, STL восстановление

Уровень: Средний

ОС: Браузер

В этом веб-сервисе можно проверить файлы моделей на наличие ошибок и исправить их. Сервис “понимает” и распознает более 15 форматов входящих файлов и обрабатывает файлы размером до 200 мегабайт, а также может напрямую подключаться к Sketchup, Blender и аккаунту на Thingiverse, и импортировать файлы оттуда. Загруженные файлы анализируются на наличие ошибок, проблем с поддержками и толщиной стенок, а затем автоматически

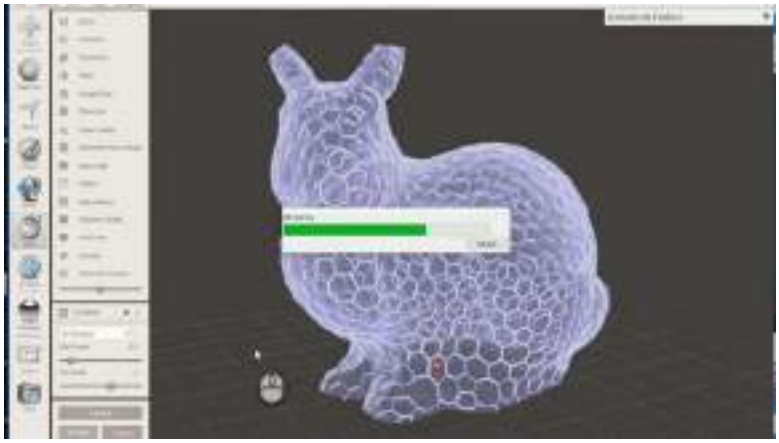
исправляются с сохранением качества. Параметры исправления и исходящей детализации можно задавать вручную, либо выбрать один из основных режимов.

«Лечение» происходит в облачном сервисе, мощности которого позволяют провести процесс точнои быстро.

Файлы можно выводить в разных форматах и печатать прямо из сервиса, на выбор.

Бесплатное программное обеспечение для редактирования и восстановления STL-файлов для 3D-печати

ПО Meshmixer



Характеристики:

Название: Meshmixer

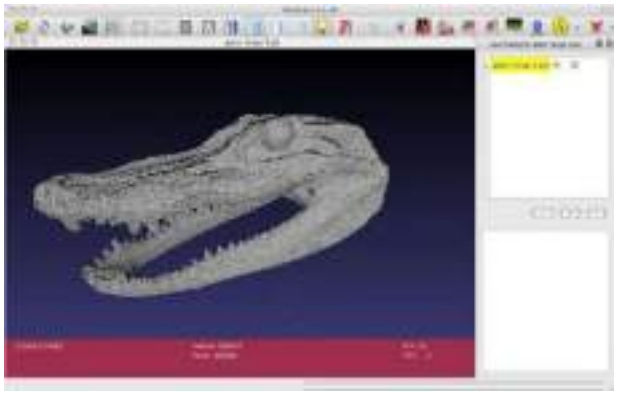
Функции STL редактор, STL восстановление

Уровень: Средний

ОС: Windows, Mac

Meshmixer — продвинутое программное обеспечение для просмотра, проверки, редактирования и исправления STL файлов. Оно особенно хорошо для выявления потенциальных проблем и их автоматического восстановления. Это часть семейства программного обеспечения для 3D-печати Autodesk.

ПО MeshLab



Характеристики:

Название: MeshLab

Функции: STL редактор, STL восстановление

Уровень: Профессионал

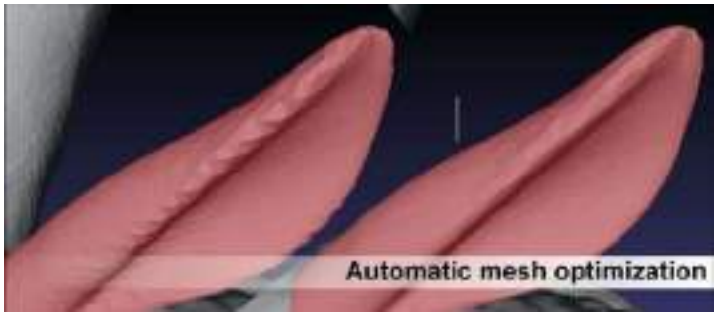
ОС: Windows, Mac, Linux

MeshLab — это усовершенствованное программное обеспечение для редактирования STL, которое позволяет вам исправлять и редактировать поверхности, объединять объекты и повышать качество моделей для печати. ПО работает не только с готовыми STL-файлами, но может и конвертировать в них облако точек полученное от 3D-сканера.

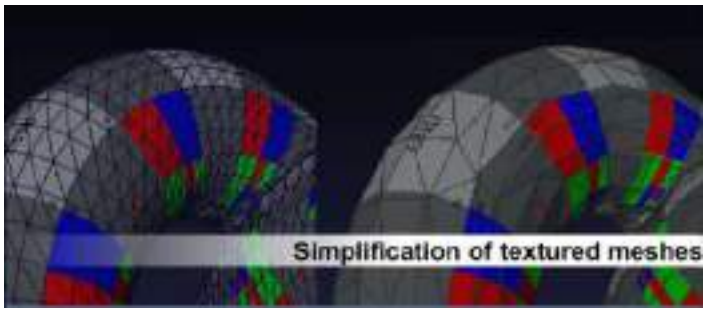
Включены такие функции, как устранение шума.

Заполнение “дыр” в моделях.

Оптимизация модели.



Упрощение, для уменьшения размера файла и более быстрой печати.



Бесплатно для студентов, программное обеспечение для редактирования и восстановления STL-файлов для 3D печати, для конвертации облака точек в STL.

ПО Netfabb

Характеристики:

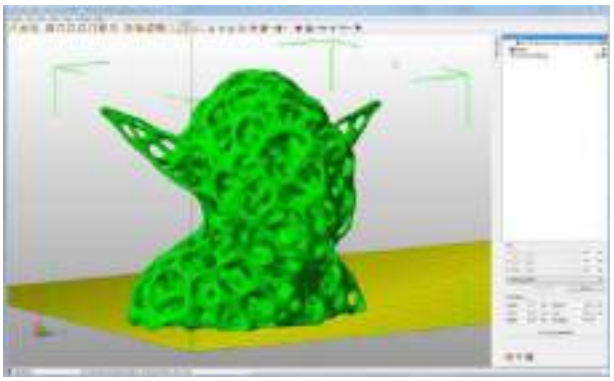
Название: Netfabb

Функции: STL Восстановление, Слайсер

Уровень: профессионал

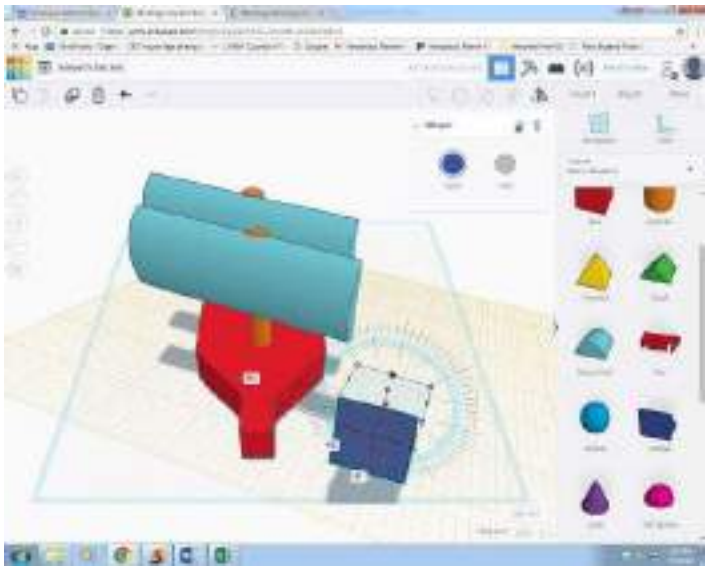
ОС: Windows

Netfabb — это программное обеспечение для слайсинга, которое предлагает расширенные функциианализа и редактирования STL, позволяя вам исправить модель до нарезки. Компания предлагает бесплатную трехлетнюю лицензию Netfabb для студентов.



Бесплатно для студентов, программное обеспечение для редактирования и восстановления STL- файлов для 3D-печати, для конвертации облака точек в STL

ПО TinkerCAD



Характеристики:

Название: TinkerCAD

Функции Дизайн

Уровень Начальный

ОС: Браузер

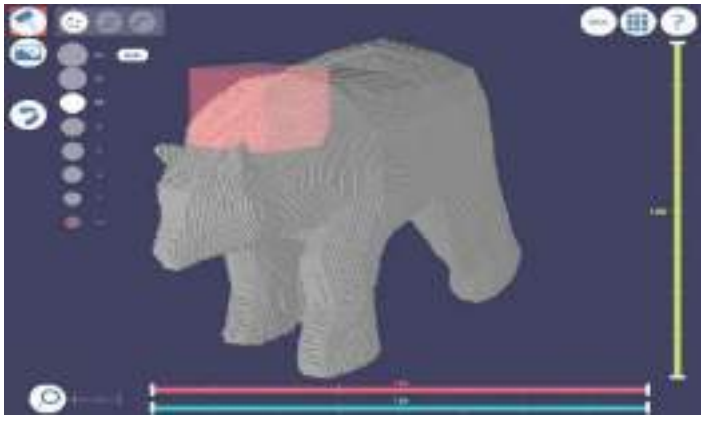
TinkerCAD — браузерное приложение для автоматизированного проектирования (CAD), которое послужит хорошей отправной точкой для начинающих.

Похожее на 3D Slash, это приложение может использоваться для 3D-печати и создания 3D-моделей из шаблонов простых форм. TinkerCAD также позволяет создавать геометрические фигуры в 2D и преобразовывать их в 3D-модели.

Однако набор функций TinkerCAD несколько ограничен по сравнению с такими, как Blender, FreeCAD и SketchUp, поэтому для сложных проектов пользователям лучше переключаться на более мощный инструмент.

Бесплатное программное обеспечение для моделирования и редактирования моделей для 3D печати.

ПО 3D Slash



Характеристики:

Название: 3D Slash

Назначение: Дизайн

Уровень: Начальный

ОС: Браузер

3D Slash — принципиально упрощенное для начинающих ПО для моделирования, в котором модели можно собирать по принципу блочного конструктора (типа LEGO).

Просто соединяйте “кирпичики”, либо отделяйте их от начального большого блока с помощью таких инструментов, как “молоток” или “дрель”. Также можно использовать разные цвета и текстуры из изображений, или загрузить текст или лого в плоском векторном изображении и сделать его объемным.

Бесплатное программное обеспечение для моделирования и редактирования моделей для 3D-печати, первый 3D-редактор для начинающего.

ПО Sculptris

Характеристики:

Название: Sculptris

Назначение: Дизайн

Уровень: Начальный

ОС: Windows, Mac

Sculptris — это инструмент для виртуальной скульптуры, с функциональностью сравнимой с физической модельной глиной. Это фантастический инструмент для моделирования, если ваша основная цель — создавать статуи или статуэтки в классической манере. Идеально для желающих научиться скульптуре и студентов художественных вузов.

Sculptris совершенно бесплатен. Он позиционируется как ступень к более сложному и функциональному приложению ZBrush.

Бесплатное программное обеспечение для моделирования и редактирования моделей для 3D-печати, лучший 3D-редактор для скульптуры.

ПО Vectary

Характеристики:

Название: Vectary

Назначение: Дизайн

Уровень: средний

ОС: Браузер

Vectary — это мощное веб-приложение для 3D-дизайна, которое предлагает один из самых простых интерфейсов для быстрого и удобного 3D-моделирования. Интеграция с различными библиотеками активов, включая Sketchfab, позволяет импортировать модели и собирать их из готовых элементов, а расширенные инструменты моделирования — создавать свои собственные модели с нуля.

Встроенный экспорт в OBJ делает Vectary подходящим вариантом для 3D-печати. Приложение доступно как веб-сервис, через браузер.

Бесплатное программное обеспечение для моделирования и редактирования моделей для 3D-печати, первый 3D-редактор для начинающего.

ПО Figuro

Характеристики:

Название: Figuro

Назначение: Дизайн

Уровень Средний

ОС: Браузер

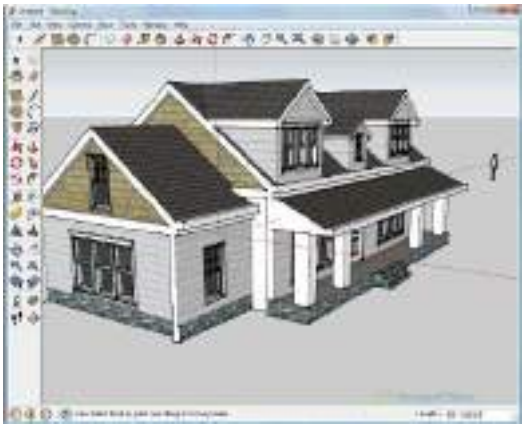
Figuro сочетает в себе доступность TinkerCAD с мощностью более продвинутых инструментов 3D- моделирования. Для тех, кто хочет развивать свои навыки 3D-моделирования без глубокого погружения.

Figuro позволяет создавать объемные модели из элементарных геометрических фигур, перемещая их, поворачивая и соединяя вместе. Это не очень эффективно при создании моделей для 3D-печати, возможны ошибки в файлах при экспорте в STL, которые можно устранить в программах для редактирования.

Несомненный плюс Figuro —это приятный и удобный интерфейс. Приложение доступно в браузерном режиме.

Бесплатное программное обеспечение для моделирования и редактирования моделей для 3D-печати, первый 3D-редактор для начинающего.

ПО SketchUp Free



Характеристики:

Название: SketchUp Free

Назначение: Дизайн

Уровень: Средний

ОС: Браузер

SketchUp, как набор программного обеспечения для 3D-моделирования, предлагает сочетание простоты и функциональности с удобным интерфейсом и относительно простой формой обучения, привлекающей новичков. Опытных мастеров приложение привлекает усовершенствованными инструментами рисования. Это делает SketchUp одной из самых популярных программ 3D-моделирования.

Бесплатное программное обеспечение для моделирования и редактирования моделей для 3D печати.

ПО Fusion 360

Характеристики:

Название: Fusion 360

Назначение: Дизайн

Уровень Средний

Бесплатно ОС: Windows, Mac

Fusion 360 — профессиональный программный инструмент 3D CAD, созданный пионерами программного обеспечения в Autodesk.

Это ПО обладает мощными параметрическими инструментами и аналитическими функциями, которые хорошо подходят для решения большинства задач связанных с промышленным дизайном. В программе доступно моделирование нагрузок и напряжений готовой конструкции для расчета прочностных характеристик.

Fusion 360 также отличается уникальными возможностями совместной работы. Он поддерживает совместное использование файлов через облачные сервисы и импорт/экспорт общих типов файлов CAD.

Бесплатное программное обеспечение для моделирования и редактирования моделей для 3D-печати. Бесплатно для студентов. Бесплатно для любителей. Бесплатно для стартапов.

ПО FreeCAD

Характеристики:
Название: FreeCAD
Назначение: Дизайн
Уровень:
ОС: Windows, Mac, Linux

FreeCAD — многофункциональное программное обеспечение CAD и отличный инструмент совершенствования дизайнерских навыков. 3D-модель создается в FreeCAD заданием параметров, а не как перетаскиванием объектов и манипулированием ими с помощью мыши.

Доступна история действий — в любой момент можно вернуться на несколько шагов назад и внестиизменения.

Бесплатное программное обеспечение для моделирования и редактирования моделей для 3D-печати.

ПО Blender

Характеристики:

Название: Blender

Назначение: Дизайн

Уровень Профессионал

ОС: Windows, Mac, Linux

Blender это популярное программное обеспечение для автоматизированного проектирования (CAD). Это, возможно, не самый лучший выбор для начинающего, который только учится 3D- моделированию, но он идеален для тех, кто хочет развивать свои навыки и создавать сложные 3D- модели.

Blender — один из самых мощных инструментов моделирования для 3D-печати, который вы можете использовать. Благодаря широкой популярности, у программы большое и полезное сообщество, по работе с ней огромное количество материалов в сети. Это Open Source-проект, так что к Blender часто пишут расширения, что увеличивает его функциональность.

Бесплатное программное обеспечение для моделирования и редактирования моделей для 3D- печати. Бесплатно для студентов. Бесплатно для любителей. Бесплатно для стартапов.

ПО OnShape

Характеристики:

Название: OnShape

Назначение: Дизайн

Уровень: Профессионал

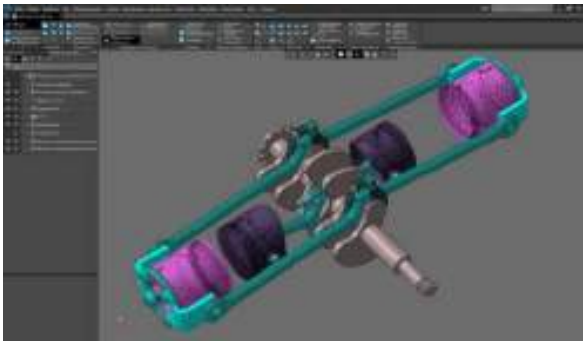
ОС: Браузер

OnShape — мощный программный комплекс CAD корпоративного уровня, работающий в браузере. Предназначен для профессиональных пользователей, которым требуется управление удаленными проектами и возможность совместной работы. Обеспечивает параметрическое 3D-моделирование без сохранения локальных файлов, проекты доступны в облаке. В отличие от установленных на локальную машину CAD и PDM, OnShape дает всем в команде мгновенный доступ рабочему пространству, где коллеги могут работать над проектом сообща, находясь при этом где угодно. Еще одна полезная функция — возможность управлять мастер-дизайном без необходимости сохранять копии или отслеживать множество различных версий файлов.

Обычно нужно платить за доступ к OnShape, но педагогам и учащимся предоставляется бесплатное пользование.

Бесплатное программное обеспечение для моделирования и редактирования моделей для 3D-печати. Бесплатно для студентов. Бесплатно для образования.

ПО Компас



Характеристики:

Название: Компас

Назначение: САПР

Уровень: Профессионал

ОС: Windows

Компас — мощный программный комплекс САПР, написанный с учетом требований Российских ГОСТов к проектной документации. Может создавать эскизы, трехмерные детали, сборки. Выпускается в архитектурной и машиностроительной конфигурации. В машиностроительной содержит большое количество библиотек различных элементов. Наиболее применяемой в 3D- печати является библиотека шестеренок, которая позволяет автоматически генерировать шестерни по заданным параметрам.

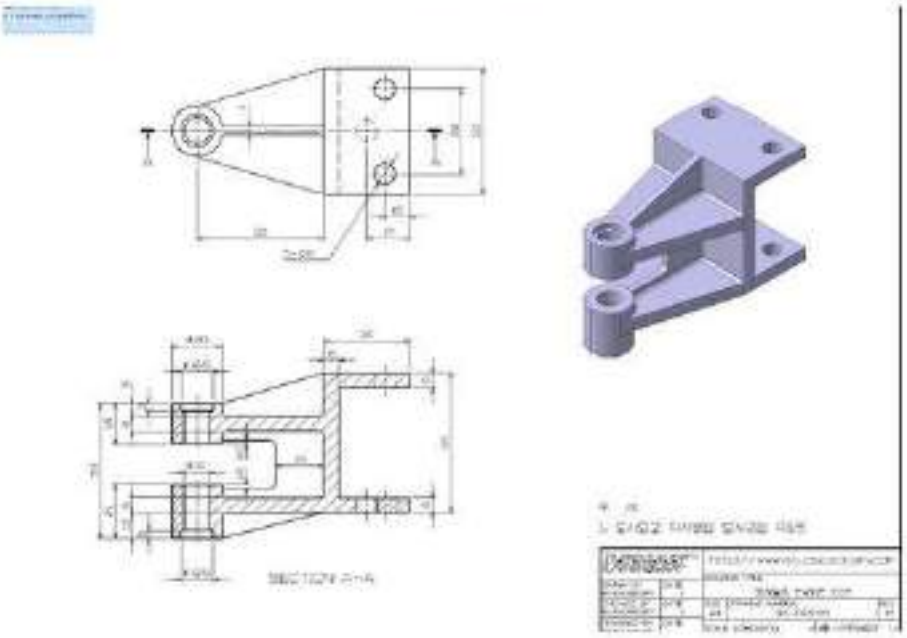
Смоделированные детали объединяются в сборки, в которых можно посмотреть насколько точно эти детали подходят друг к другу. Последние версии Компаса умеют загружать файлы формата STLдля дальнейшей обработки.

По готовым моделям можно создавать чертежи, полностью соответствующие стандарту ЕСКД.

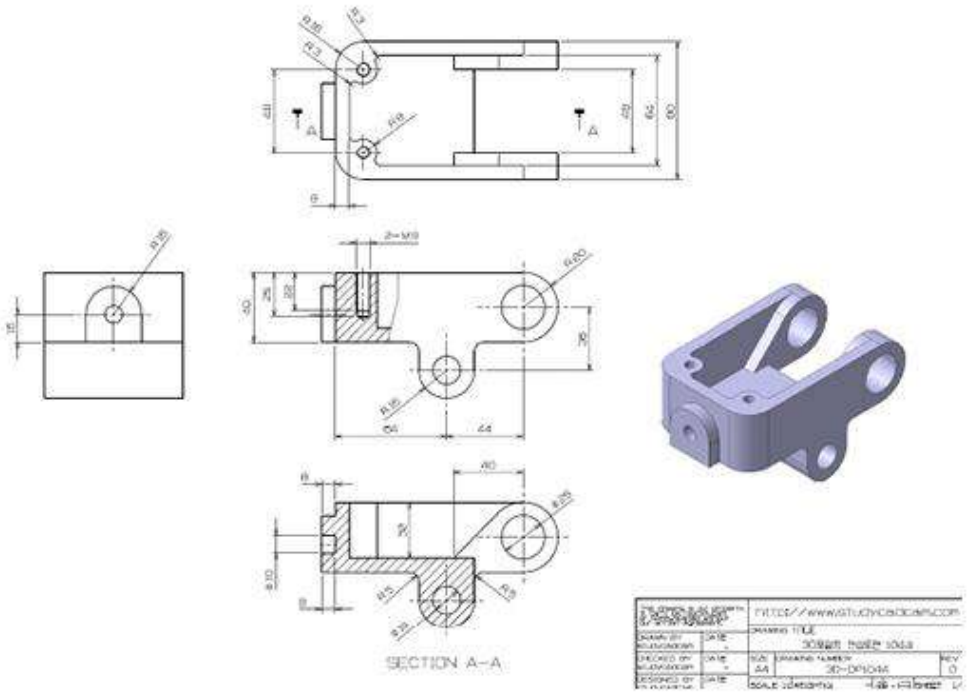
Бесплатное программное обеспечение для моделирования и редактирования моделей для 3D-печати. Бесплатно для учащихся.

Задание: проанализировать возможности использования программного обеспечения для создания 3D модели (по заданию преподавателя) и выбрать наиболее подходящее ПО.

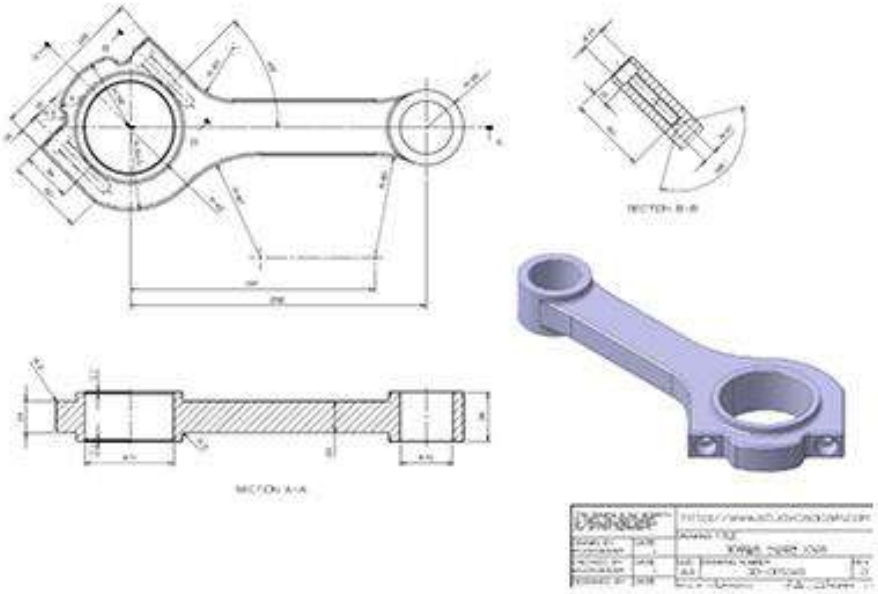
Вариант 1



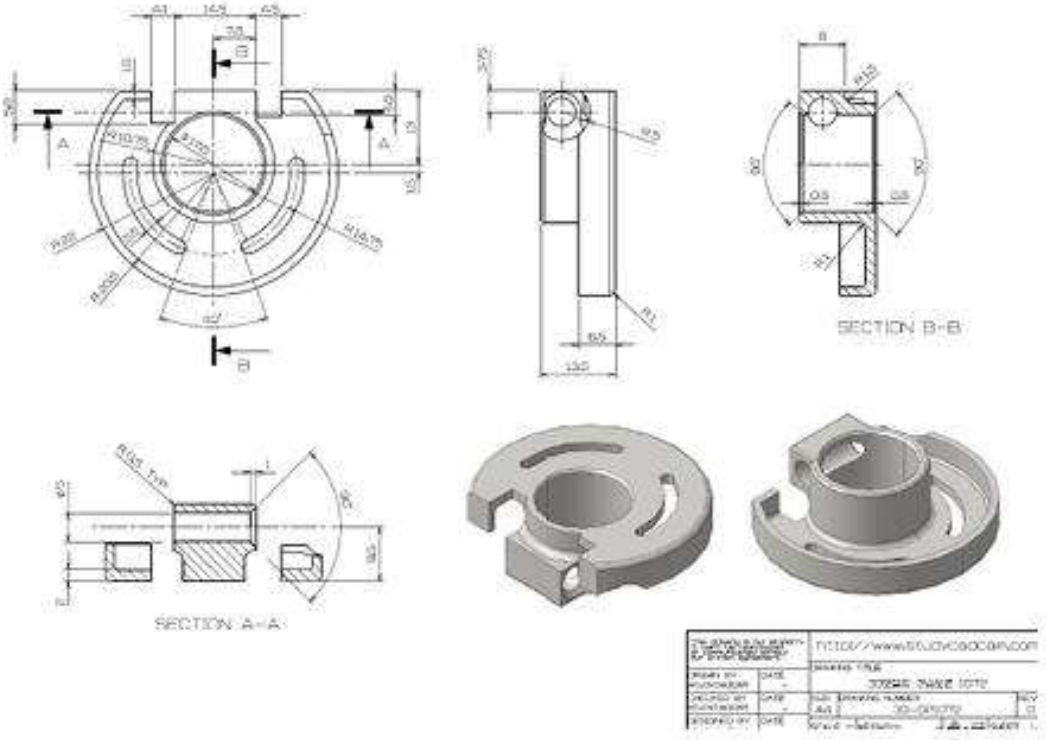
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 12.
Разработка модели полой металлической структуры высокой геометрической сложности для печати

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться создавать модель полой металлической структуры высокой геометрической сложности для печати.

Ход работы.

Селективное лазерное спекание (SLS) — это технология аддитивного производства (АП),

которая использует лазер в качестве источника энергии для спекания порошкообразного материала (обычно нейлона или полиамида), автоматически направляя лазер на точки в пространстве, определенные 3D-моделью, связывая материал вместе для создания твердой структуры. Эта технология похожа на селективное лазерное сплавление; эти две технологии представляют собой воплощение одной и той же концепции, но отличаются техническими деталями. SLS (как и другие упомянутые технологии АП) - относительно новая технология, которая до сих пор использовалась в основном для быстрого создания прототипов и для малосерийного производства комплектующих деталей. Производственные функции расширяются по мере коммерциализации технологии АМ.

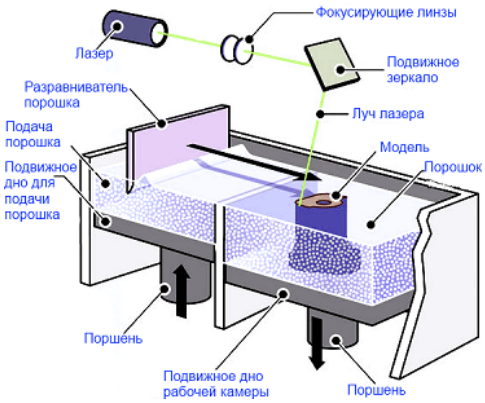


Рисунок 1 Устройство SLS-принтера

PreForm — бесплатное ПО, разработанное компанией Formlabs для работы с 3Д-принтерами собственного производства, в частности SLS-принтера Fuse 1. Далее будем рассматриваться пример данного ПО.

Установка и настройка
Запустите PreForm

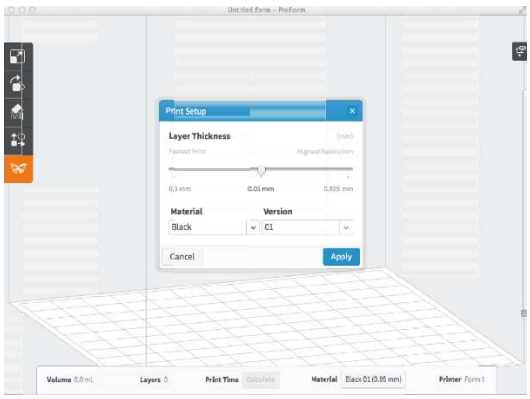


Рисунок 2 Стартовое окно настройки печати

После того, как вы запустите PreForm, во всплывающем окне ***Print Setup*** вы увидите графу ***Material***. Убедитесь, что выбрали правильную версию используемого вами материала. Воспользуйтесь слайдером, чтобы определить толщину слоя для вашей печати, например 0.05 мм или 0.1 мм. Толщину 0.025 мм используют в редких случаях, когда требуется очень высокое разрешение. Позже вы сможете изменить эти настройки, кликнув правой кнопкой мыши на графе ***Material*** в нижней части основного окна.

Загрузите модель

Программное обеспечение PreForm поддерживает файлы формата STL и .OBJ, которые могут быть экспортированы из большинства 3-х мерных редакторов. Чтобы загрузить модель, просто перетащите файл или откройте его через вкладку ***Open*** в меню файлов.

Измените угол обзора

Изменение угла обзора может помочь вам выбрать необходимую позицию для моделей. В PreForm для этого существует специальный набор опций.

При наведении курсора на иконку ***View*** появится меню навигации. При нажатии на центральную кнопку вы вернетесь в исходную точку обзора. Курсор позволит переместить точку обзора на 90 градусов вправо, влево, вниз или вверх. Иконки “+” и “—” предназначены для изменения масштаба отображения.

Панель инструментов

Выберите модель, щелкнув по ней левой кнопкой мыши, если вам удалось это сделать, то она станет синего цвета. После этого можно будет проводить с ней манипуляции с помощьюпрограммного обеспечения PreForm.

Размер

Scale factor — пункт, отвечающий за масштабирование. Введите требуемый коэффициентмасштабирования модели.

Units — отвечает за единицы измерения. Переключите одним кликом нужные единицыизмерения: миллиметры или дюймы.

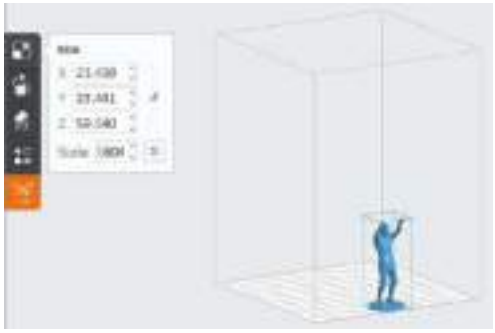


Рисунок 3 Регулировка размеров модели

Ориентация

Нажмите иконку ***Orientation*** либо кнопку *O* для доступа к соответствующим инструментам:

Orient Selected — программа PreForm автоматически сориентирует положение изделия дляоптимальной печати.

Axis orientation — поможет повернуть модель по нужной оси более точно, на произвольный

угол.

Drag rotation — для произвольного поворота модели нажмите и проведите по рабочей зоне

мышкой в любом месте.

Select Base — опция предоставит вам выбрать плоскость модели, которая будет примыкатьнепосредственно к платформе печати.

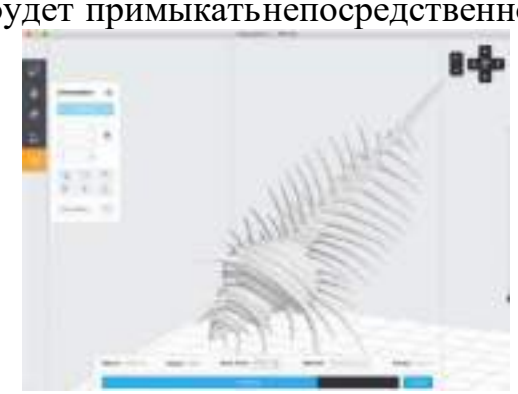


Рисунок 4 Ориентирование модели относительно стола принтера

Расположение

Нажмите иконку ***Layout***, либо кнопку *L* для перемещения модели в пределах платформы печати. Двигайте модель, кликнув мышкой.

Дубликация

В режиме ***Layout*** вы можете прибавлять копии выбранной модели нажимая кнопку ***Create Duplicates***. Вы можете распечатать столько копий изделия за один раз, сколько поместится в пределах платформы печати. А также, посредством вышеупомянутых методов, вы можете управлять масштабом каждой из копий и её ориентацией относительно платформы печати.

Импорт других моделей

Form 1+ может производить печать различных моделей или их копий единовременно. Импортируйте дополнительные модели указанным выше способом если нужно. Для удаления модели из области печати выберите ее и нажмите "*Delete*" либо "*Backspace*" на клавиатуре компьютера.

Генерация вспомогательной структуры (поддержек)

Практически все модели требуют той или иной структуры поддержки для успешного изготовления, особенно в случае наличия свешивающихся частей. Кликните иконку ***Supports*** либо нажмите кнопку C для вызова инструментов настройки вспомогательной структуры:

Generate Selected — сгенерировать структуру поддержки для выбранной модели по текущим настройкам.

Generate All — сгенерировать поддержку для всех моделей в области печати.

Advanced — расширенные установки структуры поддержки (ссылка на раздел).

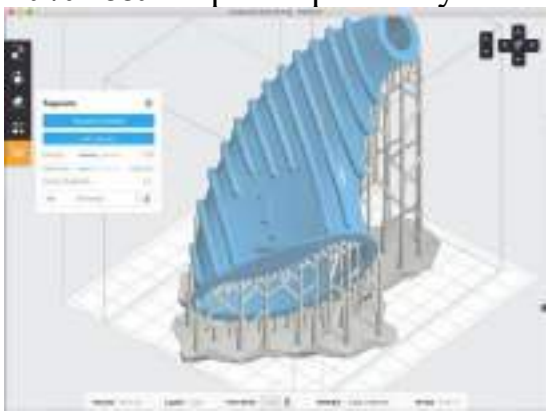


Рисунок 5 Установка поддержек модели

Кликнуть “Send to Printer”

Когда все готово, при подключенном к компьютеру 3D принтере нажмите оранжевую кнопку SEND TO PRINTER. На экране возникнет контрольный список параметров с указанием расчетного времени печати, выбранного материала, расчетного объема и толщины слоя. Убедившись в отсутствии посторонних загрязнений в резервуаре и наполнив его фотополимером, нажмите Send to Printer в новом окне.

Рисунок 6 Финальная настройка и отправка на печать

Подтвердите печать

PreForm требует подтвердить еще один шаг. Удостоверьтесь, что Form 1+ готов к печати инажмите кнопку на принтере.

Подсказка:

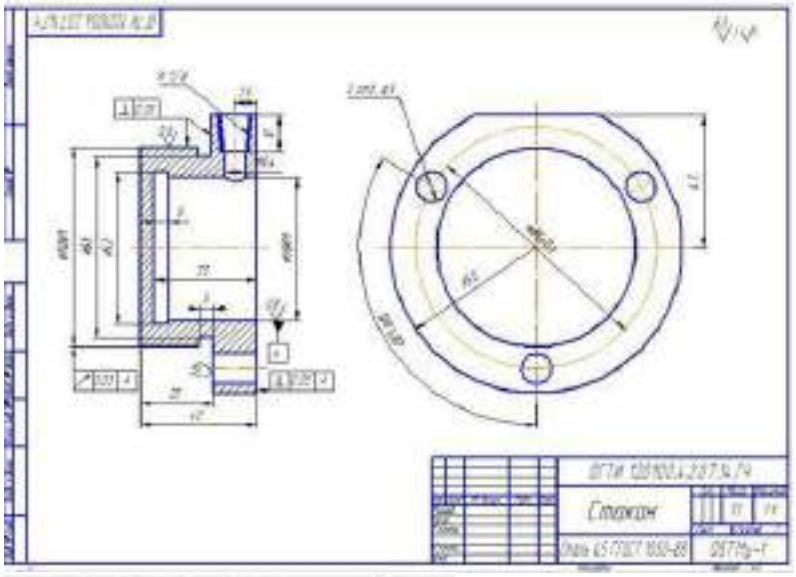
Дождитесь, пока произойдет загрузка файла в принтер перед тем, как нажать кнопку старта.

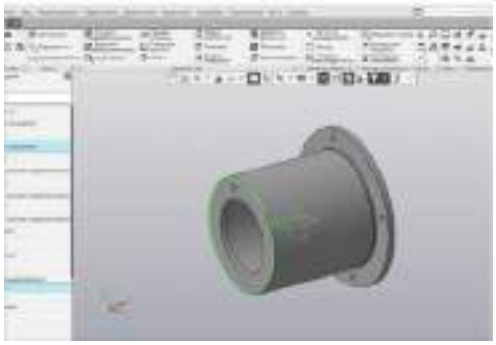
Завершение передачи файла

При нажатии кнопки Send to Printer вы увидите индикатор закачки файла по слоям. Не отсоединяйте 3D принтер от компьютера, пока этот процесс не будет завершен и не появится подтверждение удачной закачки файла.

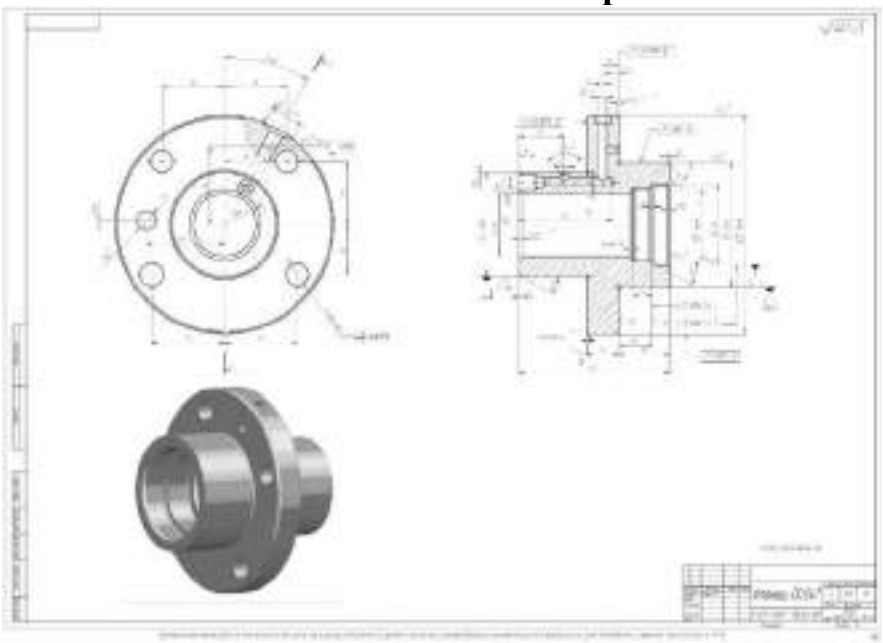
Задание:

Вариант 1

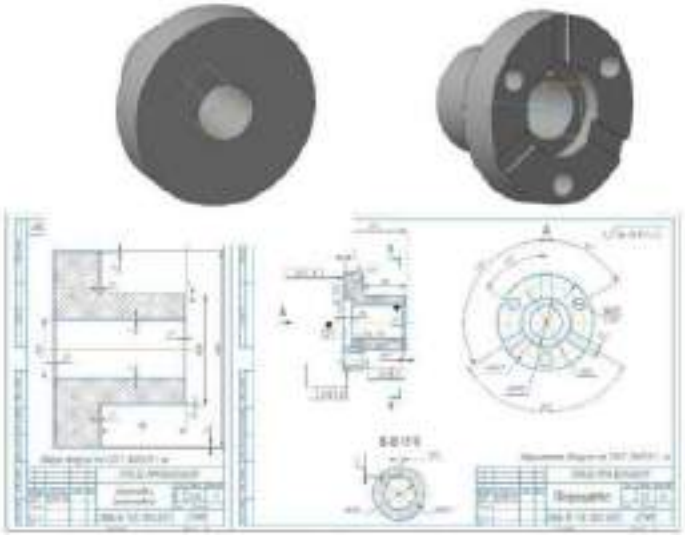




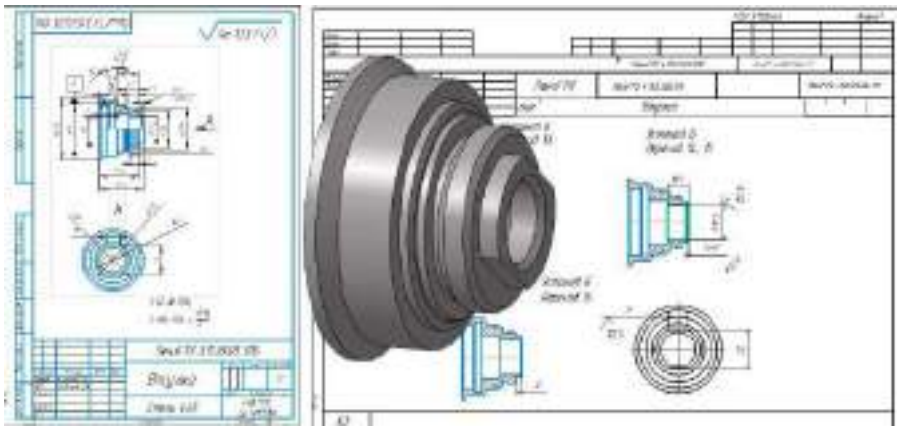
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 13.
Проверка модели в программном обеспечении на наличие дефектов

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться проверять модели на наличие дефектов в программном обеспечении.

Ход работы.

Селективное лазерное спекание (SLS) – метод аддитивного производства, разработанный в конце 80-х Карлом Декардом в Техасском Университете Остина при поддержке DARPA. Технология использует лазер высокой мощности для спекания небольших частиц пластика, керамики, стекольной муки или металла в трехмерную структуру.

Лазерный луч выборочно сплавляет частицы порошка в рабочей зоне, получая данные о форме детали путем сверки с виртуальной моделью, сгенерированной компьютером. После завершения обработки слоя, деталь погружается в порошок и процесс повторяется. Примерно такой же способ используется в лазерной стереолитографии, где рабочим материалом выступает жидкий фотополимер, затвердевающий под лучом лазера.

Поскольку плотность детали зависит от мощности лазера, а не от продолжительности нагрева, SLS-принтеры используют импульсные лазеры (например, лазеры на диоксиде углерода). При этом исходный материал предварительно нагревается до состояния, близкого к температуре плавления, чтобы облегчить лазеру достижение пиковой точки. На выходе получается деталь с пористой и шероховатой поверхностью.

Метод ограниченной проверки моделей

Метод проверки моделей является одним из хорошо изученных способов верификации корректности различных свойств систем с конечным числом состояний. В его основе лежит рассмотрение полного пространства состояний системы с дальнейшим поиском нарушений заданных свойств корректности.

Основная проблема такого подхода заключается в том, что для любой реальной системы с большим числом возможных состояний рассмотрение полного пространства состояний является практически невозможным. Существуют несколько способов решения этой проблемы, такие как слайсинг, редукция частичных порядков, абстракция и другие. В данной работе рассматривается метод ограниченной проверки моделей (Bounded Model Checking, BMC).

BMC решает проблему взрыва пространства состояний путем ограничения длины рассматриваемых путей в пространстве состояний; для ПО это ограничение соответствует, например, анализу циклов на конечном числе итераций. После получения ограниченного пространства состояний оно представляется в виде формулы пропозициональной логики, которая затем комбинируется с условиями корректности программы и проверяется на непротиворечивость при помощи SMT.

Satisfiability Modulo Theories

Задача SMT (Satisfiability Modulo Theories) — одна из классических задач математической логики, представляющая собой задачу разрешимости логической формулы в логике первого порядка при наличии в ней предикатов, использующих дополнительные теории. Широкое использование SMT в различных областях информатики связано с тем, что она является одной из

наиболее изученных NPполных задач и, в то же время, достаточно удобной для формализации и сведения к ней других вычислительных задач.

Это привело к активной разработке различных средств решения задачи SMT — SMT решателей, — предоставляющих эффективные способы ее решения. Очевидно, что в общем случае решение задачи SMT за приемлемое время является невозможным, но результаты исследований последних лет говорят о возможности эффективного решения достаточно широкого класса практически интересных подмножеств SMT.

Система компиляции LLVM Система компиляции LLVM позиционируется как современная замена системы компиляции GCC. В основе LLVM лежит промежуточное представление кода (LLVM Intermediate Representation, LLVM IR), которое используется в качестве связующего звена между всеми анализами и оптимизациями внутри LLVM.

LLVM IR представляет собой типизированный мета-ассемблер, естественным образом обеспечивающий выполнение свойства статического однократного присваивания (Static Single Assignment, SSA) и поддерживающий как эффективную трансляцию исходного кода в IR, так и компиляцию IR в машинный код. За счет того, что все преобразования в LLVM выполняются над LLVM IR, любой язык программирования, который может быть преобразован в LLVM IR, потенциально поддерживается LLVM.

Кроме IR, LLVM предоставляет удобный фреймворк для разработки различных анализов и оптимизаций кода, а также использования уже существующих средств. Он основывается на «проходах», оперирующих строго над LLVM IR, без доступа к исходному или машинному коду.

При реализации реального средства BMC для C/C++ желательно использовать максимально простую модель программы со свойством SSA, работающую с памятью при помощи компактного ядра инструкций и, в то же время, способную выразить полную семантику C/C++. LLVM IR полностью удовлетворяет данным требованиям, поэтому в настоящее время значительное количество средств анализа и верификации основываются на LLVM.

Метод ограниченной проверки моделей

Предлагаемый подход основывается на объединении результатов двух недавних исследований в области BMC: анализа C/C++ программ на базе LLVM и использования интерполяции Крейга в методе проверки моделей. Рассмотрим основные положения предлагаемого подхода и его сходства и различия с существующими работами.

LLBMC

LLBMC является относительно недавним дополнением в семействе средств BMC, таких как CBMC, SMT-CBMC и ESBMC. Как и прочие средства BMC, для борьбы с проблемой взрыва числа состояний он анализирует программу с ограничениями на число итераций циклов и/или глубину рекурсивных вызовов.

Основными особенностями LLBMC по сравнению с другими средствами BMC являются:

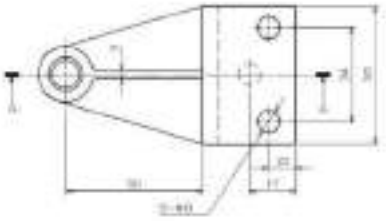
- LLBMC анализирует LLVM IR, что позволяет использовать все возможности системы LLVM для проведения предварительных оптимизаций и упрощений анализируемых программ. Кроме того, за счет использования компактного LLVM IR достигается значительное сокращение поверхности анализа.
- LLBMC моделирует память как линейный массив байт, то есть практически не отличается в этом от семантики модели памяти C/C++. Благодаря этому LLBMC способен успешно анализировать программы с большим числом низкоуровневых операций над памятью.

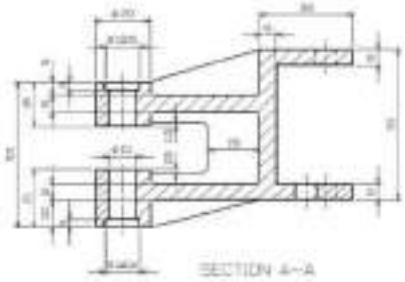
Предлагаемый подход, так же как и LLBMC, базируется на LLVM и аппроксимирует память в виде линейной последовательности байт.

Основным отличием является то, что вместо подстановки тел функций в места вызовов предлагается для межпроцедурного анализа использовать аппроксимации функций. Результаты недавних исследований свидетельствуют о том, что использование аппроксимаций может значительно повысить эффективность анализа без потери полноты и точности.

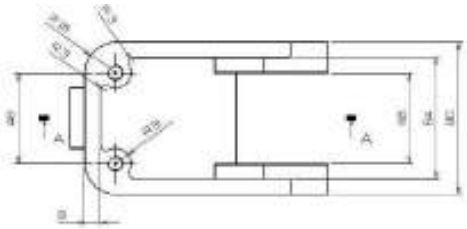
Задание:

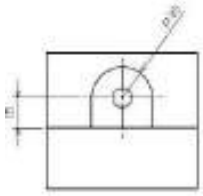
Вариант 1.

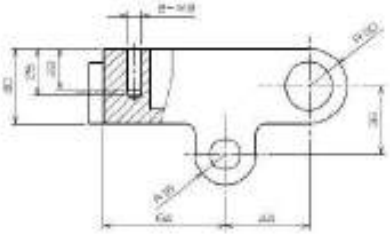


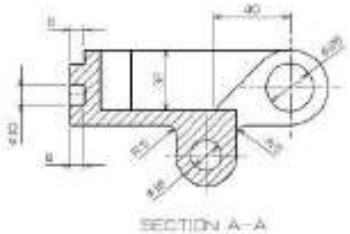


Вариант 2.

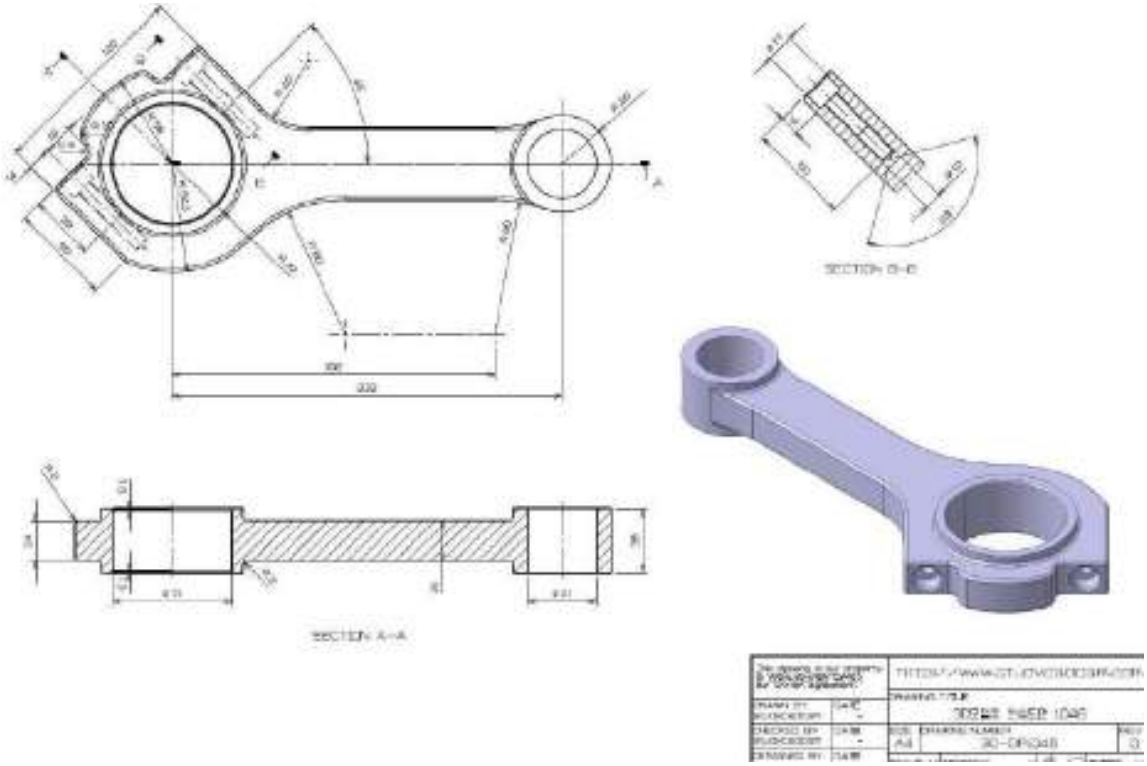




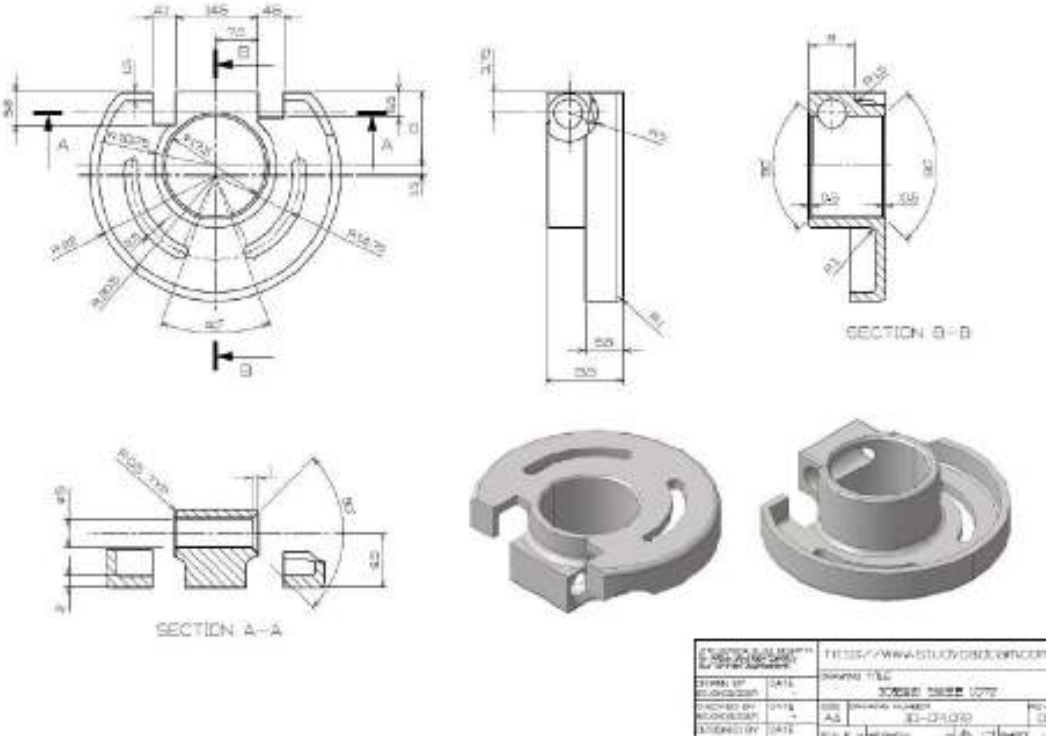




Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 14.
Подготовка модели к печати

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться готовить модель к печати на 3D принтере

Ход работы.

Процесс подготовки можно разделить на 10 основных шагов.

10 этапов подготовки 3D модели к печати:

1. **Сетка**. Если модель состоит из множества деталей, то необходимо их преобразовать в один.

2. **Плоское основание модели**. На платформе принтера лучше держится модель, имеющая плоское основание. Если модель вдруг отклеиться в процессе печати, то может произойти смещение координат и нарушится геометрия основы 3д-модели. Если же создать плоскую основу нет возможности или плоскость основы имеет маленькие размеры, тогда модель печатает на рафте. Однако существует вероятность того, что рафт может испортить поверхность модели, в связи, с чем лучше его не использовать.

3. **Толщина стенок**. Стенки модели должны быть толще, чем сопло принтера, кроме того, стенки обязаны быть равны между собой. Если указать слишком маленькие размеры, то принтер не сможет их напечатать, т.е. толщина стенок должна быть соответствующейдиаметру сопла.

4. **Нависающие элементы**. Для печати любого нависающего элемента потребуется поддержка. Поэтому лучше свести количество нависающих элементов к минимуму. Это сократит время необходимое для печати и сократит потери расходного материала. Кроме того, поддержки могут испортить поверхность готовой модели, с которой соприкасаются. Допускается печать нависающего элемента, если угол наклона - меньше 70 градусов.

5. **Точность**. Механические возможности вашего принтера определяют многое, в том числе и точность по оси X и Y. Точность модели по оси Z напрямую зависит от высоты слоя. Высота должна быть кратна высоте слоя. Не стоит забывать, что при остывании материала он усаживается, что влечет изменение габаритов готового объекта. Диаметр отверстий в модели следует расширить на 0,1-0,2 мм.

6. **Мелкие детали**. Напечатать мелкие детали всегда сложно, поэтому лучше не делать их по размеру меньше, чем диаметр самого сопла. Лучше их увеличить в 2 раза относительно диаметра сопла, так как в результате постобработки мелкие детали могут исчезнуть вовсе или стать менее заметными.

7. **Узкие места**. Произвести обработку узких участков достаточно сложно, для этого потребуется специальное оборудование, микродрель или химические средства. Поэтому лучше совсем их не применять.

8. **Крупные модели**. При построении моделей крупных объектов необходимо учесть размеры печатающей области вашего принтера. Если объект имеет слишком большие размеры, то лучше всего порезать его на части, при

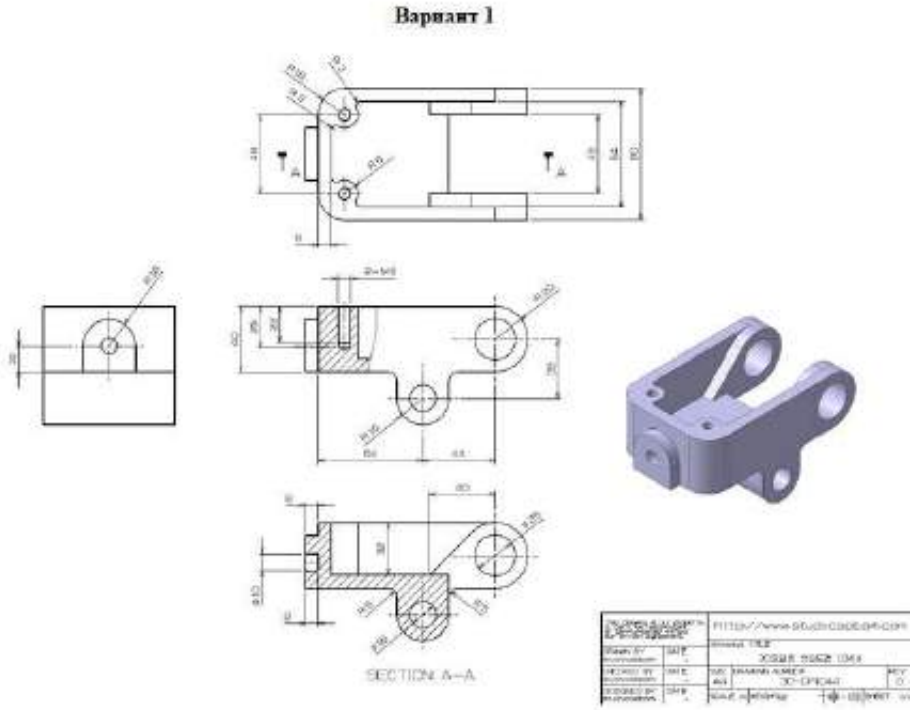
этом соединения лучше подготовить заранее, например, ласточкин хвост.

9. **Положение на платформе**. От расположения модели напрямую зависит прочность готового изделия. Нагрузку нужно распределить поперек слоев, а не вдоль. Иначе слои печати могут разойтись.

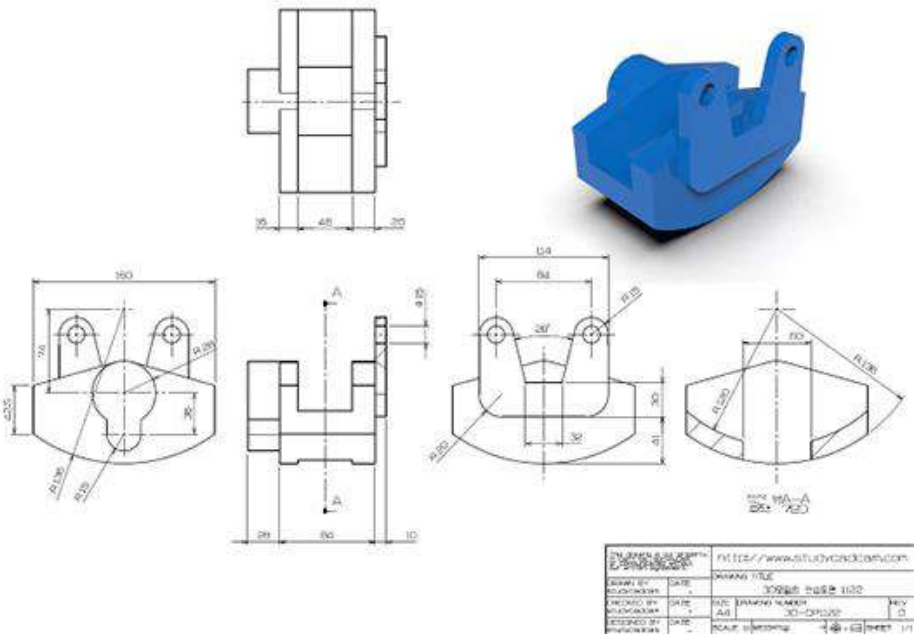
10. **Формат файла**. Как правило, слайсеры поддерживают лишь STL-формат, именно в этом формате лучше всего сохранять свою модель.

Соблюдая все приведенные правила, вы получите качественную, прочную и точную готовуюмодель изделия.

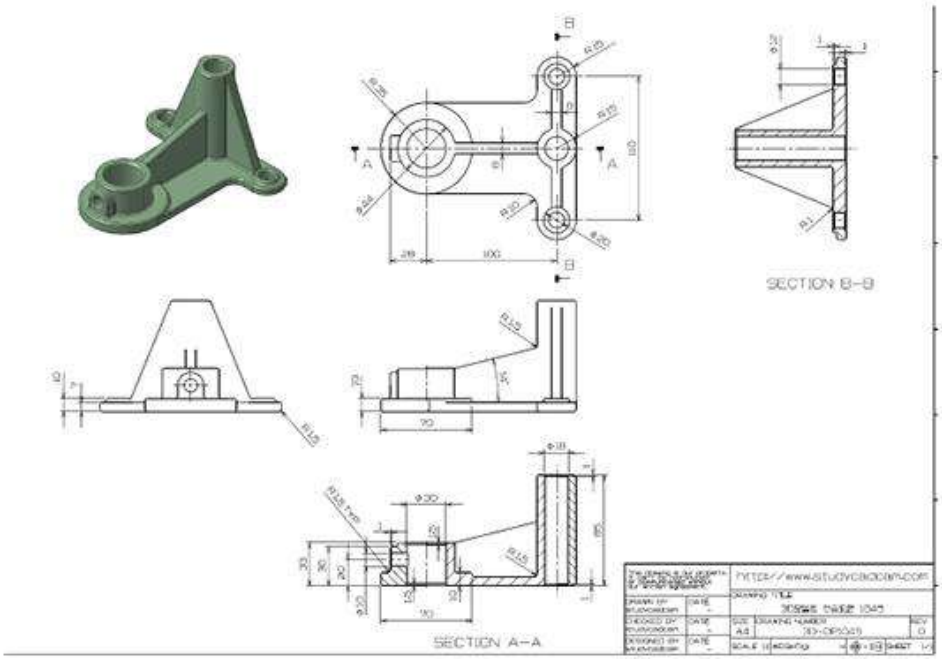
Задание:



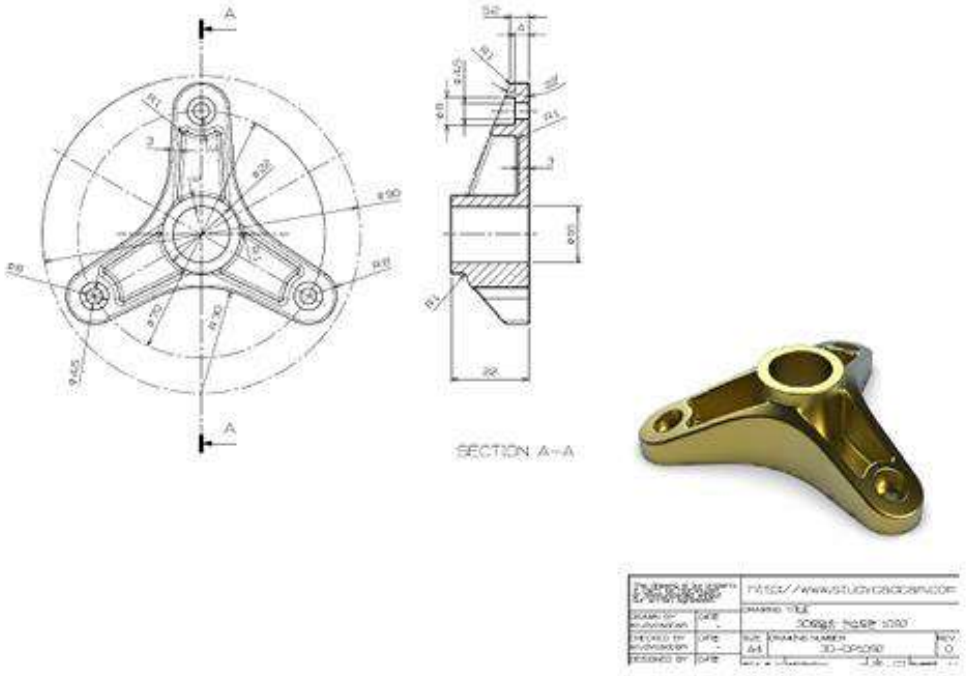
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 15.
Подбор программного обеспечения для разработки модели

(Время выполнения работы - 1 час)

Цель: научиться подбирать программное обеспечение для разработки модели

Ход работы.

№1: Cura

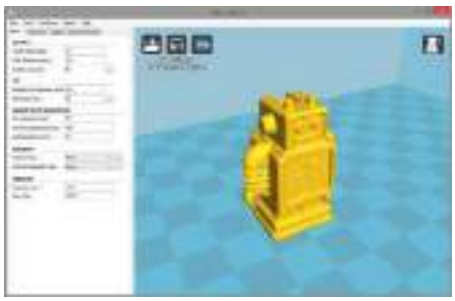
Cura — это стандартная программа-слайсер для всех 3D-принтеров Ultimaker.

Эта программа очень легка в использовании и позволяет управлять самыми важными настройками

3D-печати через понятный интерфейс.

Начните в режиме **Basic** — чтобы быстро войти в курс дела и изменить настройки качества печати. Если требуется более тонкий контроль, перейдите в режим **Expert.**

Программу Cura можно использовать и для прямого управления принтером, но тогда принтер икомпьютер должны быть соединены друг с другом.



Для начинающих, которым нужен слайсер, чтобы подготовить STL-файлы для 3D-печати.

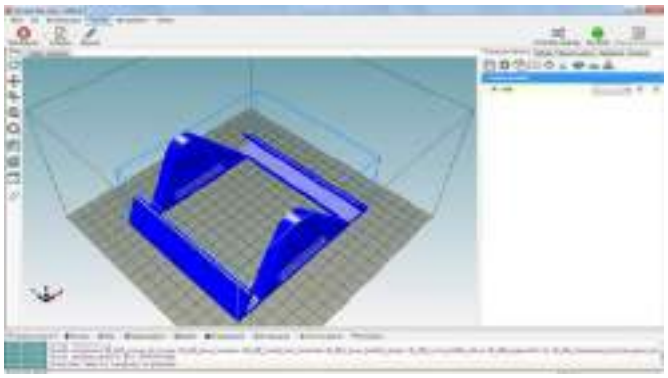
№2: Repetier Host

Если вы готовы перейти на следующий уровень программ-слайсеров для 3D-принтеров, но хотите остаться в рамках открытого исходного кода, вам следует обратить внимание на Repetier.

Это прадедушка программ для 3D-печати и фаворит сообщества RepRap.

На сегодняшний день программа семимильными шагами продвигается от уровня дляпродолжающих к продвинутым пользователям.

Укомплектованная по схеме «всё в одном», она поддерживает до 16 экструдеров, мультинарезку через плагины, а также практически все 3D-принтеры послойного наплавления, которые можно встретить на рынке.



Более того, Repetier Host работает через Repetier Server удаленно, так что управление 3D-принтеромвозможно через браузер, планшет или смартфон.

№3: TinkerCAD

TinkerCAD — это онлайн-система автоматизированного проектирования (CAD) для 3D-печати,

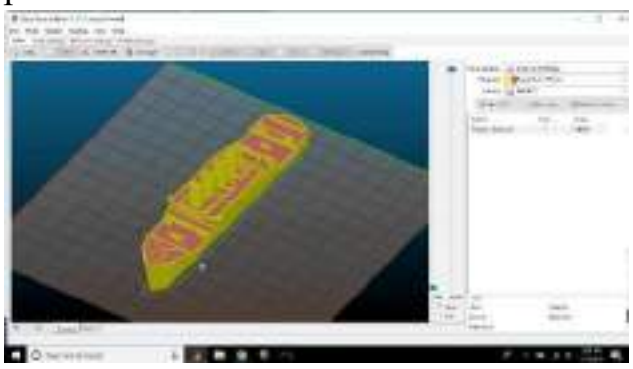
которая является хорошей отправной точкой для начинающих.

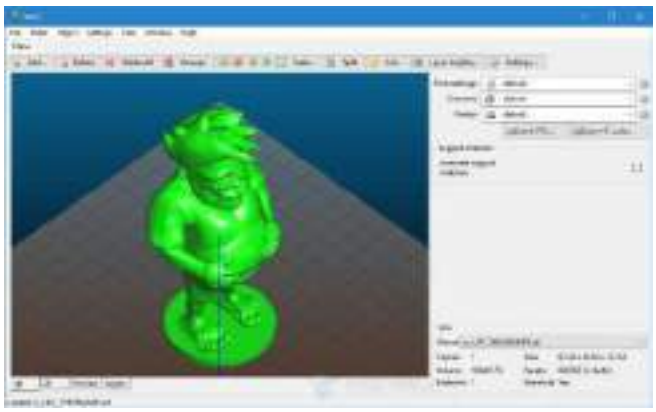
Здесь вы можете строить модели из базовых форм, при этом TinkerCAD позволяет создавать векторные фигуры в 2D и преобразовывать их в трехмерные модели.

Для начинающих, которые хотят создавать 3D-модели для печати

№4: Slic3r

Slic3r — слайсер с открытым исходным кодом, обладающий репутацией носителя супернового функционала, которого еще нигде не встретишь. Текущая версия программы умеет показывать модель с множества ракурсов, так что пользователь получает лучшие возможности предпросмотра. Там также есть невероятное трехмерное сотовое заполнение — первый такого рода паттерн, который может распространяться на несколько слоев, а не повторяться, как штамп. Это существенно повышает прочность внутреннего заполнения модели и финальной распечатки.





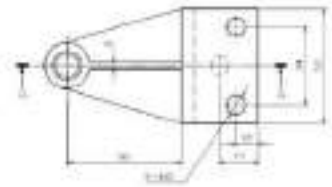
№5: Blender

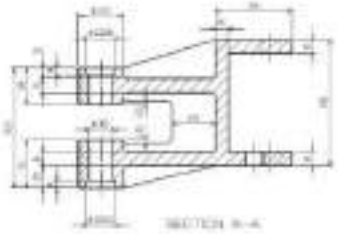
Blender — популярная система автоматизированного проектирования (CAD) с крутой кривой обучения. Совсем не лучший выбор для новичков, зато то что надо, если вы вполне поднаторели и нуждаетесь в чем-то более сложном для моделирования и печати.

Если вкратце, Blender — один из самых мощных существующих инструментов. Его сообщество всегда готово прийти на помощь, существует масса обучающих материалов. А еще у него открытый код, так что энтузиасты часто пишут расширения, чтобы сделать его еще лучше и мощнее.

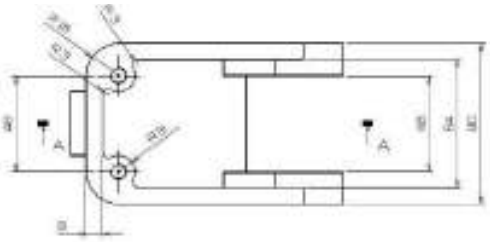
Задание:

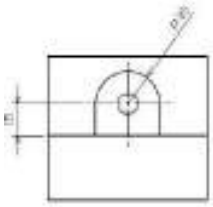
Вариант 1.

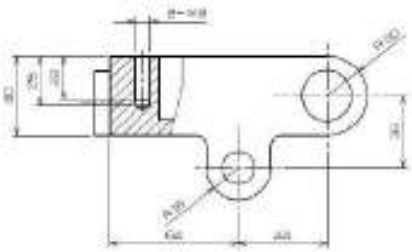


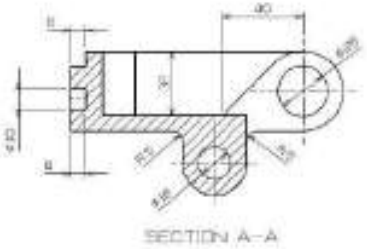


Вариант 2.



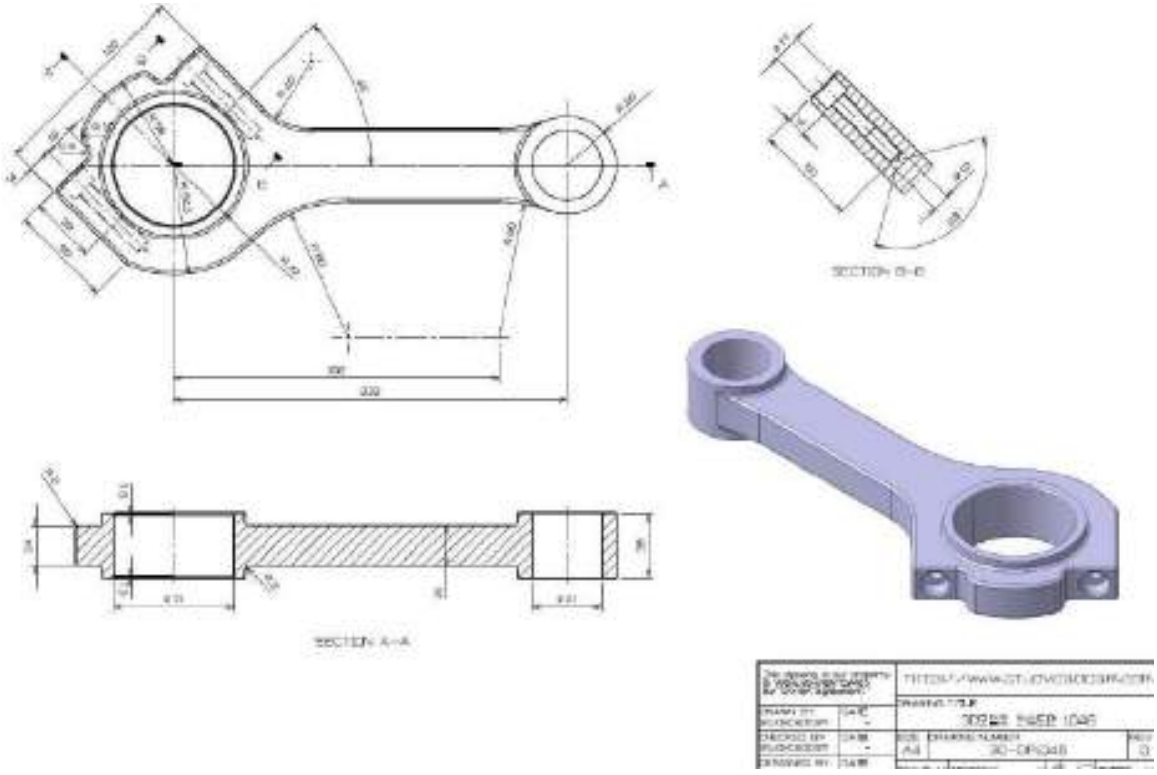




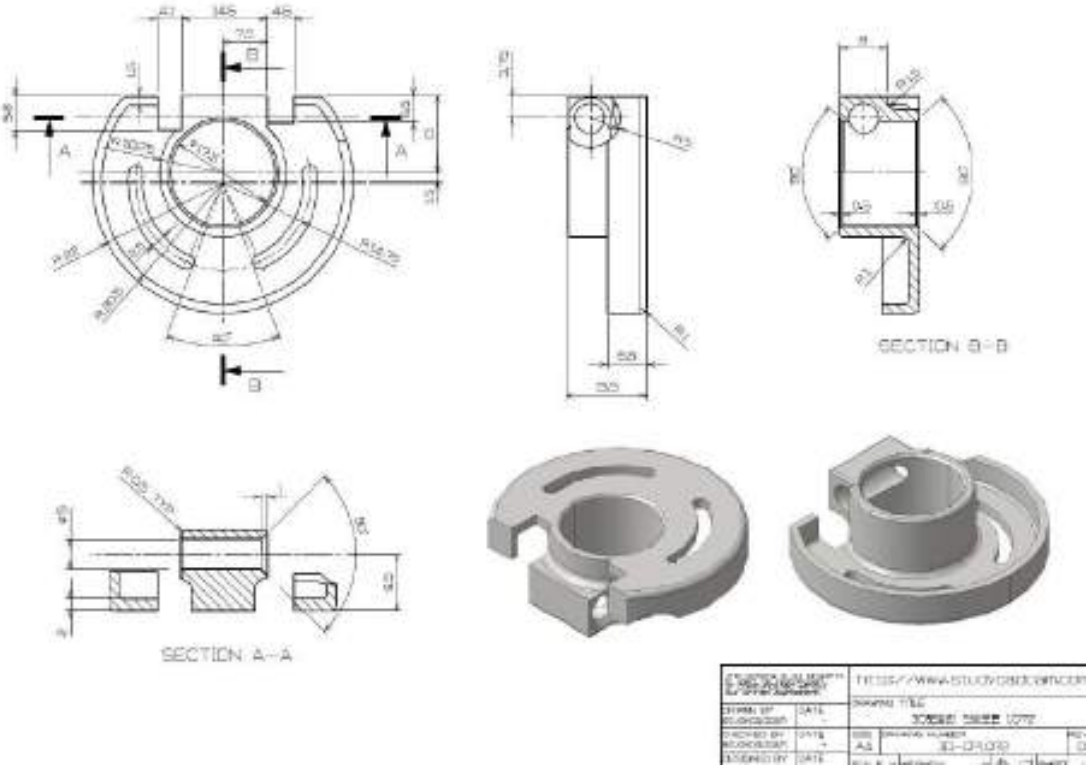


SECTION A–A

Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 16.
Установка и настройка программного обеспечения на виртуальную машину

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться выбирать, устанавливать и настраивать программное обеспечение на виртуальную машину.

Ход работы.

Рабочий процесс 3D-печати

В 3D-печати используется четыре основных типа программного обеспечения, которые выполняют свои функции последовательно.

Моделирование

Программное обеспечение для 3D-моделирования позволяет создавать 3D-модели на компьютере. Вы можете спроектировать что угодно, от отвертки до модели автомобиля.

Редактирование

Просмотр, редактирование и ремонт моделей для печати в формате STL. Независимо от того, создаете ли вы свою собственную 3D-модель или загружаете ее из интернета, чаще всего вы получаете STL-файл. Однако не все файлы STL идеальны, а некоторые могут иметь и явные недостатки. Дефекты моделей приводят к браку или сбоям при печати.

Программное обеспечение просмотра, редактирования и ремонта файлов STL позволяет визуализировать, изменять и исправлять файлы STL, чтобы гарантировать, что они готовы к 3D- печати. Обычно такое ПО совмещено со следующей разновидностью программ для 3D-печати — слайсерами.

Нарезка на слои

Слайсер преобразует STL-файл в G-код — управляющий код для принтера, содержащий команды для печати каждого слоя модели и последовательность их применения. Зачастую слайсер содержит в себе функции диагностики и ремонта или автоисправления моделей.

Калибровка

Программа для калибровки помогает откалибровать принтер и упрощает подбор параметров для оптимальной печати. Она нужна как при первоначальной настройке принтера, так и в процессе использования —

Печать для определения параметров печати конкретного пластика.

Хост — программа для печати, она отвечает за передачу G-кода на принтер, позволяет отслеживать процесс печати и изменять настройки в режиме реального времени, если принтер подключен к компьютеру. Многие принтеры имеют встроенное ПО, печатающее модели с флешки или карты памяти.

Часто функционал слайсера и хоста объединен в одной программе.

Эти четыре типа программного обеспечения для трехмерной печати позволяют воплотить цифровую 3D-модель в физический 3D-объект.

ПО Cura

Характеристики:

Название: Cura

Функции Slicer, 3D Printer Host

Уровень: Начальный

ОС: Windows, Mac, Linux

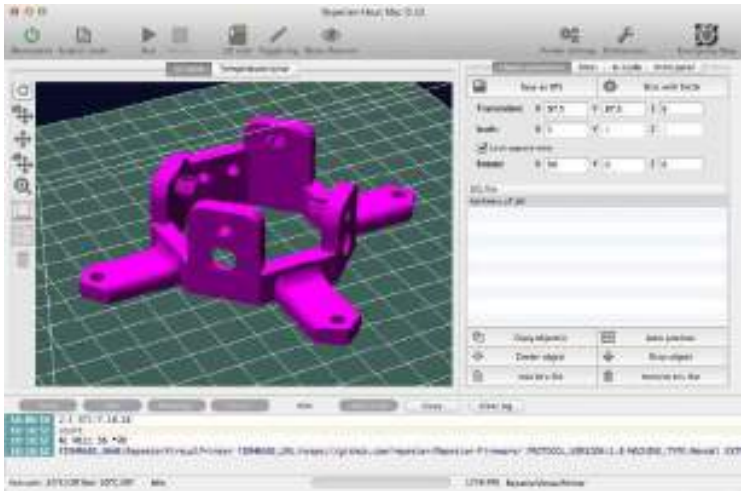
Cura — программное обеспечение для 3D-принтеров Ultimaker, также его можно использовать с большинством других 3D-принтеров. Его исходный код открыт, а функционал может быть расширен через систему плагинов. Это

простое в использовании ПО позволяет управлять основными параметрами 3D-печати через простой интерфейс. Начните в режиме «Основной», где можно выбрать настройки качества печати. Если нужно более точное управление настройками качества печати, перейдите в режим «Эксперт». Cura может непосредственно управлять 3D-принтером, для он должен быть подключен к ПК в течение всего времени печати.

Полная интеграция с CAD-софтом, подобным Solid-Works и Siemens NX, показывает применимость данного ПО в профессиональной деятельности, но для подавляющего большинства домашних пользователей, Cura — это простой и доступный слайсер для 3D-печати.

Бесплатное программное обеспечение для слайсинга и 3D-печати.

ПО Repetier-Host



Характеристики:

Название: Repetier-Host

Функции Slicer, 3D Printer Host

Уровень: средний

ОС: Windows, Mac, Linux

Repetier — опенсорсная программа для управления 3D-принтером и слайсерами. С Repetier возможна печать несколькими экструдерами, их может быть до 16. Программа работает с разными слайсерами и поддерживает большинство существующих 3D-принтеров. Количество возможных настроек порадует любителей детально контролировать каждый нюанс.

Одна из особенностей Repetier — возможность удаленного доступа через сервер, — можно контролировать печать по сети, откуда угодно. Бесплатное программное обеспечение для слайсинга и 3D-печати

Утилита калибровки 3D принтеров

Характеристики:

Название: утилита для калибровки принтеров

Функции калибровка принтеров

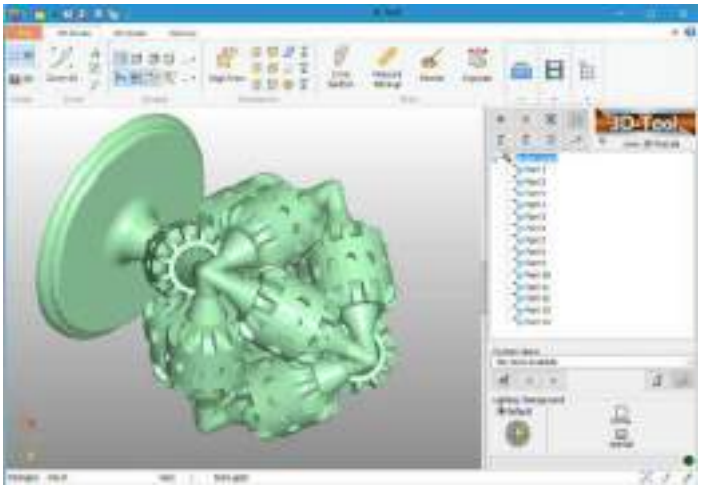
Уровень: Средний

ОС: Windows

Утилита для калибровки принтеров — это простая программа, которая позволяет произвести первоначальную настройку принтера, а в дальнейшем настраивать принтер под конкретный пластик.

Бесплатное программное обеспечение для калибровки принтера

ПО 3D-Tool Free Viewer



Характеристики:

Название: 3D-Tool Free Viewer

Функции STL анализирование

Уровень: Средний

ОС: Windows

3D-Tool Free Viewer — это продвинутый просмотрщик STL, который также позволяет проверять структурную целостность и пригодность файла для печати. Например, функция «поперечное сечение» позволяет взглянуть внутрь модели и проверить толщину стенки.

Это может быть полезно, когда есть необходимость проверить STL-файл на наличие ошибок перед тем, как начать 3D-печать, либо надо просмотреть большое количество моделей — в такой программе это намного быстрее и удобней, чем в слайсере.

Бесплатное программное обеспечение для просмотра 3D-моделей

ПО MakePrintable

Характеристики:

Название: MakePrintable

Функции STL редактор, STL восстановление

Уровень: Средний

ОС: Браузер

В этом веб-сервисе можно проверить файлы моделей на наличие ошибок и исправить их. Сервис “понимает” и распознает более 15 форматов входящих файлов и обрабатывает файлы размером до 200 мегабайт, а также может напрямую подключаться к Sketchup, Blender и аккаунту на Thingiverse, и импортировать файлы оттуда. Загруженные файлы анализируются на наличие ошибок, проблем с поддержками и толщиной стенок, а затем автоматически

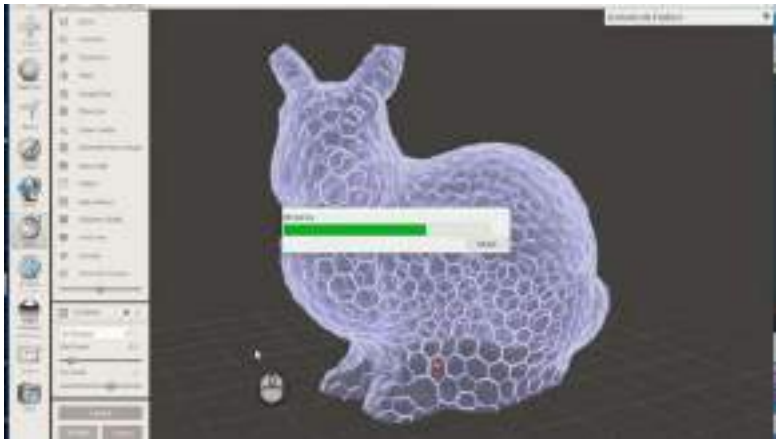
исправляются с сохранением качества. Параметры исправления и исходящей детализации можно задавать вручную, либо выбрать один из основных режимов.

«Лечение» происходит в облачном сервисе, мощности которого позволяют провести процесс точнои быстро.

Файлы можно выводить в разных форматах и печатать прямо из сервиса, на выбор.

Бесплатное программное обеспечение для редактирования и восстановления STL-файлов для 3D-печати

ПО Meshmixer



Характеристики:

Название: Meshmixer

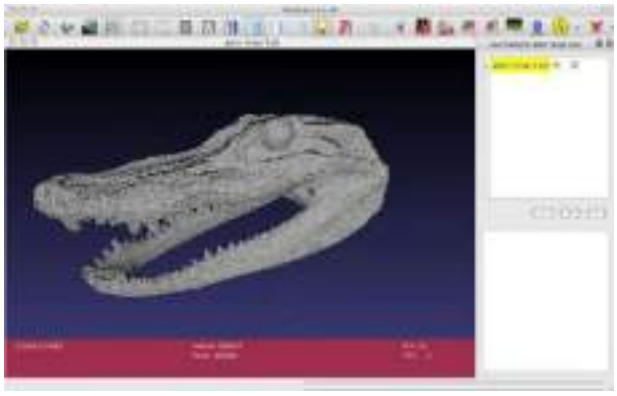
Функции STL редактор, STL восстановление

Уровень: Средний

ОС: Windows, Mac

Meshmixer — продвинутое программное обеспечение для просмотра, проверки, редактирования и исправления STL файлов. Оно особенно хорошо для выявления потенциальных проблем и их автоматического восстановления. Это часть семейства программного обеспечения для 3D-печати Autodesk.

ПО MeshLab



Характеристики:

Название: MeshLab

Функции: STL редактор, STL восстановление

Уровень: Профессионал

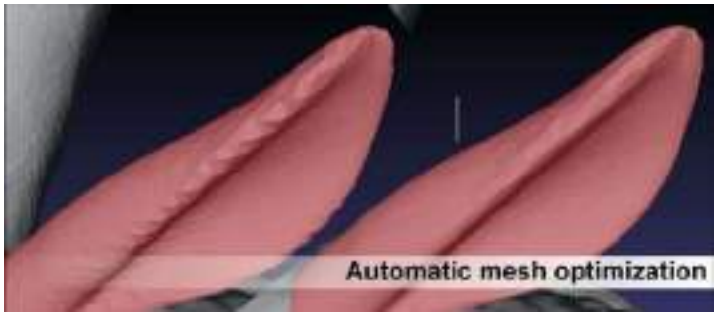
ОС: Windows, Mac, Linux

MeshLab — это усовершенствованное программное обеспечение для редактирования STL, которое позволяет вам исправлять и редактировать поверхности, объединять объекты и повышать качество моделей для печати. ПО работает не только с готовыми STL-файлами, но может и конвертировать в них облако точек полученное от 3D-сканера.

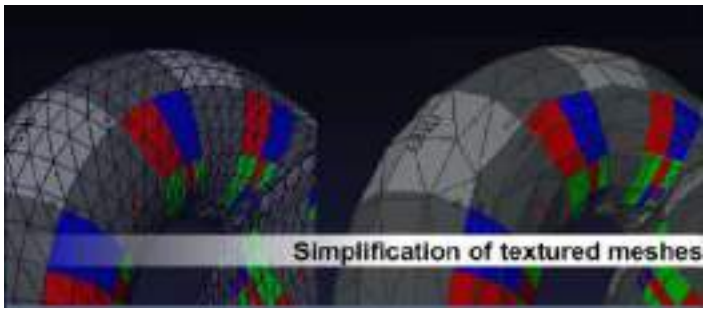
Включены такие функции, как устранение шума.

Заполнение “дыр” в моделях.

Оптимизация модели.



Упрощение, для уменьшения размера файла и более быстрой печати.



Бесплатно для студентов, программное обеспечение для редактирования и восстановления STL-файлов для 3D печати, для конвертации облака точек в STL.

ПО Netfabb

Характеристики:

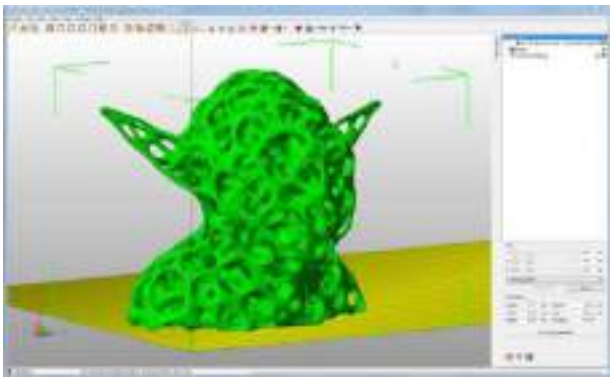
Название: Netfabb

Функции: STL Восстановление, Слайсер

Уровень: профессионал

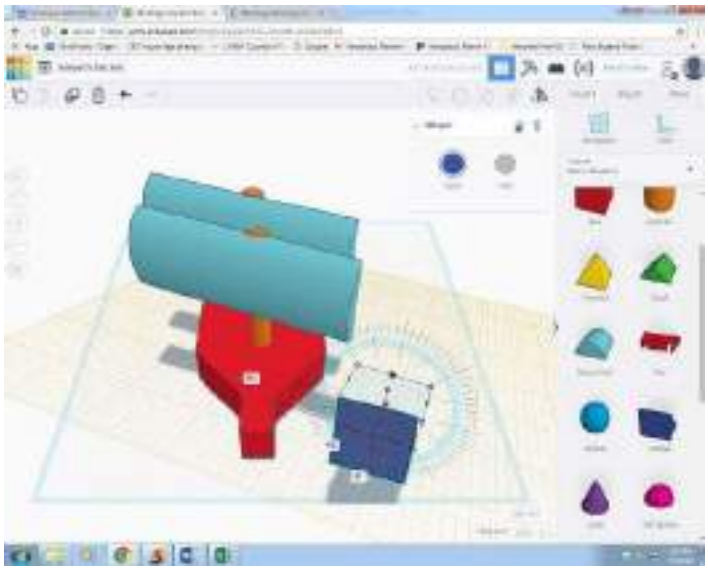
ОС: Windows

Netfabb — это программное обеспечение для слайсинга, которое предлагает расширенные функциианализа и редактирования STL, позволяя вам исправить модель до нарезки. Компания предлагает бесплатную трехлетнюю лицензию Netfabb для студентов.



Бесплатно для студентов, программное обеспечение для редактирования и восстановления STL- файлов для 3D-печати, для конвертации облака точек в STL

ПО TinkerCAD



Характеристики:

Название: TinkerCAD

Функции Дизайн

Уровень Начальный

ОС: Браузер

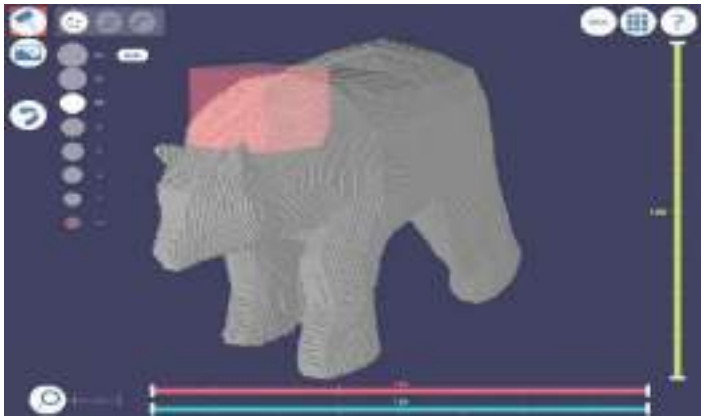
TinkerCAD — браузерное приложение для автоматизированного проектирования (CAD), которое послужит хорошей отправной точкой для начинающих.

Похожее на 3D Slash, это приложение может использоваться для 3D-печати и создания 3D-моделей из шаблонов простых форм. TinkerCAD также позволяет создавать геометрические фигуры в 2D и преобразовывать их в 3D-модели.

Однако набор функций TinkerCAD несколько ограничен по сравнению с такими, как Blender, FreeCAD и SketchUp, поэтому для сложных проектов пользователям лучше переключаться на более мощный инструмент.

Бесплатное программное обеспечение для моделирования и редактирования моделей для 3D печати.

ПО 3D Slash



Характеристики:

Название: 3D Slash

Назначение: Дизайн

Уровень: Начальный

ОС: Браузер

3D Slash — принципиально упрощенное для начинающих ПО для моделирования, в котором модели можно собирать по принципу блочного конструктора (типа LEGO).

Просто соединяйте “кирпичики”, либо отделяйте их от начального большого блока с помощью таких инструментов, как “молоток” или “дрель”. Также можно использовать разные цвета и текстуры из изображений, или загрузить текст или лого в плоском векторном изображении и сделать его объемным.

Бесплатное программное обеспечение для моделирования и редактирования моделей для 3D-печати, первый 3D-редактор для начинающего.

ПО Sculptris

Характеристики:

Название: Sculptris

Назначение: Дизайн

Уровень: Начальный

ОС: Windows, Mac

Sculptris — это инструмент для виртуальной скульптуры, с функциональностью сравнимой с физической модельной глиной. Это фантастический инструмент для моделирования, если ваша основная цель — создавать статуи или статуэтки в классической манере. Идеально для желающих научиться скульптуре и студентов художественных вузов.

Sculptris совершенно бесплатен. Он позиционируется как ступень к более сложному и функциональному приложению ZBrush.

Бесплатное программное обеспечение для моделирования и редактирования моделей для 3D-печати, лучший 3D-редактор для скульптуры.

ПО Vectary

Характеристики:

Название: Vectary

Назначение: Дизайн

Уровень: средний

ОС: Браузер

Vectary — это мощное веб-приложение для 3D-дизайна, которое предлагает один из самых простых интерфейсов для быстрого и удобного 3D-моделирования. Интеграция с различными библиотеками активов, включая Sketchfab, позволяет импортировать модели и собирать их из готовых элементов, а расширенные инструменты моделирования — создавать свои собственные модели с нуля.

Встроенный экспорт в OBJ делает Vectary подходящим вариантом для 3D-печати. Приложение доступно как веб-сервис, через браузер.

Бесплатное программное обеспечение для моделирования и редактирования моделей для 3D-печати, первый 3D-редактор для начинающего.

ПО Figuro

Характеристики:

Название: Figuro

Назначение: Дизайн

Уровень Средний

ОС: Браузер

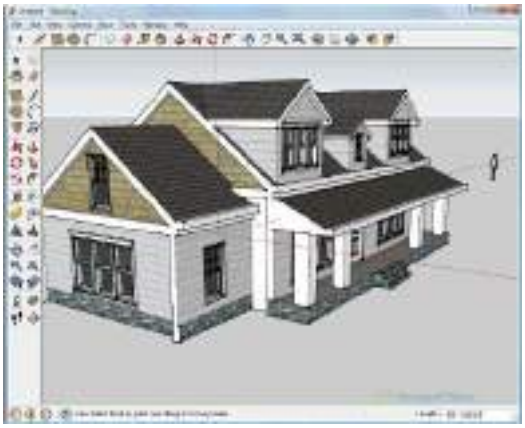
Figuro сочетает в себе доступность TinkerCAD с мощностью более продвинутых инструментов 3D- моделирования. Для тех, кто хочет развивать свои навыки 3D-моделирования без глубокого погружения.

Figuro позволяет создавать объемные модели из элементарных геометрических фигур, перемещая их, поворачивая и соединяя вместе. Это не очень эффективно при создании моделей для 3D-печати, возможны ошибки в файлах при экспорте в STL, которые можно устранить в программах для редактирования.

Несомненный плюс Figuro —это приятный и удобный интерфейс. Приложение доступно в браузерном режиме.

Бесплатное программное обеспечение для моделирования и редактирования моделей для 3D-печати, первый 3D-редактор для начинающего.

ПО SketchUp Free



Характеристики:

Название: SketchUp Free

Назначение: Дизайн

Уровень: Средний

ОС: Браузер

SketchUp, как набор программного обеспечения для 3D-моделирования, предлагает сочетание простоты и функциональности с удобным интерфейсом и относительно простой формой обучения, привлекающей новичков. Опытных мастеров приложение привлекает усовершенствованными инструментами рисования. Это делает SketchUp одной из самых популярных программ 3D-моделирования.

Бесплатное программное обеспечение для моделирования и редактирования моделей для 3D печати.

ПО Fusion 360

Характеристики:

Название: Fusion 360

Назначение: Дизайн

Уровень Средний

Бесплатно ОС: Windows, Mac

Fusion 360 — профессиональный программный инструмент 3D CAD, созданный пионерами программного обеспечения в Autodesk.

Это ПО обладает мощными параметрическими инструментами и аналитическими функциями, которые хорошо подходят для решения большинства задач связанных с промышленным дизайном. В программе доступно моделирование нагрузок и напряжений готовой конструкции для расчета прочностных характеристик.

Fusion 360 также отличается уникальными возможностями совместной работы. Он поддерживает совместное использование файлов через облачные сервисы и импорт/экспорт общих типов файлов CAD.

Бесплатное программное обеспечение для моделирования и редактирования моделей для 3D-печати. Бесплатно для студентов. Бесплатно для любителей. Бесплатно для стартапов.

ПО FreeCAD

Характеристики:
Название: FreeCAD
Назначение: Дизайн
Уровень:
ОС: Windows, Mac, Linux

FreeCAD — многофункциональное программное обеспечение CAD и отличный инструмент совершенствования дизайнерских навыков. 3D-модель создается в FreeCAD заданием параметров, а не как перетаскиванием объектов и манипулированием ими с помощью мыши.

Доступна история действий — в любой момент можно вернуться на несколько шагов назад и внестиизменения.

Бесплатное программное обеспечение для моделирования и редактирования моделей для 3D-печати.

ПО Blender

Характеристики:

Название: Blender

Назначение: Дизайн

Уровень Профессионал

ОС: Windows, Mac, Linux

Blender это популярное программное обеспечение для автоматизированного проектирования (CAD). Это, возможно, не самый лучший выбор для начинающего, который только учится 3D- моделированию, но он идеален для тех, кто хочет развивать свои навыки и создавать сложные 3D- модели.

Blender — один из самых мощных инструментов моделирования для 3D-печати, который вы можете использовать. Благодаря широкой популярности, у программы большое и полезное сообщество, по работе с ней огромное количество материалов в сети. Это Open Source-проект, так что к Blender часто пишут расширения, что увеличивает его функциональность.

Бесплатное программное обеспечение для моделирования и редактирования моделей для 3D- печати. Бесплатно для студентов. Бесплатно для любителей. Бесплатно для стартапов.

ПО OnShape

Характеристики:

Название: OnShape

Назначение: Дизайн

Уровень: Профессионал

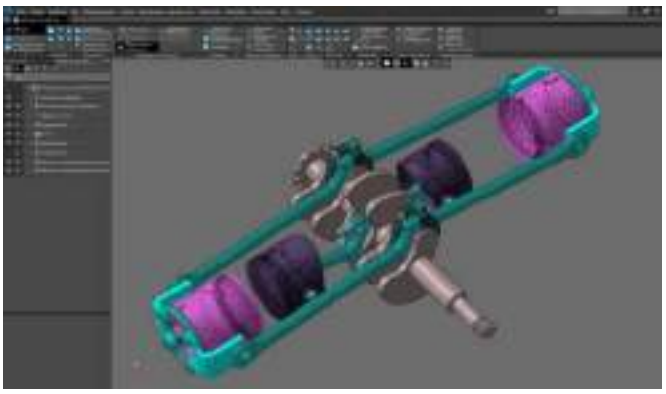
ОС: Браузер

OnShape — мощный программный комплекс CAD корпоративного уровня, работающий в браузере. Предназначен для профессиональных пользователей, которым требуется управление удаленными проектами и возможность совместной работы. Обеспечивает параметрическое 3D-моделирование без сохранения локальных файлов, проекты доступны в облаке. В отличие от установленных на локальную машину CAD и PDM, OnShape дает всем в команде мгновенный доступ рабочему пространству, где коллеги могут работать над проектом сообща, находясь при этом где угодно. Еще одна полезная функция — возможность управлять мастер-дизайном без необходимости сохранять копии или отслеживать множество различных версий файлов.

Обычно нужно платить за доступ к OnShape, но педагогам и учащимся предоставляется бесплатное пользование.

Бесплатное программное обеспечение для моделирования и редактирования моделей для 3D-печати. Бесплатно для студентов. Бесплатно для образования.

ПО Компас



Характеристики:

Название: Компас

Назначение: САПР

Уровень: Профессионал

ОС: Windows

Компас — мощный программный комплекс САПР, написанный с учетом требований Российских ГОСТов к проектной документации. Может создавать эскизы, трехмерные детали, сборки. Выпускается в архитектурной и машиностроительной конфигурации. В машиностроительной содержит большое количество библиотек различных элементов. Наиболее применяемой в 3D- печати является библиотека шестеренок, которая позволяет автоматически генерировать шестерни по заданным параметрам.

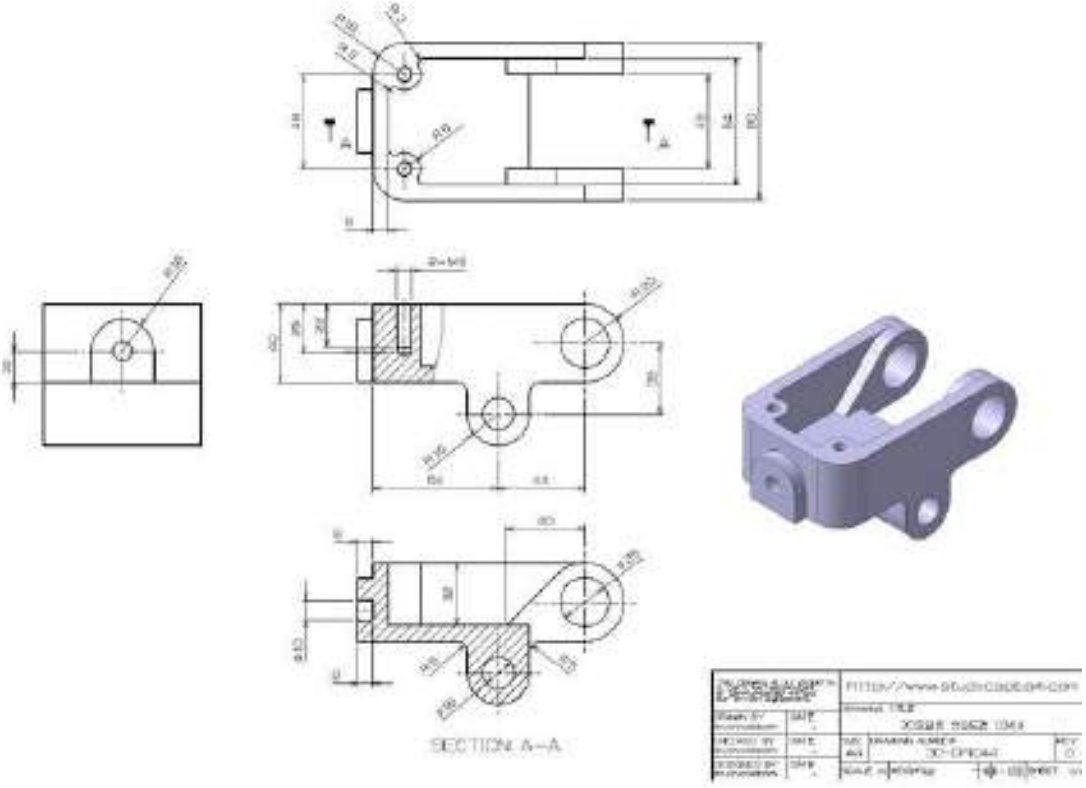
Смоделированные детали объединяются в сборки, в которых можно посмотреть насколько точно эти детали подходят друг к другу. Последние версии Компаса умеют загружать файлы формата STLдля дальнейшей обработки.

По готовым моделям можно создавать чертежи, полностью соответствующие стандарту ЕСКД.

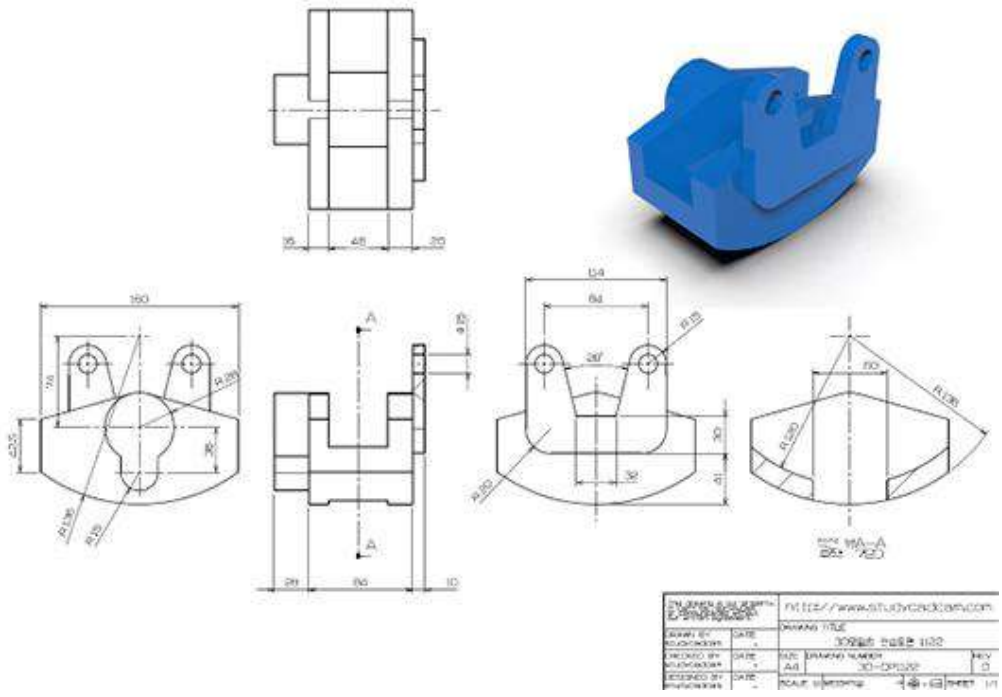
Бесплатное программное обеспечение для моделирования и редактирования моделей для 3D-печати. Бесплатно для учащихся.

Задание: проанализировать возможности использования программного обеспечения для создания 3D модели (по заданию преподавателя) и выбрать наиболее подходящее ПО.

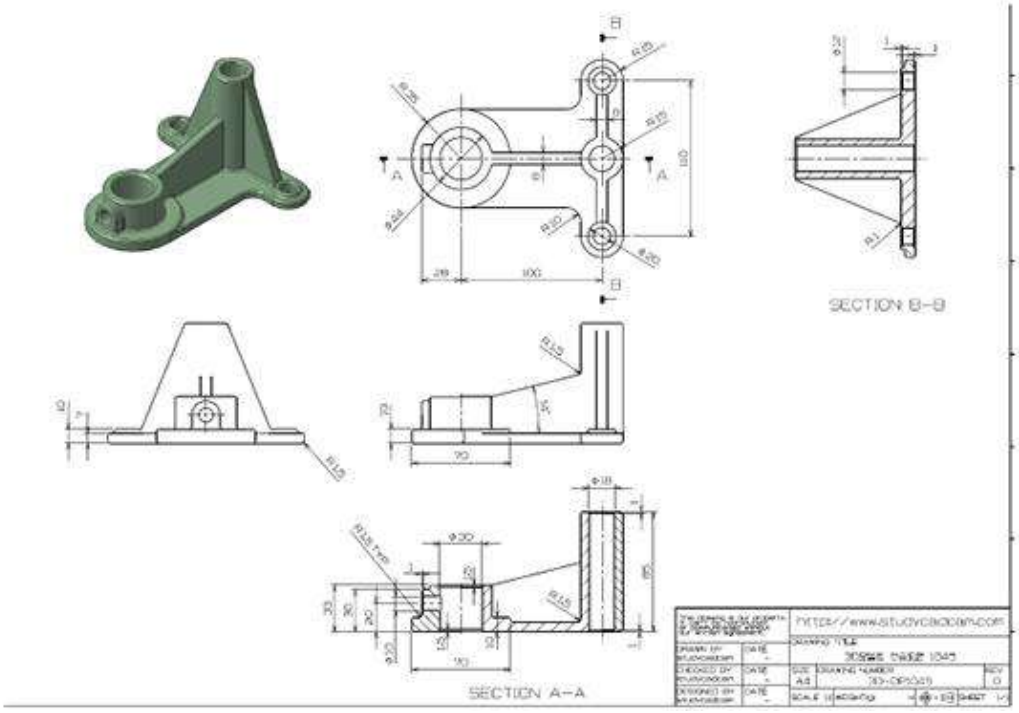
Вариант 1



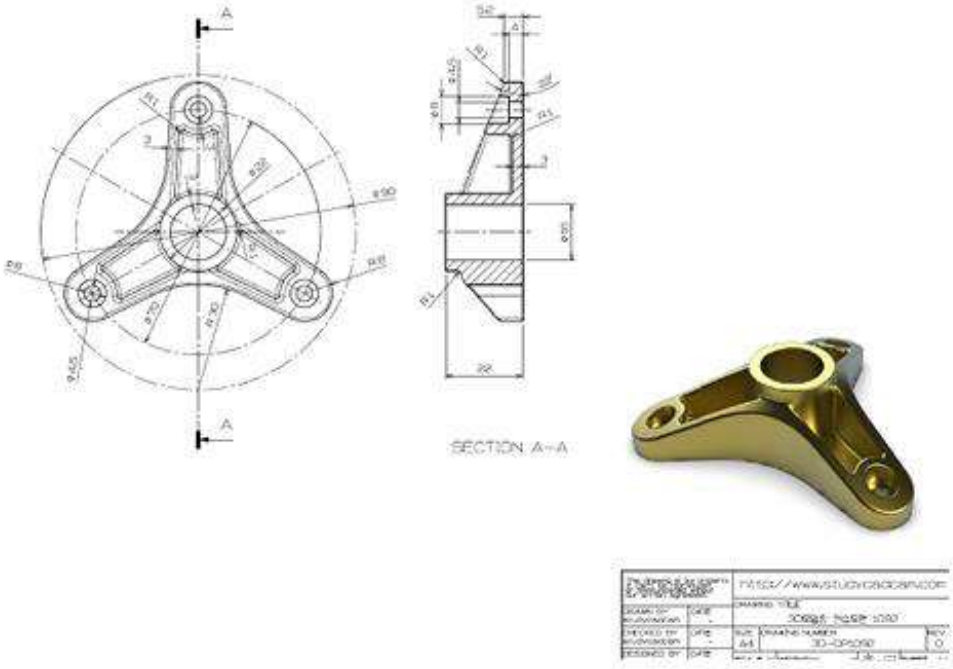
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 17.
Разработка модели для печати на 3D принтере

(Время выполнения работы - 2 часа)

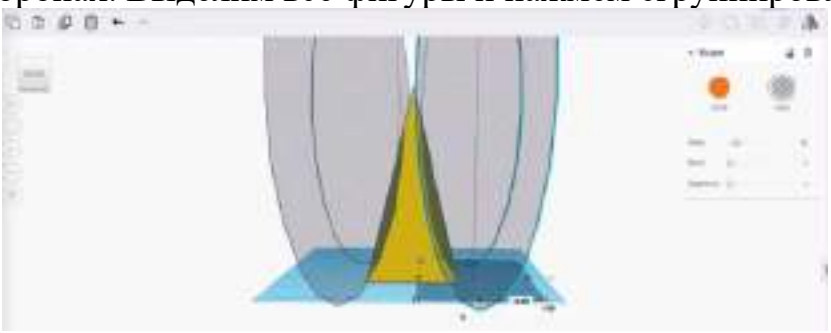
Цель: научиться создавать модель в программе Tinkercad

Ход работы.

Создание модели “Эйфелева башня”.

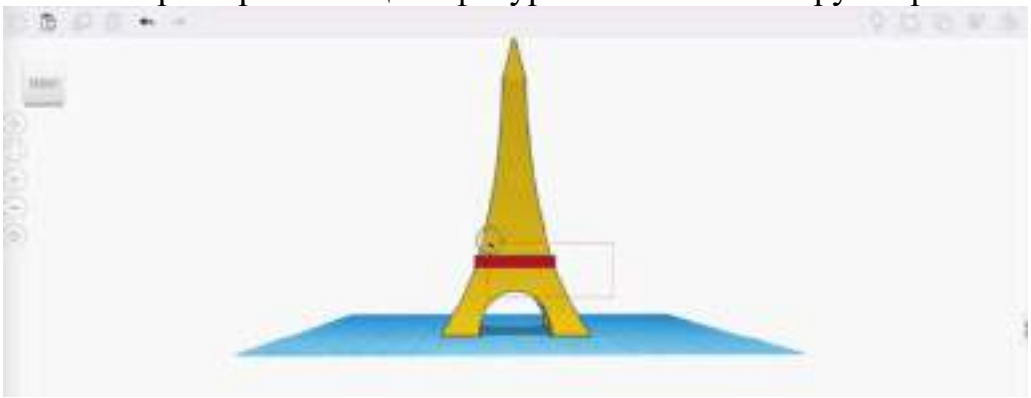
Инструкция создания модели “Эйфелева башня”.

В самом начале открываем онлайн среду и создаем новый проект. Выбираем фигуру конуса, вытягиваем вверх. Вставляем цилиндр, переворачиваем на 90 градусов, делаем эффект отверстия и увеличиваем. Нажимаем дублировать – отразить и вторую аналогичную фигуру прикрепляем с другой стороны башни. Опять нажимаем дублировать и делаем прозрачные элементы на всех четырех сторонах. Выделим все фигуры и нажмем сгруппировать.

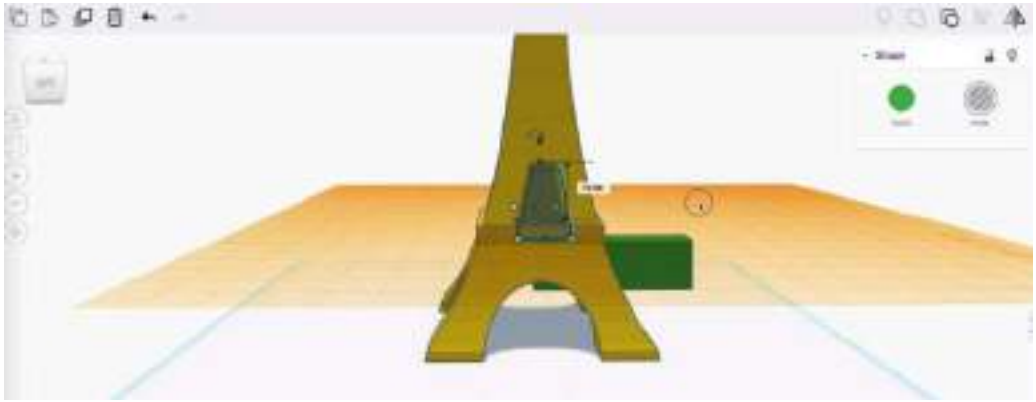


Для изготовления отверстий внизу башни нужно выбрать фигуру радугу, затем применить эффект отверстие, вытянуть фигуру. Нажать дублировать, повернуть на 90 градусов, чтобы было 4 дуги и нажать сгруппировать.

Теперь нужно сделать вставку на башке, как на рисунке. Для этого берем параллелепипед, делаем максимально плоским, вставляем в фигуру и вытягиваем немного вверх. Красим в цвет фигуры. И нажимаем группировать.

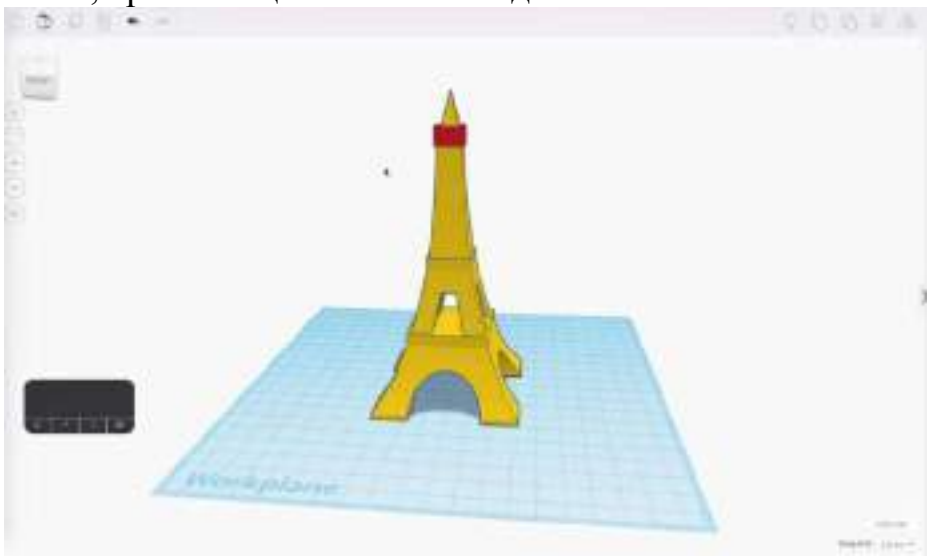


Теперь над этой вставкой делаем отверстие в виде трапеции. Для этого берем фигуру крыши. Вытягиваем вверх и немного занижаем, делая верхушку не острой, а тупой. Затем применяем к фигуре функцию отверстия. Вставляем в башню, применяем дублирование, поворачиваем на 90 градусов и нажимаем сгруппировать.



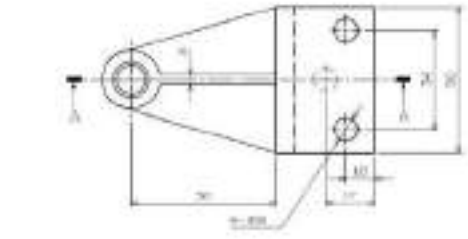
Далее делаем вставку, которая была ниже. С помощью параллелепипеда. Вставляем его плоским в башню, немного поднимаем внутри башни. Перекрасим элемент в желтый и сгруппируем фигуру.

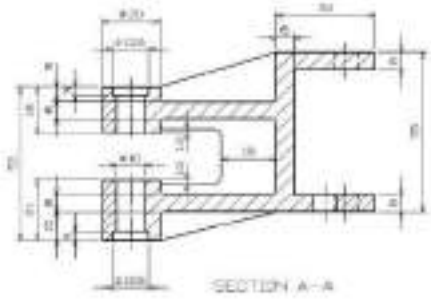
Снова берем параллелепипед, на кончик башни ставим его, делая со всех сторон ровным, красим в цвет башни. Модель готова!



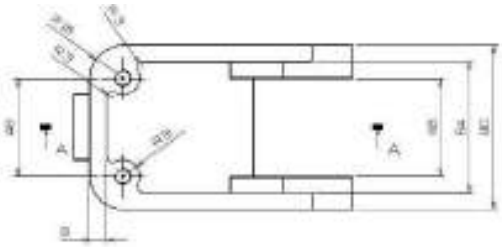
Задание:

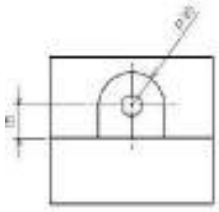
Вариант 1.

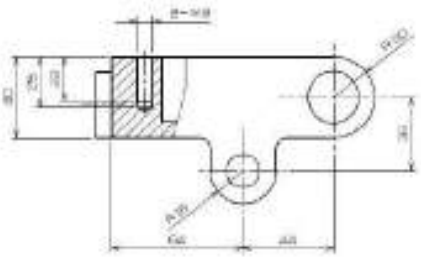


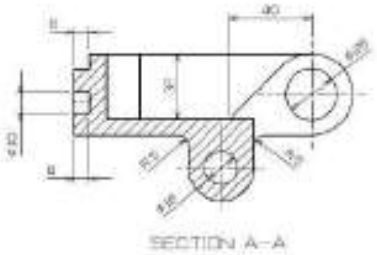


Вариант 2.

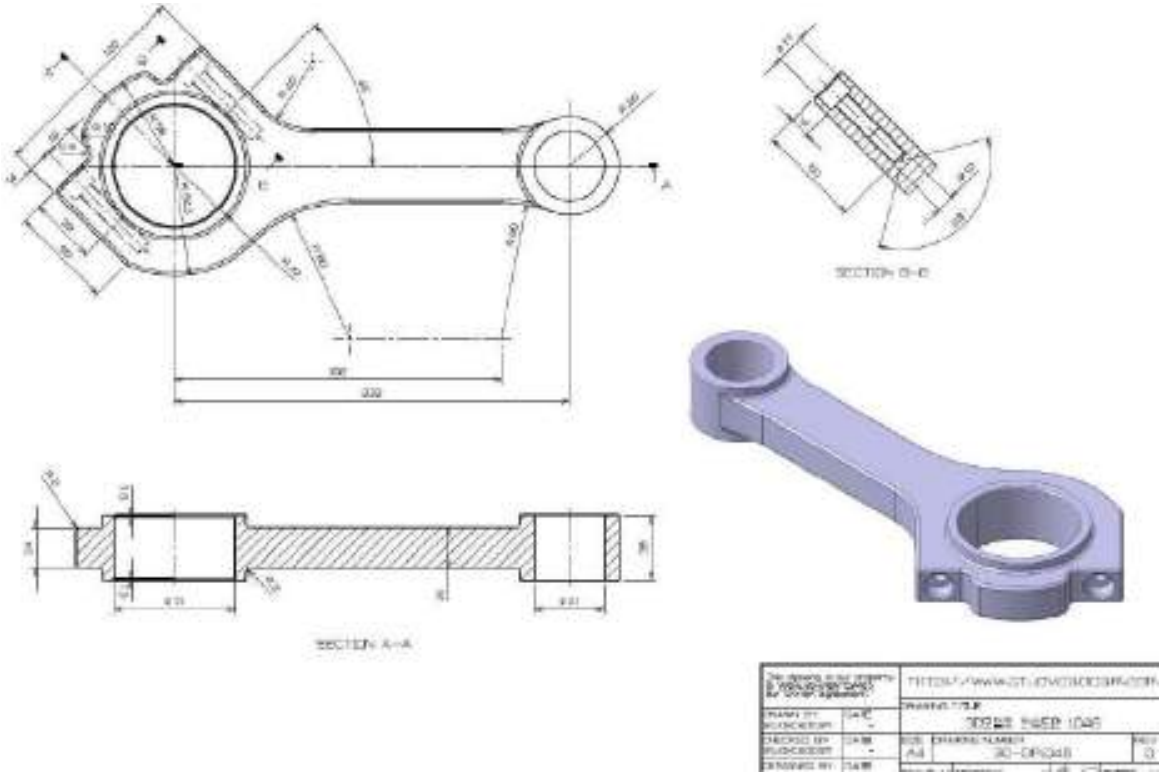




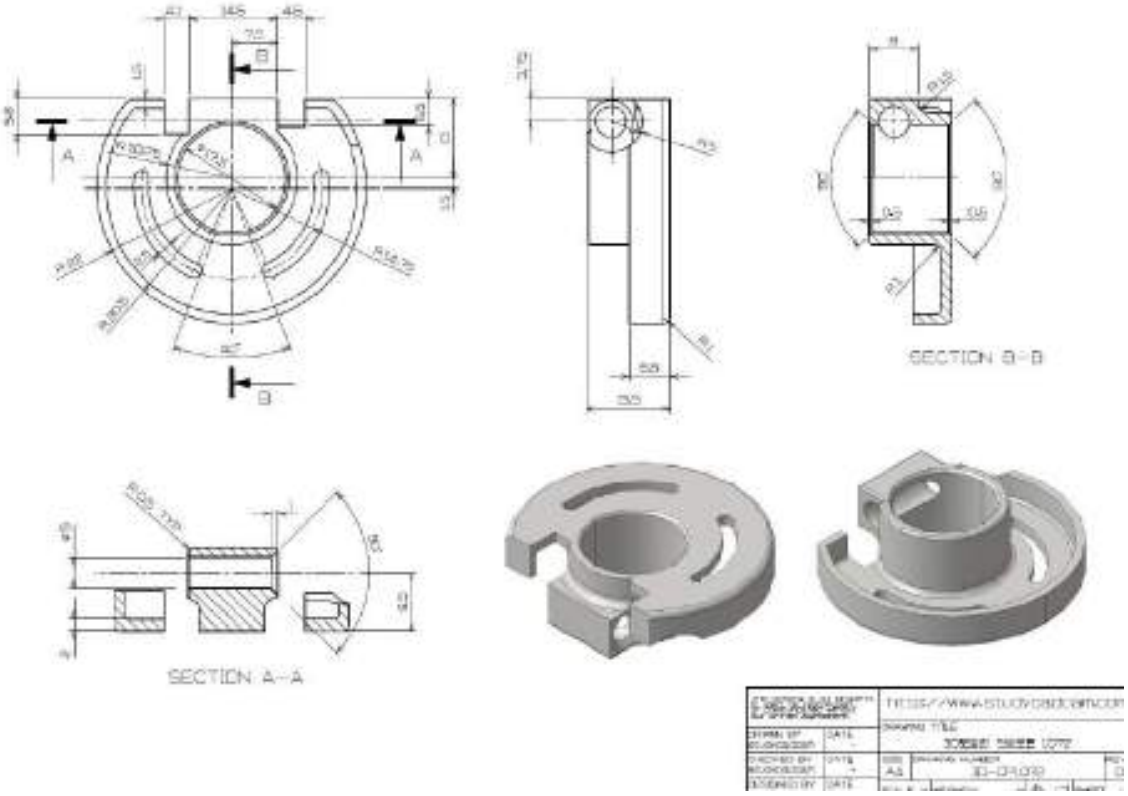




Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

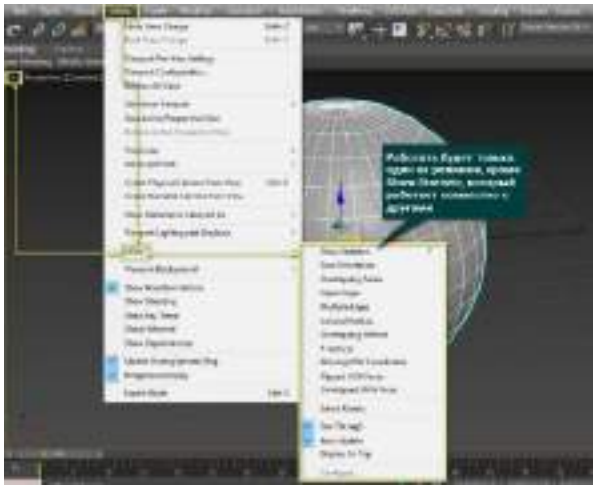
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 18.
Проверка модели в программном обеспечении на наличие дефектов

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться проверять модели на наличие дефектов с помощью xView в 3ds Max.

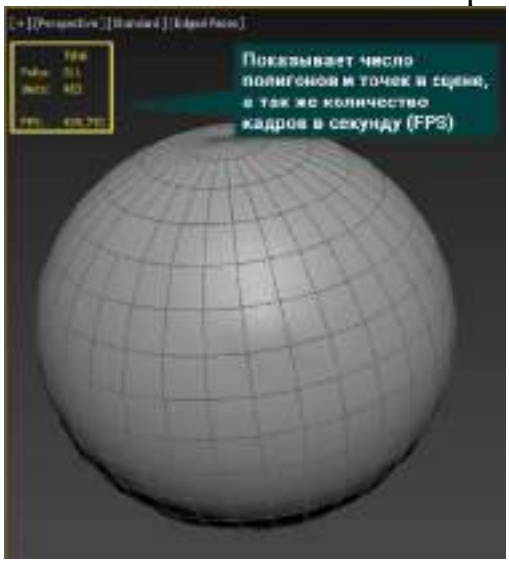
Ход работы

С помощью xView можно быстро и удобно проверить объект на корректность геометрии. Внутри данного инструмента можно найти список наиболее частых недочетов. Именно такие недочеты при проверке объекта будут подсвечиваться для быстрого исправления. Причем, для отображения ошибок не нужно находиться в режиме редактирования. Все будет подсвечиваться на уровне целого объекта. Правда, данный инструмент работает только с **Editable/Edit Poly** и **Editable/Edit Mesh**. Выбрать нужный режим инструмента можно в **Views – xView** или нажав на «+».



1. Show Statistics

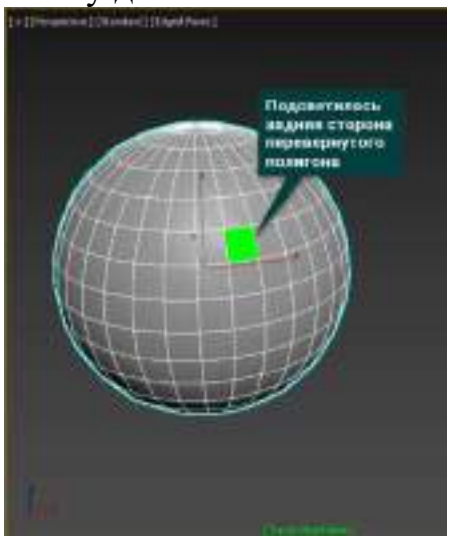
Включение отображения статистики сцены или отдельных (изолированных) объектов. Также включается горячей клавишей «7».



Узнать, как посмотреть число других подобъектов, и познакомиться с модификаторами, для которых важно отслеживать число полигонов, можно в статье «5 модификаторов, меняющие количество полигонов 3ds Max».

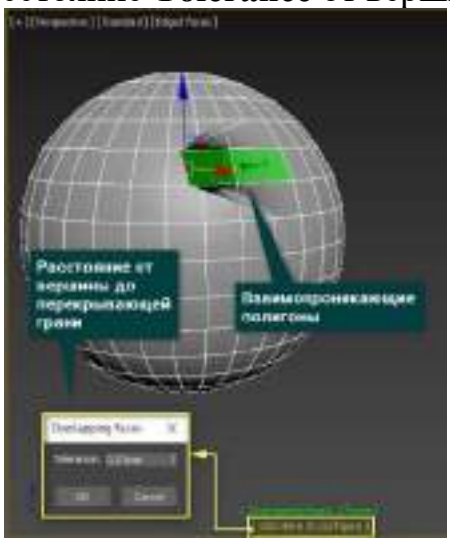
2. Face Orientation

В этом режиме подсвечиваются задние стороны фейсов **(Face**). Но подсветка будет видна только в том случае, если задняя сторона направлена в камеру. Поэтому для поиска такой ошибки придется повращать объект.



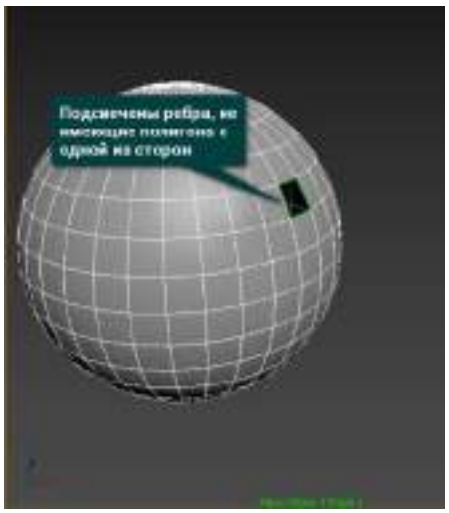
3. Overlapping Faces

Подсвечивание взаимопроникающих фейсов. Они считаются таковыми, если хотя бы одна вершина одной грани лежит в плоскости другой. Нажав **Click Here To Configurate**, можно установить считаемое расстояние **Tolerance** от вершины до плоскости перекрывающей грани.



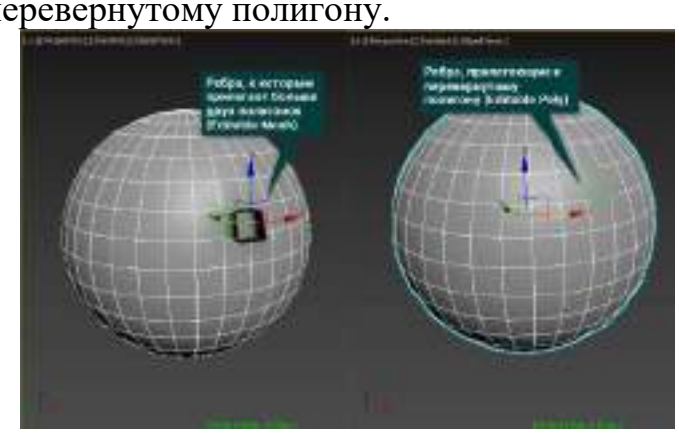
4. Open Edges

Подсвечивание ребер, которые не имеют полигона с одной из сторон. Так же можно сказать, что подсвечиваются края (**Border**). Причем подсветку видно даже если край не направлен в камеру.



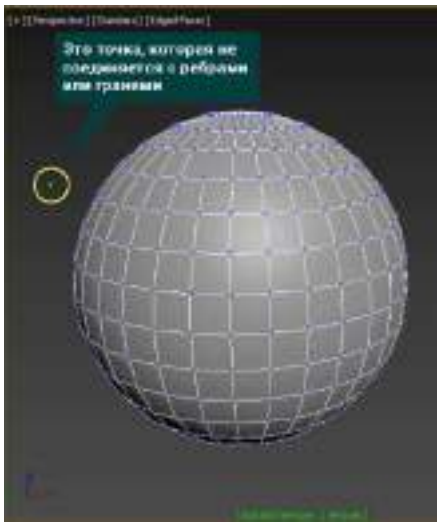
5. Multiple Edges

В зависимости от типа объекта подсвечивает разные подобъекты. В **Editable/Edit Mesh** подсвечиваются ребра, к которым прилегает больше двух полигонов. В **Editable/Edit Poly** подсвечиваются ребра, которые прилегают к перевернутому полигону.



6. Isolated Vertices

Подсветка точек **(Vertex**), которые не имеют соединения с ребрами или гранями.



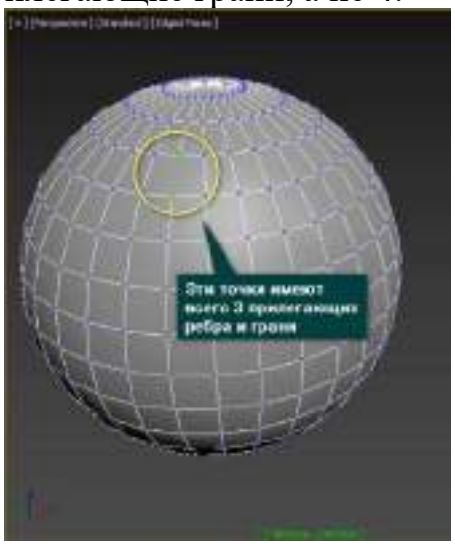
7. Overlapping Vertices

Показывает точки, перекрывающие друг друга. Точки могут считаться таковыми, если находятся в одинаковых или очень близких координатах.

Расстояние, которое будет помечать расположение как ошибку можно регулировать параметром **Tolerance**.

8. T-Vertices

Подсвечивание точек, которые имеют только **3** входящих ребра или прилегающие грани, а не 4.



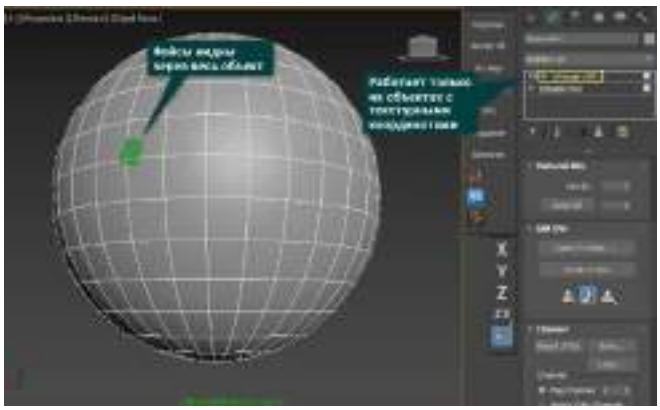
При этом, T-Vertex считаются и угловые точки примитива ***Box****. Это не является ошибкой, но программа их все равно отмечает.*

9. Missing UVW Coordinates

Выделение граней, у которых нет **UVW** координат. 3ds Max имеет встроенную защиту от таких ошибок, но она может возникнуть при импорте геометрии.

10. Flipped UVW Faces

Помечает координатные фейсы с перевернутой нормалью. Работает подобно **Face Orientation**, но только для объектов с текстурными координатами.



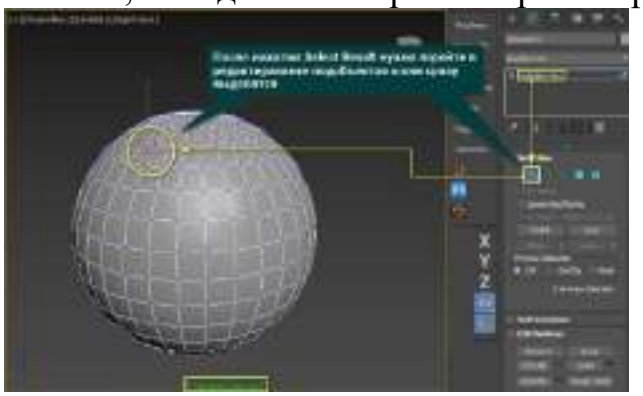
11. Overlapped UVW Faces

Подсвечивание фейсов, которые совпадают с другими фейсами на **UVW** координатах.

Геометрия объекта здесь не воспринимается.

12. Select Results

Автоматически выделяет подсвеченные подобъекты. Чтобы выделение стало активным, понадобится перейти в режим редактирования этих подобъектов.

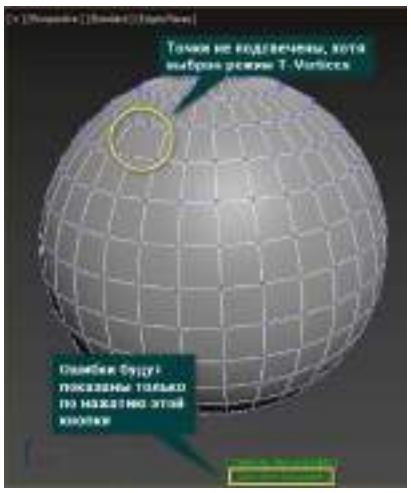


13. See-Through

Показывает подсветку подобъектов сквозь геометрию. Однако в случае **Face Orientation** это может не работать.

14. Auto Update

Автоматически обновляет отображение подсветки в случае изменения подобъектов. Если отключить этот режим, то подсветка будет отображаться и обновляться только по нажатию кнопки **Click Here To Update**.



15. Display on Top

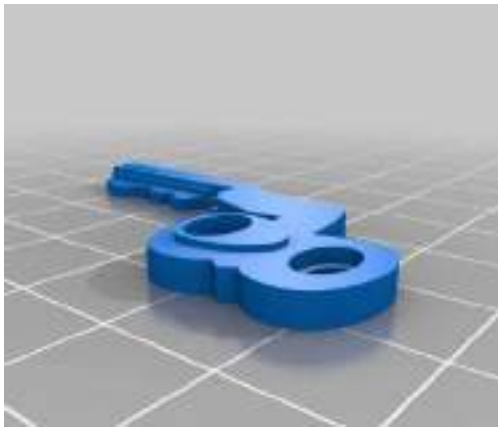
Перемещает текстовую панель в верхнюю часть рабочей области. Если эта функция отключена, то текст будет находиться внизу.

16. Configure

Открывает диалоговое окно настройки для режимов, где такое окно есть. Эту функцию обычно заменяет кнопка **Click Here To Configurate** на текстовой панели.

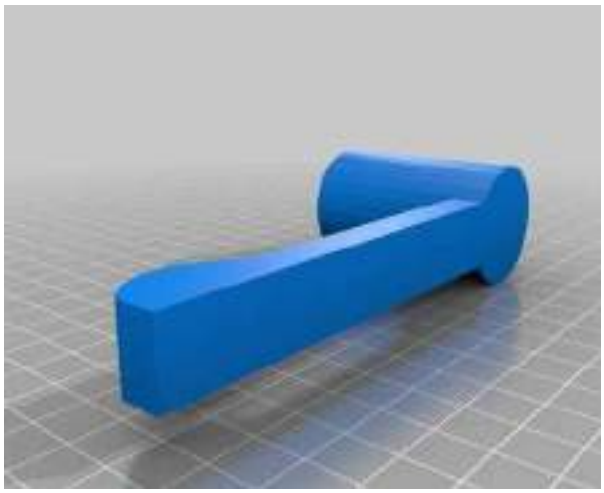
Задание:

Вариант 1

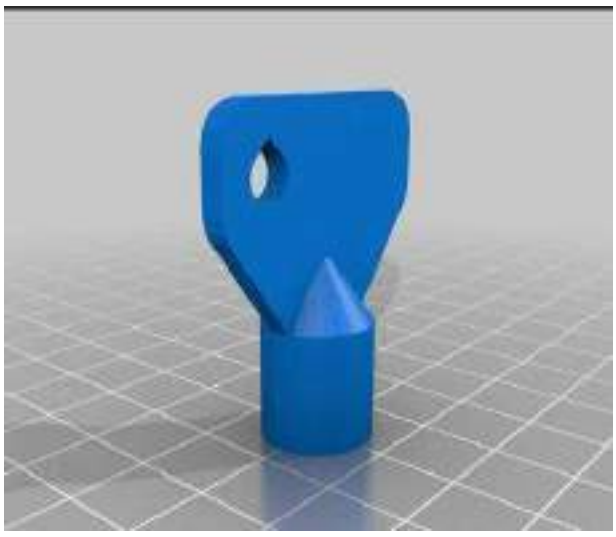


Вариант 2

Вариант 3



Вариант 4



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 19.
Подготовка модели к печати

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: научиться готовить модель к печати на 3D принтере

Ход работы.

Процесс подготовки можно разделить на 10 основных шагов.

10 этапов подготовки 3D модели к печати:

1. **Сетка**. Если модель состоит из множества деталей, то необходимо их преобразовать в один.

2. **Плоское основание модели**. На платформе принтера лучше держится модель, имеющая плоское основание. Если модель вдруг отклеиться в процессе печати, то может произойти смещение координат и нарушится геометрия основы 3д-модели. Если же создать плоскую основу нет возможности или плоскость основы имеет маленькие размеры, тогда модель печатает на рафте. Однако существует вероятность того, что рафт может испортить поверхность модели, в связи, с чем лучше его не использовать.

3. **Толщина стенок**. Стенки модели должны быть толще, чем сопло принтера, кроме того, стенки обязаны быть равны между собой. Если указать слишком маленькие размеры, то принтер не сможет их напечатать, т.е. толщина стенок должна быть соответствующейдиаметру сопла.

4. **Нависающие элементы**. Для печати любого нависающего элемента потребуется поддержка. Поэтому лучше свести количество нависающих элементов к минимуму. Это сократит время необходимое для печати и сократит потери расходного материала. Кроме того, поддержки могут испортить поверхность готовой модели, с которой соприкасаются. Допускается печать нависающего элемента, если угол наклона - меньше 70 градусов.

5. **Точность**. Механические возможности вашего принтера определяют многое, в том числе и точность по оси X и Y. Точность модели по оси Z напрямую зависит от высоты слоя. Высота должна быть кратна высоте слоя. Не стоит забывать, что при остывании материала он усаживается, что влечет изменение габаритов готового объекта. Диаметр отверстий в модели следует расширить на 0,1-0,2 мм.

6. **Мелкие детали**. Напечатать мелкие детали всегда сложно, поэтому лучше не делать их по размеру меньше, чем диаметр самого сопла. Лучше их увеличить в 2 раза относительно диаметра сопла, так как в результате постобработки мелкие детали могут исчезнуть вовсе или стать менее заметными.

7. **Узкие места**. Произвести обработку узких участков достаточно сложно, для этого потребуется специальное оборудование, микродрель или химические средства. Поэтому лучше совсем их не применять.

8. **Крупные модели**. При построении моделей крупных объектов необходимо учесть размеры печатающей области вашего принтера. Если объект

имеет слишком большие размеры, то лучше всего порезать его на части, при этом соединения лучше подготовить заранее, например, ласточкин хвост.

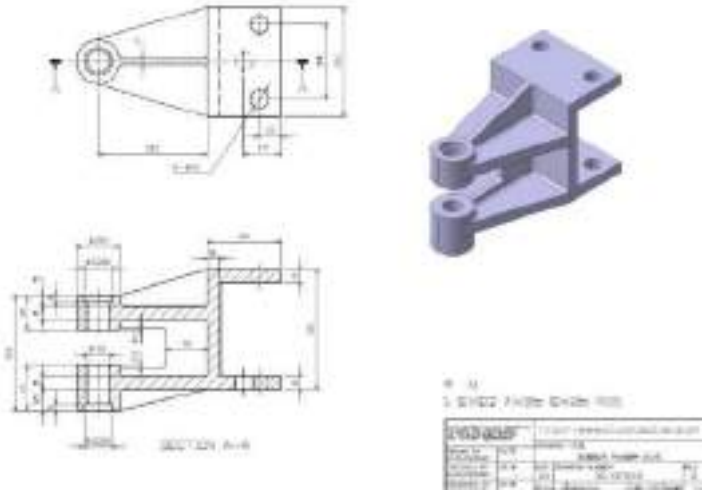
9. **Положение на платформе**. От расположения модели напрямую зависит прочность готового изделия. Нагрузку нужно распределить поперек слоев, а не вдоль. Иначе слои печати могут разойтись.

10. **Формат файла**. Как правило, слайсеры поддерживают лишь STL-формат, именно в этом формате лучше всего сохранять свою модель.

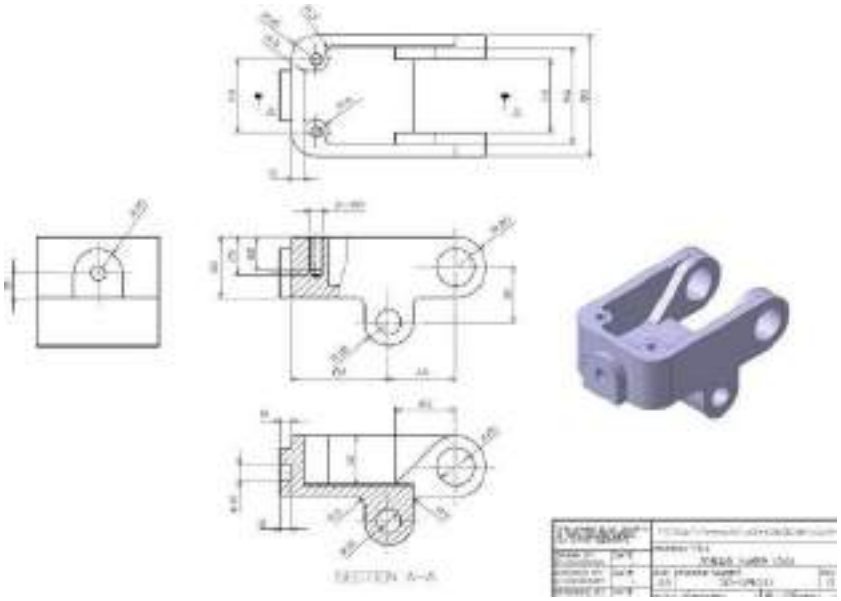
Соблюдая все приведенные правила, вы получите качественную, прочную и точную готовуюмодель изделия.

Задание:

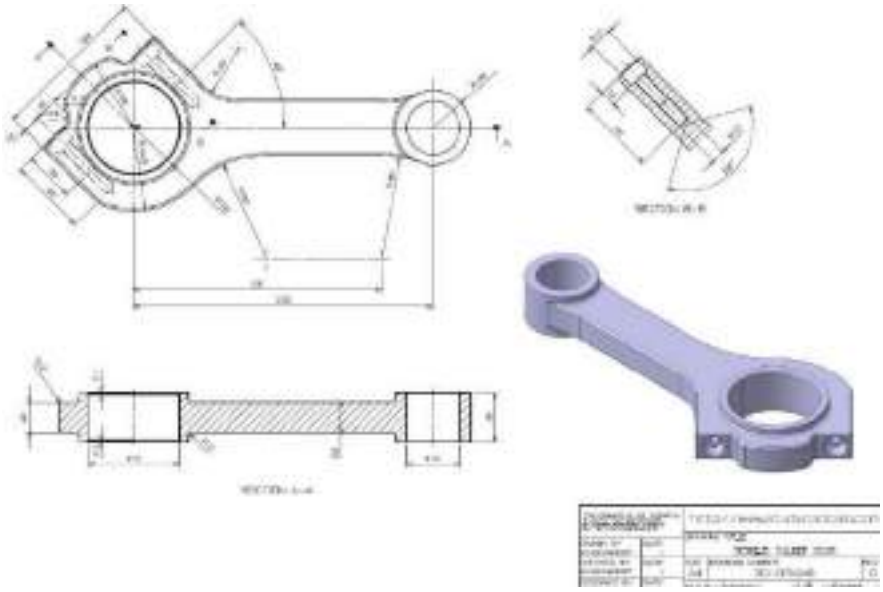
Вариант 1.



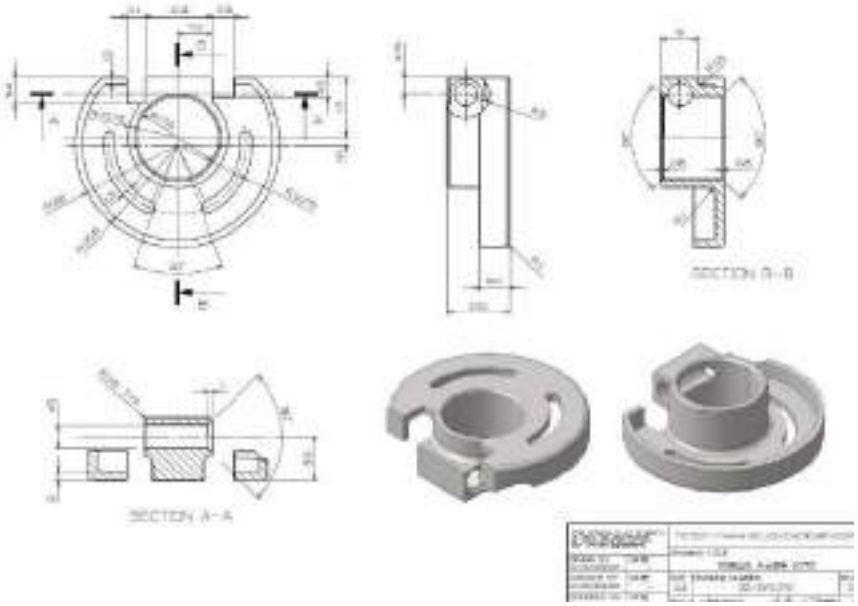
Вариант 2.



Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

Информационное обеспечение обучения

Основные печатные издания:

1. Аддитивные технологии в производстве изделий аэрокосмической техники : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. Л. Галиновский, Е. С. Голубев, Н. В. Коберник, А. С. Филимонов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 145 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-17883-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/545099.

2. Федоренко, В. Ф. Основы производства изделий с использованием аддитивных технологий в сельском хозяйстве : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Ф. Федоренко, И. Г. Голубев. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 137 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-21346-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/569764

Дополнительные источники

1. Рудской А. И. Материалы и оборудование для аддитивного производства : учебник /

А. И. Рудской, А. А. Попович. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 398 с..

2. Рудской А. И. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий: учебник / А. И. Рудской, А. А. Попович. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, *2024. – 257 с.*

Приложение 1.1. (02.03)
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

МДК 02.03 Техническое обслуживание аддитивных установок

«ПМ.02 ПОДГОТОВКА, ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ НА УЧАСТКАХ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

2025

Оглавление

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Применение пайки в электромонтажных работах 4

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. Определение качества паяльных швов при пайке с применением припоев и флюсов различных марок 8

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3. Ультразвуковая очистка образцов, контроль чистоты очистки 19

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4. Изучение устройства, принципа работы и алгоритмов построения трехмерных объектов с применением 3-d ручки 3dpen-2b.....27

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5. Изучение устройства и принципа работы настольного 3-d принтера makerbot replicator 2 34

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6. Изучение алгоритмов генерации управляющих программ для 3-d принтера makerbot replicator 2 с использованием программного обеспечения «makerbot desktop» 41

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7. Изучение устройства, принципа работы 3-d принтера projet 1200 и алгоритмов генерации управляющих программ с использованием программного обеспечения «geomagic print» 49

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8. Изучение устройства, принципа работы 3-d принтера objet30 pro и алгоритмов генерации управляющих программ с использованием программного обеспечения «objet studio» 60

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9. Изучение устройства, принципа работы 3-d принтера concept laser m2 cusing и алгоритмов генерации управляющих программ с использованием программного обеспечения materialise magics 71

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 10. Создание цифровых моделей трехмерных объектов на базе системы breuckmann opto-top he 84

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 11. Исследование формовки выводов электронных компонентов 101

(Время выполнения работы - 2 часа) 101

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 12. Исследование процесса сборки микромодулей с поверхностным монтажом 111

(Время выполнения работы - 2 часа) 111

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 13. Исследование процессов монтажа и демонтажа электронных компонентов на термовоздушной паяльной станции.....120

(Время выполнения работы - 2 часа) 120

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 14. Исследование процесса удаления загрязнений с поверхности твердых тел жидкими средами в ультразвуковом поле.....129

(Время выполнения работы - 3 часа) 129

Информационное обеспечение обучения 144

Пояснительная записка

Методические рекомендации по выполнению практических и лабораторных работ составлены в соответствии с программой по профессиональному модулю ПМ.02 «Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства» (МДК 02.03 Техническое обслуживание аддитивных установок) по профессии среднего профессионального образования 15.02.09 Аддитивные технологии

Выполнение практических и лабораторных работ по профессиональному модулю ПМ.02 «Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства» (МДК 02.03 Техническое обслуживание аддитивных установок) по профессии 15.02.09 Аддитивные технологии является результатом освоения ОПОП-П, соответствующим требованиям ФГОС СПО, а также отвечающим запросам организаций, действующих в реальном секторе экономики.

При выполнении практических и лабораторных работ основными задачами являются:

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2) выработка практических навыков самостоятельной работы;
3) подготовка обучающихся к будущей практической работе.

Целью выполняемых работ является получение умений и знаний, которые необходимы обучающемуся для овладения им соответствующего вида профессиональной деятельности.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1.
Применение пайки в электромонтажных работах

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель работы. Ознакомиться с технологией пайки оконцевателей и наконечников, гибких проводов.

Оборудование, материалы и инструменты:

1. Паяльники.
2. Подставки для паяльников
5. Набор припоев.
6. Набор флюсов (бура, канифоль, и др.)
7. 10%-ный раствор едкого натра.
8. Ацетон.
9. Бензин.
10. Кислота.
11. Вода.
12. Защитные очки.

Порядок выполнения работы.

1. Изучить устройство электропаяльника, технологию пайки проводов.
2. Выполнить пайку проводов.
3. Сдать на проверку преподавателю

Содержание работы и методика ее выполнения.

Пайка в электромонтажных работах обладает рядом преимуществ по сравнению со сваркой или склеиванием. При пайке в отличие от сварки соединяемые детали не нагреваются до высоких температур, не изменяется их структура, изделия не коробятся, применяемое оборудование доступнее и дешевле сварочного. Соединению пайкой поддаются любые металлы и сплавы. В отличие от склеенных паяные соединения не боятся ни жары, ни холода, пи влаги, обладают превосходной электропроводностью. Способов пайки известно много. Наиболее распространена пайка паяльником.

Для пайки проводов с медными жилами и электротехнических изделий из меди и ее сплавов пользуются оловянно-свинцовыми припоями ПОС-40, ПОС-50, ПОС-61, имеющими температуру плавления 180—300°С. Для растворения окисных пленок и предохранения металла от окисления применяют флюсы. Известны активные и бескислотные флюсы. Активные флюсы интенсивно растворяют пленки во время пайки, но способствуют окислению металлов в процессе эксплуатации. К активным (или кислотным) флюсам относятся хлористый цинк ZnCl2. 1 часть цинка и 5 частей 25%-ной соляной кислоты) и нашатырь.

4.1. Теоретическое введение

Паянием называют способ соединения друг с другом двух или нескольких металлических, или металлизованных деталей посредством связующего металла или сплава (припоя), температура плавления которого ниже температуры плавления спаиваемых частей.

К преимуществам пайки относятся: незначительный нагрев соединяющихся частей, что сохраняет структуру и механические свойства металла; сохранения размеров и форм детали; прочность соединения.

Процесс паяния заключается в следующем. В зазор между нагретыми соединяемыми металлами вводят жидкий расплавленный припой, который при охлаждении затвердевает и прочно соединяет спаиваемые части.

Способы удаления окисной пленки

Прочность паянного соединения зависит от взаимодействия основного металла с расплавом припоя. При пайке существенное значение имеют смачиваемость основного металла жидким припоем, их взаимная растворимость и диффузия. Поэтому соприкасающиеся поверхности перед спаиванием очищают от грязи, жира и окисной пленки. Чтобы удалить окисную пленку, образующуюся при паянии на металле, и создать необходимые условия для смачивания металла припоем, применяют специальные химические вещества, называемые флюсами, а также газовые среды и физико-механические способы.

Флюсовая пайка является наиболее распространенным процессом. Флюс не только удаляет окисную пленку, но и защищает металл от окисления.

Применяется несколько видов флюсов, различающиеся по составу и по своим кислотным свойствам.

Газовые среды применяют для защиты поверхности металла и припоя от окисления в процессе пайки. Обычно это инертные газы. Для удаления окисной пленки применяют активные газы - водород; и окись углерода.

При физико-механическом способе окисные пленки удаляются механическим воздействием и ультразвуком.

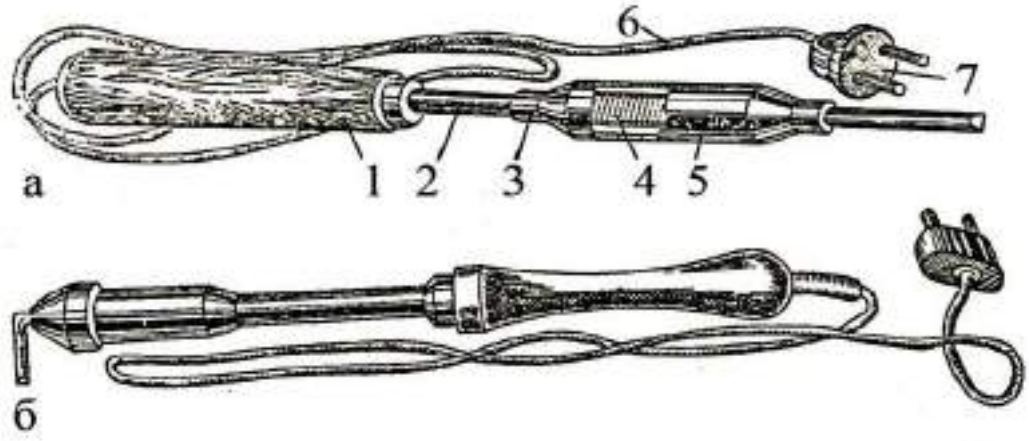


Рис. 1. Электрические паяльники, а – прямой, б – угловой1 – рукоятка, 2 – стальная трубка, 3 – хомуты, 4 – нагревательный элемент, 5 – накладные боковины, 6 – шнур, 7 – штепсельная вилка.

Паяльники бывают с периодическим нагревом, с непрерывным нагревом, ультразвуковые и абразивные.

В ультразвуковых паяльниках колебание ультразвуковой частоты используется для разрушения окисной пленки на поверхности паяемого металла. Это дает возможность осуществления бес флюсовой низкотемпературной пайки.

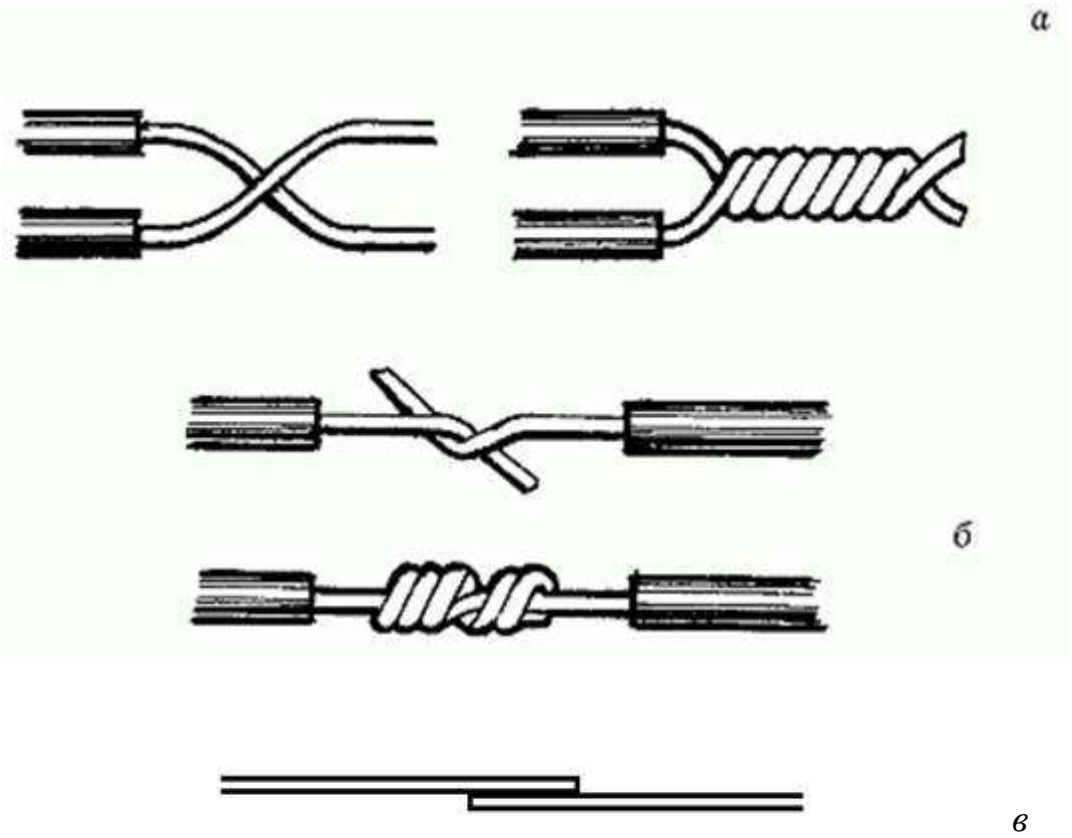


Рис. 2. Способы соединения проводов. а) Соединение вертикальной скруткой. б) Соединение скруткой. в) Соединение внахлест.

Оконцевание гибких проводов сечением до 2,5 мм2 выполняют без наконечников при помощи пайки. Для подсоединения к патронам, выключателям, розеткам шнуровых проводов их концы зачищают, скручивают петлей по шаблону (диаметр стержня-шаблона берут на 0,5 мм больше диаметра винта) и пропаивают.

В схемах вторичной коммутации и силовых цепях для увеличения механической прочности, повышения надежности электрического соединения оконцевание гибких проводов выполняют при помощи стандартных наконечников, припаиваемых к концам жил.

Работу необходимо выполнять в такой последовательности. С концов провода ножом или клещами КСИ-1 снять изоляцию. Место соединения провода и наконечника зачистить ножом и напильником до блеска. На провод поверх изоляции надеть две трубки ПХВ длиной 50 мм. Наконечники обжать плоскогубцами и опрессовать молотком. При этом не следует скручивать между собой отдельные проволочки жилы. Выступающие за трубку наконечника проволочки жилы обрезать ножом, оставив 3—5 мм для пайки. Нагреть паяльник до температуры 300—350°С в форсированном режиме (2—3 мин.). Конец паяльника нужно очистить от окалины ножом или припоя по наконечнику и зафиксировать изделие в неподвижном положении до охлаждения. Высококачественная пайка имеет однородную структуру и ровный монолитный шов. После застывания припоя на горячие наконечники напрессовать полихлорвиниловые трубки. Брак при пайке бывает, если паяльник не прогрет. Недостаточный нагрев затрудняет плавление припоя, и получается плохое качество соединения. При этом плавится лишь внешний слой припоя, образуются заметные неровности шва, изделие не спаяно, а «приморожено», соединение непрочное. Работа необлуженным паяльником не обеспечивает смачивания изделия, расплавленным припоем. Не зачищенные детали не обуживаются.

Перегрев паяльника и детали ведет к быстрому окислению жала, поверхности изделия, припоя и затрудняет пайку. Качество работы определяют по внешнему виду шва. Сомнительные паяные соединения подвергают переделке.

Работу следует оценивать по пятибалльной системе.

Содержание отчета.

- Нарисовать изготовленные в лаборатории провода.

- К отчету приложить готовые изделия -5 проводников, пригодных для использования в практических работах.

Контрольные вопросы.

1. Каковы преимущества и недостатки пайки перед сварными и клееными соединениями?
2. Каково назначение флюсов при пайке?

3. Почему при контактной пайке используют припои, содержащие олово и свинец, а не чистые металлы?

4. Как расшифровать марку припоя ПОС-40?

5. Как залудить паяльник?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2.
Определение качества паяльных швов при пайке с применением припоев и флюсов различных марок

(Время выполнения работы - 3 часа)

Цель работы: применение полученных теоретических знаний на практике. Соблюдение правил техники безопасности при пайке электрическим паяльником.

Уметь производить процесс пайки.

Выполнение практической работы

1. Ознакомится с теоретической частью. Подготовка к практической работе (вид внеаудиторной (самостоятельной) работы). Студент готовиться заранее.
2. Ознакомится правилом техники безопасности при пайке электрическим паяльником.

Техника безопасности

Как и любой другой инструмент, паяльник предъявляет к пользователю ряд требований.

1. Следите за тем, чтобы нагретая часть паяльника не прикасалась в ходе пайки к электрическому проводу. Жало обладает очень высокой температурой, поэтому изоляция будет повреждена в считанные мгновения. Дальше последует короткое замыкание.
2. Перед началом работы проверьте целостность проводки и штепсельной вилки. Повреждения могут привести к тому, что ток замкнет непосредственно на вас.
3. При работе с горячим паяльником необходимо использовать подставку. Ее обычно изготавливают из деревянного бруска и металлических держателей. Так вы сможете безопасно расположить инструмент и не бояться, что он упадет на горючие материалы.
4. Как канифоль, так и сам припой при плавлении выделяют большое количество вредных веществ. Работать в респираторе вас никто не принуждает, но проветривать помещение после каждой пайки просто жизненно необходимо. Через каждые 30 минут делайте небольшие перерывы со сквозным проветриванием помещения и не забудьте при этом отключать паяльник.
5. Держите паяльник только за ручку.
3. Подготовка паяльника к работе
4. Подготовка деталей к пайке.
5. Пайка проводов, и деталей к микросхемам.
6. Определить качество паяных швов.

7. Сделать выводы.
8. Оформить отчет.
9. Ответить на контрольные вопросы.
2. Ответить на вопросы:
1. Припои обладают свойствами
2. Марке припоя ПОСК соответствует припой, состоящий из...
3. Марке припоя ПСр-70 соответствует припой, содержащий 70%...
4. Процесс пайки затрудняется, если поверхности соединяемых деталей.

Контрольные вопросы.

1. Дайте определение, что такое припои их назначение.

Ответ:

2. Дайте определение, что такое флюсы их назначение.

Ответ:

3. Чем отличаются друг от друга легкоплавкие и тугоплавкие припои.

Ответ:

4. От чего зависит качество паяных швов.

Ответ:

5. Какой маркой припоя пользуемся при пайке в быту.

Ответ:

6. Какой маркой флюса пользуемся при пайке в быту.

Ответ:

Теоретическая часть.

Припой — это легкоплавкий сплав металлов, предназначенный для соединения проводов, выводов, деталей и узлов пайкой. Припои обозначают тремя буквами — ПОС (припой оловянно-свинцовый), за которыми идет двузначное число, показывающее содержимое олова в процентах, например ПОС-40, ПОС-60.

Флюсы для пайки

Для чего при пайке нужен флюс? Во время пайки температура соединяемых деталей значительно повышается. При этом скорость окисления металлических поверхностей возрастает. В итоге припой хуже смачивает соединяемые детали. Поэтому необходимо использовать вспомогательные вещества, флюсы.

Что такое флюс? Флюс — это вспомогательный материал, который призван во время пайки удалять оксидную пленку с деталей, подвергаемых пайке, и обеспечивать хорошее смачивание поверхности детали жидким припоем. Без флюса припой может не прикрепиться к поверхности металла. Назначение флюсов: надежно защищают поверхность металла и припоя от окисления, улучшают условия смачивания металлической поверхности расплавленным припоем.

Действие флюса зависит от его состава, имеемые флюсы: или растворяют окисные пленки на поверхности металла (а иногда и сам металл), или предохраняют металл от окисления при нагреве. Таким образом, флюс образует

защитную пленку над местом пайки.

Пайка паяльником

Пайка паяльником относится к наиболее распространенным и простым способам пайки, однако она имеет два существенных ограничения. Во- первых, паяльником можно паять только низкоплавкими (мягкими) припоями, а во-вторых, им нельзя (или, во всяком случае, затруднительно) паять массивные детали с большим теплоотводом - из-за невозможности прогреть их до температуры плавления припоя. Последнее ограничение преодолевают, подогревая паяемую деталь внешним источником тепла - газовой горелкой, электрической или газовой плитой или каким-то иным способом, - но это усложняет процесс пайки.

Перед тем как паять паяльником, нужно обзавестись всем необходимым. К основным инструментам и материалам, без которых пайка невозможна, относится сам паяльник, припой и флюс.

Паяльники

В зависимости от способа нагрева паяльники бывают "обычными" - электрическими (со спиральным или керамическим нагревателем) при выполнении пайки мы в практической работе будем пользоваться им

Основным параметром, по которому подбирается паяльник, является его мощность, определяющая величину теплового потока, передающегося к паяемым деталям. Для пайки электронных компонентов используются приборы мощностью до 40 Вт. Тонкостенные детали (с толщиной стенки до 1 мм) требуют мощности 80-100 Вт.

Электрические паяльники

Для деталей с толщиной стенки 2 мм и более понадобятся паяльники мощностью выше 100 Вт. Такими являются, в частности, молотковые электрические паяльники, потребляющие до 250 Вт и выше. К самым энергоемким паяльникам относится, например, молотковый паяльник Ersa Hammer 550 мощностью 550 Вт. Он способен нагреваться до температуры 600°С и

предназначен для паяния особо массивных деталей - радиаторов, деталей машин. Но у него неадекватная цена

Припои

При пайке электрическими паяльниками применяются низкотемпературные оловянно-свинцовые (ПОС-30, ПОС-40, ПОС-61), оловянно-серебряные (ПСр-2, ПСр-2.5) или иные припои и чистое олово. К недостаткам припоев, содержащих свинец, относится вредность последнего, к достоинствам - лучшее качество пайки, чем у бессвинцовых припоев. Для паяния пищевой посуды применяется чистое олово.

Припой ПОС-61

Флюсы

Принято считать, что хорошо паяются олово, серебро, золото, медь, латунь, бронза, свинец, нейзильбер. Удовлетворительно - углеродистые и низколегированные стали, никель, цинк. Плохо - алюминий, высоколегированные и нержавеющие стали, алюминиевая бронза, чугун, хром, титан, магний. Однако, не оспаривая этих данных, можно утверждать - нет плохо паяемого металла, есть плохая подготовка детали, неправильно подобранный флюс и неверный температурный режим.

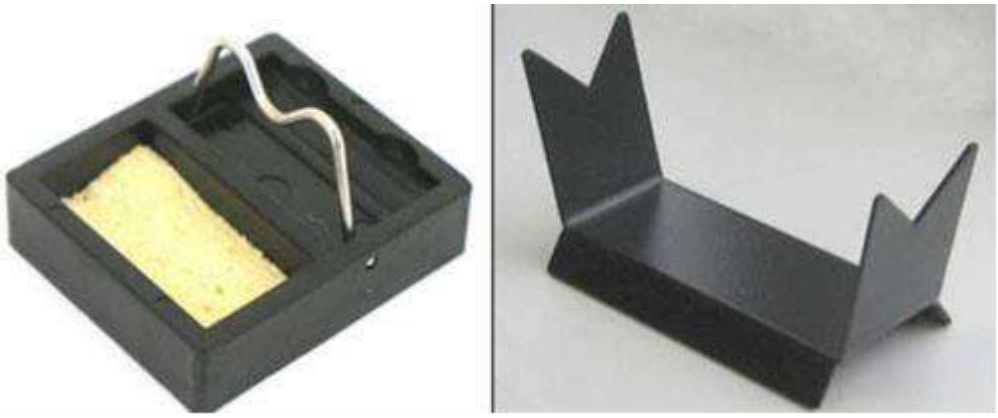
Подобрать при пайке нужный флюс - значит решить главную проблему пайки. Мы будем использовать флюсы на основе конифоля. Именно качество флюса определяет в первую очередь паяемость того или иного металла, легкость или трудность самого процесса пайки и прочность соединения. Флюс должны соответствовать материалу паяемых изделий - своей способностью разрушать его окисную пленку.

Эффективными флюсами для пайки стали являются водный раствор хлористого цинка, паяльные кислоты на его основе, флюс ЛТИ-120. Можно использовать и другие, более сильные флюсы, которых на рынке предостаточно.

Вспомогательные материалы и приспособления

Без некоторых приспособлений и материалов, используемых при пайке, можно обойтись, но их наличие делает работу значительно удобнее и комфортнее.

Подставка для паяльника служит для того, чтобы нагретый паяльник не касался стола или других предметов. Если она не идет в комплекте с паяльником, ее приобретают отдельно или делают самостоятельно. Простейшую подставку можно изготовить из тонкого листа жести, вырезав в нем пазы для укладки инструмента.



Подставки для паяльника

Влажной вискозной или поролоновой губкой, уложенной в гнездо для предотвращения выпадения, гораздо удобней очищать кончик паяльника, чем обычной тряпочкой. Для этих же целей может служить и латунная стружка.

Удалять излишки припоя с поверхности деталей можно с помощью специального отсоса или оплетки. Первый внешним видом и конструкцией напоминает шприц, оснащенный пружиной. Перед использованием его нужно взвести, утопив головку штока. Поднеся носик к расплавленному припою, пружину спускают, надавив на кнопку спуска. В результате излишек припоя втягивается внутрь съемной головки.

Подставка для паяльника с полостью для металлической стружки

Держатель для пайки "Третья рука"

Паяемые детали нагреваются до высокой температуры, прикоснувшись к ним можно обжечься. Поэтому желательно иметь различные зажимные устройства, позволяющие манипулировать нагретыми деталями плоскогубцы, пинцеты, зажимы.

Подготовка паяльника к работе

При первом включении паяльника в сеть он может начать дымить. Ничего страшного в этом нет, просто выгорают масла, использованные для консервации паяльника. Нужно просто проветрить помещение.

Рис. Держатель для пайки

Перед использованием паяльника нужно подготовить его наконечник. Подготовка зависит от его исходного вида. Если наконечник выполнен из непокрытой меди, его кончик можно отковать в виде отвертки, это уплотнит медь и придаст ей повышенную устойчивость от износа. Можно и просто заточить на наждаке или напильником, придав ему необходимую форму - в виде острого или усеченного конуса с различным углом, четырехгранной пирамиды, углового скоса с одной стороны. Для предохранения меди от окисления используются металлические покрытия из никеля. Если паяльник имеет такое покрытие, то ковать и затачивать его нельзя во избежание повреждения покрывающего слоя.

Существует унифицированный ряд форм наконечников, но можно, разумеется, использовать любую форму, подходящую для конкретной

Наконечники (жала) для паяльника

Подготовка деталей к пайке

Прежде всего, это очистка детали от загрязнений и обезжиривание. Здесь нет никаких особых тонкостей - нужно с помощью растворителей (бензина, ацетона или прочих) очистить деталь от масел, жиров, грязи. Если имеется ржавчина, ее нужно удалить любым подходящим механическим способом - с помощью наждачного круга, проволочной щетки или наждачной бумаги. В случае высоколегированных и нержавеющих сталей желательно обработать соединяемые кромки абразивным инструментом, поскольку окисная пленка этих металлов особенна прочна.

Температура пайки

Температура нагрева паяльника - важнейший параметр, от температуры зависит качество пайки. Недостаточная температура проявляет себя тем, что припой не растекается по поверхности изделия, а ложится комком, несмотря на подготовку поверхности флюсом. Но даже если пайка внешне и получилась (припой расплавился и растекся по стыку), паяное соединение получается рыхлым, матовым по цвету, имеет низкую механическую прочность.

Температура пайки (температура паяемых деталей) должна на 40-80°С превосходить температуру плавления припоя, а температура нагрева наконечника - на 20-40°С температуру пайки. Последнее требование обуславливается тем, что при соприкосновении с паяемыми деталями температура паяльника будет снижаться из-за отвода тепла. Таким образом, температура нагрева наконечника должна превосходить температуру плавления припоя на 60-120°С. Если используется паяльная станция, то необходимая температура просто

устанавливается регулятором. При использовании паяльника без регулирования температуры, оценивать ее фактическое значение, при использовании в качестве флюса канифоли, можно по поведению канифоли при прикосновении паяльника. Она должна вскипать и обильно выделять пар, но не сгорать мгновенно, а оставаться на наконечнике в виде кипящих капель.

Перегрев паяльника также вреден, он вызывает сгорание и обугливание флюса до момента активации им поверхности спая. О перегреве свидетельствует темная пленка окислов, возникающая на припое, находящемся на кончике паяльника, а также то, что он не удерживается на "жале", стекая с него.

Техника пайки паяльником

Существует два основных способа пайки паяльником:

- Подача (слив) припоя на паяемые детали с кончика паяльника.
- Подача припоя непосредственно на паяемые детали (на площадку).

При любом способе необходимо прежде подготовить детали к пайке, установить и закрепить их в исходном положении, разогреть паяльник и смочить место спая флюсом. Дальнейшие действия отличаются в зависимости от того, какой способ используется.

При подаче припоя с паяльника, на нем расплавляют некоторое количество припоя (чтобы удерживалось на кончике) и прижимают "жало" к паяемым деталям. При этом флюс начнет вскипать и испаряться, а расплавленный припой переходит с паяльник на спай. Движением наконечника вдоль будущего шва обеспечивают распределение припоя по стыку.

Нанесение припоя на жало паяльника

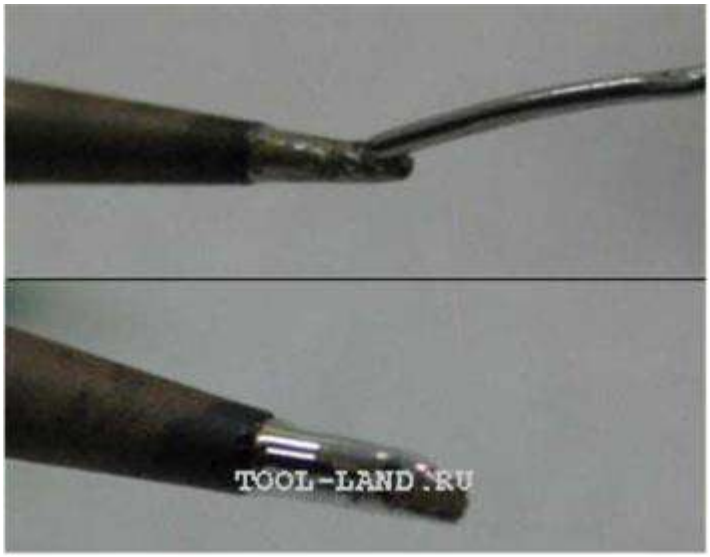
Припоя на желе может быть достаточно если жало просто приобрело металлический блеск. Если форма жала заметно изменилась, значит припоя слишком много.

При подаче припоя непосредственно на спай, паяльником вначале разогревают детали до температуры пайки, а затем подают припой на деталь или в стык между паяльником и деталью. Расплавляясь, припой будет заполнять стык между паяемыми деталями. Выбирать, как именно паять паяльником - первым или вторым способом - следует в зависимости от характера выполняемой работы. Для мелких деталей лучше подходит первый способ, для крупных - второй.

К основным требованиям качественной пайки относятся:

- хороший прогрев паяльника и паяемых деталей;
- достаточное количество флюса; ввод нужного количества припоя - ровно

столько, сколько требуется, но не больше.



На паяльник нанесено слишком много припоя

Вот несколько советов о том, как правильно паять паяльником.

Если припой не течет, а размазывается, значит температура деталей не достигла нужных значений, нужно увеличить температуру нагрева паяльника либо взять прибор помощнее.

Не нужно вносить слишком много припоя. Качественная пайка предполагает наличие в спае минимально достаточного количества материала, при котором шов получается слегка вогнутым. Если припоя оказалось слишком много, не нужно стараться его куда-то пристроить на стыке, лучше удалить отсосом или оплеткой.

О качестве спая говорит его цвет. Высокое качество - спай имеет яркий блеск. Недостаточная температура делает структуру спая зернистой, губчатой - это однозначный брак. Пережженный припой выглядит матовым и имеет пониженную прочность, что в некоторых случаях может быть вполне допустимо.

При использовании активных (кислотных) флюсов нужно обязательно смывать после пайки их остатки - каким-нибудь моющим средством или обычным щелочным мылом. В противном случае нельзя дать гарантии, что через некоторое время соединение не будет разрушено коррозией от оставшихся кислот.

Лужение

Лужение - покрытие поверхности металла тонким слоем припоя - может быть как самостоятельной, конечной операцией, так и промежуточным, подготовительным этапом пайки. Когда это подготовительный этап, успешное лужение детали в большинстве случаев означает, что самая трудная часть паяльной работы (соединение припоя с металлом) сделана, припаять облуженные детали друг к другу обычно уже не составляет особого труда.

Лужение проводов. Лужение кончиков электропроводов - одна из самых частых операций. Ее осуществляют перед припайкой проводов к контактам, спаиванием между собой или для обеспечения лучшего контакта с клеммами при подсоединении с помощью болтов. Из облуженного многожильного провода удобно сделать колечко, обеспечивающее удобство при креплении к клемме и хороший контакт.

Провода могут быть одножильными и многожильными, медными и алюминиевыми, покрытыми лаком или нет, чистыми новыми или закисленными старыми. В зависимости от этих особенностей и различается их облуживание.

Проще всего лудить одножильный медный провод. Если он новый, то не покрыт окислами и лудится даже без зачистки, нужно просто нанести на поверхность провода флюс, нанести на нагретый паяльник припой и поводить.

Нанесение флюса

Лужение провода

Если же проводник не хочет лудиться - из-за наличия лака (эмали) - помогает обычный аспирин. Знание о том, как паять паяльником с помощью таблетки аспирина (ацетилсалициловая кислота) в некоторых случаях может оказаться очень полезным. Нужно положить ее на дощечку, прижать к ней проводник и прогреть его в течение нескольких секунд паяльником. При этом

таблетка начинает плавиться, и образующаяся кислота разрушает лак. После этого провод обычно лудится легко.

Если нет аспирина, убрать с поверхности проводника мешающий лужению лак помогает и хлорвиниловая изоляция от электропроводов, которая при нагревании выделяет вещества, разрушающие лаковое покрытие. Нужно прижать паяльником проводок к кусочку изоляции и несколько раз протащить его между изоляцией и паяльником. После чего облудить провод в обычном порядке. При зачистке от лака при помощи наждачной бумаги или ножа нередки надрезы и обрывы тонких жил провода. При зачистке путём обжига, провод может потерять прочность и легко сломаться.

Следует учитывать, что расплавленный полихлорвинил и аспирин выделяют в воздух вредные для здоровья вещества.

Ещё, для покрытых лаком (эмалью) проводов можно приобрести специальный флюс, удаляющий лак.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3.
Ультразвуковая очистка образцов, контроль чистоты очистки

(Время выполнения работы - 3 часа)

Цель работы: Изучение физико-химических принципов отчистки поверхностей.

Задание по работе

1. Провести ультразвуковую (УЗ) отчистку образцов и оценить качество очистки.
2. Сравнить методику УЗ отчистки с прочими методами отчистки образцов.
3. Проанализировать результаты работы, сформулировать краткие выводы по работе, оформить отчет и представить его к защите.

Теоретическая часть

Ультразвуковая очистка позволяет быстро и качественно обработать самые различные детали, удалить самые прочные загрязнения, заменить дорогостоящие и небезопасные растворители и механизировать процесс очистки.

При сообщении жидкости ультразвуковых колебаний в ней возникают переменные давления, изменяющиеся с частотой возбуждающего поля. Наличие в жидкости растворенных газов приводит к тому, чтоб во время отрицательного

полупериода колебаний, когда на жидкость действует растягивающее напряжение, в этой жидкости образуются и увеличиваются разрывы в виде газовых пузырьков. В эти пузырьки могут всасываться загрязнения из микротрещин и микропор материала рис.1. Под действием сжимающих напряжений во время положительного полупериода давлений, пузырьки захлопываются. К моменту захлопывания пузырьков на них действует давление жидкости, достигающее нескольких тысяч атмосфер, поэтому захлопывание пузырька сопровождается образованием мощной ударной волны. Такой процесс образования и захлопывания пузырьков в жидкости называется **кавитацией**. Обычно кавитация возникает на поверхности детали. Ударная волна измельчает загрязнения и перемещает их в моющий раствор рис.2.

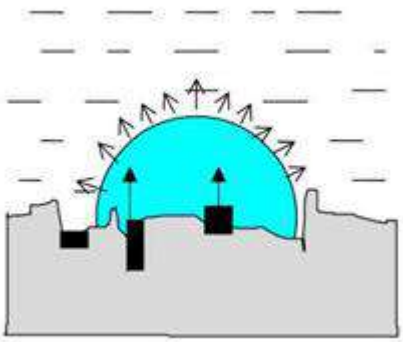


Рис. 1. Схема всасывания загрязнений из микротрещин поверхности в растущий газовый пузырек

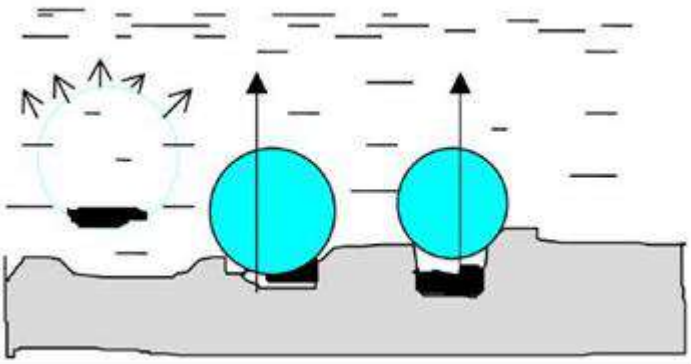


Рис. 2. Ультразвуковая очистка

Ультразвуковая волна в жидкости характеризуется звуковым давлением Рзв. и интенсивностью колебаний I. Звуковое давление определяют по формуле:

$$P_{зв} = \rho \cdot C \cdot \omega \cdot \varphi \cdot cos(\omega \cdot t - k_x) = p_m \cdot cos(\omega \cdot t - k_x)$$

$$I = \frac{P_m^2}{2\rho C}$$

где: $p_m = \rho C \omega \varphi$ - амплитуда звукового давления,
ρC - волновое сопротивление,
φ- амплитуда колебаний,
ω - частота.

С повышением звукового давления до оптимальной величины возрастает число газовых пузырьков жидкости, соответственно увеличивается объем кавитационной области. В ультразвуковых установках для очистки звуковое давление на границе “излучатель-жидкость” лежит в пределах 0,2 ^0,14 Мпа.

Под интенсивностью ультразвуковых колебаний на практике принимают мощность, приходящуюся на единицу площади излучателя:

1,5÷3 Вт/см^2 - водные растворы,
0,5÷1 Вт/см^2 - органические растворы.

Квитационное разрушение достигает максимума тогда, когда время захлопывания пузырьков равно полупериоду колебаний. На образование и рост кавитационных пузырьков влияют вязкость жидкости, частота колебаний, статическое давление и температура. Кавитационный пузырек может образоваться, если его радиус меньше некоторого критического радиуса, соответствующего определенному гидростатическому давлению.

Частота ультразвуковых колебаний лежит в пределах от 16 кГц до 44 кГц.

Если частота колебаний низкая, то образуются более крупные пузырьки с малой амплитудой пульсации. Часть из них просто всплывает на поверхность жидкости. Ультразвук низкой частоты хуже распространяется из-за поглощения, поэтому качественный процесс очистки идет в области, близкой к источнику. При низкой частоте недостаточно хорошо очищаются микротрещины, размеры которых меньше длины волны ультразвука.

Повышение частоты колебаний приводит к уменьшению размеров газовых пузырьков и следовательно, к уменьшению интенсивности ударных волн при одной и той же мощности установки. Для запуска кавитационного процесса с увеличенной частотой требуется большая интенсивность колебаний. Рост частоты ультразвуковой установки очистки приводит обычно к понижению КПД установки. Тем не менее, повышение частоты ультразвука имеет ряд положительных сторон:

Очистка осуществляется гидропотоками при значительно меньшей вибрации детали;

Плотность ультразвуковой энергии увеличивается пропорционально квадрату частоты, что позволяет вводить в раствор большие интенсивности или при постоянной интенсивности уменьшать амплитуду колебаний;

С увеличением частоты увеличивается величина поглощаемой энергии ультразвука.

Вследствие поглощения энергии более высокой плотности частицы масел, жиров, флюсов и т.п. загрязнений поверхности детали нагреваясь, становятся более

жидкотекучими и легко растворяются в очищающей жидкости. Вода (как основа моющего раствора) при этом не нагревается;

С увеличением частоты уменьшается длина волны, что способствует более тщательной очистке мелких отверстий;

При колебаниях ультразвука достаточно высокой частоты (40 кГц) ультразвуковая волна распространяется с меньшим поглощением и действует эффективно даже на большом расстоянии от источника;

Значительно уменьшаются габариты и масса ультразвуковых генераторов и преобразователей;

Уменьшается опасность эрозионного разрушения поверхности очищаемой детали.

Вязкость жидкости при ультразвуковой очистке влияет на потери энергии и ударное давление. Увеличение вязкости жидкости повышает потери на вязкое трение, однако время захлопывания пузырька при этом сокращается, следовательно, увеличивается сила ударной волны.

Температура оказывает неоднозначное влияние на процесс ультразвуковой очистки. Повышение температуры активизирует моющую среду, повышает ее растворяющую способность. Но при этом уменьшается вязкость раствора и увеличивается давление парогазовой смеси, что значительно снижает устойчивость кавитационного процесса.

Таким образом, технологическая задача заключается в оптимизации температуры (вязкости) раствора в зависимости от характера и вида загрязнений. Для очистки деталей от химически активных загрязнений следует повышать температуру, а для удаления плохо растворимых загрязнений нужно выбирать такую температуру, которая создает условия оптимальной кавитационной эрозии.

Рекомендуемые температуры:

Щелочные растворы 40^60 ° С,

Трихлорэтан 38^40° С,

Водные эмульсии 2137 °С.

Кроме кавитационного диспергирования загрязнений, положительное значение при очистке имеют акустические течения жидкости, т.е. вихревые потоки, образующиеся в жидкости в местах ее неоднородностей или на границе раздела “жидкость-твердое тело”. Высокий уровень возбуждения жидкости в граничащем с поверхностью детали слое уменьшает толщину диффузионного слоя, образованного продуктами реакции моющего раствора с загрязнениями.

Среды ультразвуковой очистки

Очистку проводят в водных моющих растворителях, эмульсиях, кислых растворах. При использовании щелочных растворов можно значительно уменьшить температуру и концентрацию щелочных компонентов, а качество очистки останется высоким. При этом уменьшается травящее воздействие на деталь. В состав щелочных растворов входят чаще всего каустическая сода (NaOH), кальцинированная сода (Na3CO3), тринатрийфосфат (Na3PO4'12H2O), жидкое стекло (Na2OSiO2), анионоактивные и неионогенные поверхностноактивные вещества (ПАВ), например сульфанол, тинол.

ПАВ существенно повышают кавитационную эрозию, т.е. интенсифицируют процесс очистки. Однако, опасность кавитационного разрушения поверхности материала при добавлении ПАВ также увеличивается. Понижение поверхностного натяжения в присутствии ПАВ приводит к увеличению количества пузырьков в единице объема. При этом ПАВ может понижать прочность поверхности детали.

Для предотвращения эрозии металлов необходимо выбирать оптимальные концентрации ПАВ, минимальную длительность процесса и располагать детали подальше от излучателя.

Очистку ультразвуком в органических растворителях применяют тогда, когда очистка в щелочных растворителях может привести к коррозии материала или к образованию пассивной пленки, а также, если необходимо сократить время сушки. Наиболее удобными являются хлорированные растворители с высокой химической активностью; они растворяют самые различные загрязнения и безопасны в эксплуатации.

Хлорированные растворители можно применять в чистом виде и в составе азеотропных смесей (перегоняемых без изменения состава). Например, смеси фреона-113, фреона-30. Азеотропные смеси растворителей реагируют со многими загрязнениями, при этом эффективность очистки увеличивается.

Для ультразвуковой очистки применяются также бензин, ацетон, спирты, спиртобензиновые смеси.

Способы управления процессом ультразвуковой очистки

Изменение давления жидкости. Способ реализуется в виде создания вакуума или наоборот, избыточного давления. При вакуумировании жидкости облегчается образование кавитации. Избыточное давление повышает эрозионное разрушение, сдвигает максимум кавитационной эрозии в зону больших звуковых давлений, влияет на характер акустических течений.

Наложение электрического или магнитного полей на моющую среду. При электрохимической ультразвуковой очистке кавитационная область может быть

локализована непосредственно у обрабатываемой детали; пузырьки выделяющихся на электродах газов способствуют разрушению пленок загрязнений; уменьшается смачиваемость маслом поляризованной поверхности детали.

Наложение на кавитационную область магнитного поля вызывает движение газовых пузырьков, имеющих отрицательный поверхностный заряд, что увеличивает кавитационную эрозию деталей.

Введение абразивных частиц в моющий раствор. Твердые частицы абразива участвуют в механическом отделении загрязнений и стимулируют образование кавитационных пузырьков, так как нарушают сплошность жидкости.

Экспериментальная часть

Подготовка оборудования к работе

Для выполнения лабораторной работы используется ультразвуковая ванна ULTRASONIC CLEANER CT-400D или ее аналог, а также оптический микроскоп типа IntelPlay или его аналог.

Ультразвуковая ванна рис.3. применяется для отмывки и чистки всех типов электронных компонентов, инструментов и приспособлений. В основу действия ванны положен принцип ультразвуковой кавитации. Воздушные пузырьки, образующиеся в жидкости под действием ультразвука, лопаются и создают давление на погруженный в жидкость предмет. Лопающиеся пузырьки действуют подобно маленьким взрывам. Это сильное воздействие и очищает поверхность объекта от грязи. С помощью ультразвуковой ванны можно отчистить предметы сложной формы, не подвергая их коррозии и механическим повреждениям, всего за 99 секунд. Ванна снабжена светодиодным дисплеем, на котором ведется обратный отсчет времени. Наблюдая за процессом очистки, вы можете завершить работу раньше стандартного времени или перевести ванну в режим ожидания.

Технические характеристики:

- Рабочее напряжение: 220 В
- Потребляемая мощность: 35Вт/60Вт
- Дисплей: Цифровой дисплей со светодиодной индикацией
- Рабочее время сессии: 99 сек.
- Частота ультразвука: 43~45 кГц
- Габариты ванны: 165^90^40 мм
- Габариты устройства: 210x105x115 мм

Рис. 3. Общий вид ультразвуковой ванны

Перед началом лабораторной работы необходимо подготовить ультразвуковую ванну к работе в следующем порядке:

1. Проверить, что УЗ ванна отключена от сети.

2. Открыть крышку УЗ ванны.

3. Получить у преподавателя или лаборанта канистру с жидкостью для очистки и осторожно залить ее в ванну до отметки под контролем преподавателя.

4. Закрыть крышку УЗ ванны.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Полученную у преподавателя деталь, предназначенную для УЗ очистки установить на предметный столик микроскопа. Отрегулировав освещение и резкость, добиться четкого изображения загрязнений на поверхности детали. Составить эскиз загрязнений либо сделать принтскрин или фотографию.

2. Снять деталь с предметного столика микроскопа и пинцетом осторожно опустить в ванну, предварительно сняв с нее крышку. Закрыть крышку.

3. Включить питание УЗ ванны. Установить на дисплее время очистки нажатием кнопки "SET" и нажать кнопку "ON". Время очистки зависит от характера загрязнений детали и уточняется преподавателем при выдаче детали.

4. Выключить питание УЗ ванны по истечении заданного времени.

5. Снять крышку УЗ ванны и осторожно достать деталь пинцетом и выложить ее на салфетку.

7. Промокнуть деталь салфеткой так, чтобы на поверхности детали не осталось следов жидкости.

8. Поместить деталь на предметный столик микроскопа. Отрегулировав освещение и резкость, добиться четкого изображения поверхности детали. Составьте эскиз поверхности детали либо сделайте принтскрин или фотографию.

9. Сравните чистоту поверхности детали до и после очистки.

Завершение работы

После проведения работы привести используемое оборудование в исходное состояние, соблюдая следующий порядок:

1. Отключить УЗ ванну от сети.

2. Осторожно слить отработанную жидкость из УЗ ванны в специальную емкость, полученную у преподавателя или лаборанта.

3. Протереть УЗ ванну салфеткой насухо.

4. Закрыть УЗ ванну крышкой.

Порядок оформления отчета по лабораторной работе

Отчет должен содержать:

1. Эскиз УЗ ванны.

2. Эскизы или фотографии поверхности детали до и после очистки

3. Краткую теоретическую часть.

4. Последовательность действий при УЗ очистке

5. Выводы

Контрольные вопросы

1. В чём заключается принцип очистки поверхности методом ультразвуковой отмывки?

2. Какие способы управления процессом ультразвуковой очистки мы знаете?

3. Дайте определение «технологически чистой поверхности»?

4. Опишите процесс кавитации?

5. Виды загрязнений?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4.
Изучение устройства, принципа работы и алгоритмов построения трехмерных объектов с применением 3-d ручки 3dpen-2b

(Время выполнения работы - 3 часа)

Цель работы: ознакомление с устройством и принципом работы 3-D ручки 3DPEN-2B.

Оборудование и инструменты: 3-D ручка 3DPEN-2B, конструкционный материал.

Теоретические положения:

3D-ручка - это инструмент, позволяющий создавать трехмерные объекты из пластика. Это устройство появилось в 2013 году, а его разработчиками являются американцы Макс Боуг и Питер Дилворт. Эта идея пришла изобретателям в то время, когда их 3D-принтер отказался работать, а для того, чтобы выполнить заказ в срок, им необходимо было исправить недостаток в напечатанной пластиковой модели. Американцы разработали проект 3D-ручки и представили его на официальном сайте Kickstarter, который используют изобретатели всего мира для привлечения денежных средств на развитие своих творческих и научных проектов. Основной целью было набрать сумму в 30 тыс. долларов США для начала производства изделия. В итоге, инженерам удалось собрать более 2 млн. долларов для своего производства, что подтверждало большую заинтересованность потенциальных покупателей проектом.

3D-ручки отличаются друг от друга принципом работы. В зависимости от применяемого материала и особенностей формирования объектов различают:

S «горячие», которые используют полимерный сплав в виде пластиковой нити, намотанной на катушку, такие же нити используются и для

3D-принтеров;

S «холодные», которые работают с быстро затвердевающими пластиками - фотополимерами.

«Горячие» 3D-ручки на задней части корпуса имеют специальное отверстие, в которое заправляется конструкционный материал. Для начала работы необходимо нажать соответствующую кнопку на корпусе 3D-ручки. Внутри 3D-ручки находится автоматический механизм, который подводит нить к экструдеру, в нем пластик плавится и выходит наружу.

Большинство современных моделей 3И-ручек оснащены функцией регулировки скорости подачи материала, температуры нагрева и дисплеем, на котором отображается вся необходимая информация о режимах работы устройства.

Металлический наконечник печатающей головки во время работы ЭЭ-ручки нагревается до 240 градусов, что требует соблюдения правил безопасности, а неаккуратное и небрежное отношение при работе с BD-ручкой увеличивает шансы получения ожога. Каждая «горячая» BD-ручка оборудована встроенным мини-вентилятором, который способствует быстрому остыванию экструдированного пластика. Большинство «горячих» ЭЭ-ручек работает от электрической сети (220В), но некоторые модели функционируют и от сменных элементов питания. «Горячие» ЭЭ-ручки имеют небольшие размеры и хорошую эргономику, что позволяет легко удерживать ее одной рукой, что повышает ее функциональность. Большинство моделей поддерживают опцию быстрой смены пластиковых нитей, что позволяет комбинировать разные цвета при изготовлении одного объекта. Для таких ручек используются пластиковые нити из материалов ABS (Acrylonitrile butadiene styrene - акрилонитрил бутадиен стирол) или PLA (Polylactic Acid - полилактид). ABS-пластик является более долговечным, износостойким по сравнению с PLA-пластиком, хорошо подходит для ремонта бытовых предметов. Из недостатков ABS-пластика можно отметить наличие сильного запаха жженным материалом. Предметы, смоделированные с помощью PLA-пластика намного качественнее и прочнее, это достигается путем пониженной температуры плавления. PLA-пластик экологически чистый, биоразлагаемый материал, изготавливаемый из натуральных компонентов (возобновляемых источников, в частности из кукурузного крахмала или сахарного тростника).

«Холодные» 3И-ручки не имеют нагревательных элементов, заправляются специальными материалами, которые изменяют свои свойства под воздействием света - фотополимерами (светополимерами). Такие конструкционные материалы не имеют посторонних неприятных запахов и полностью безопасны для человеческого здоровья. Фотополимеры для «холодных» 3И-ручек бывают различных цветов и обладают различными физикомеханическими характеристиками (биоразлагаемые, токопроводящие и др.). В отличие от «горячих» 3И-ручек, застывание конструкционного материала происходит под воздействием ультрафиолетового света.

ЭЭ-ручки находят применение в различных сферах жизнедеятельности человека. Во-первых, BD-ручки - это прекрасное устройство для детского творчества. Ребенок легко может справиться с таким устройством, обводя контур изображения, слой за слоем. В итоге получится объемная фигура. Постепенное повышение уровня сложности заданий приведет к тому, что ребенок сможет самостоятельно создавать пластиковые предметы в воздухе (необычные фигурки, кружевные украшения, вазочки и др.) без дополнительных шаблонов. Во-вторых, ЭЭ-ручка является функциональным инструментом для решения различных бытовых проблем. Не редко в быту мы встречаемся с ситуациями, когда необходимо починить какое-либо устройство из пластика, улучшить его внешний вид. Конечно, не стоит сравнивать ЭЭ-ручку и профессиональные BD-принтеры, которые способны создавать точные изделия на основе ЭЭ-моделей. Однако, ЭЭ-ручка имеет компактные размеры и минимальный вес. Еще одно неоспоримое

преимущество BD-ручек - доступная цена, как на саму ручку, так и расходные материалы.

Наиболее популярными на рынке являются следующие модели:

S 3D-MAKING;
S Avocadoffka;
S Funtastique;
S Gynobu;
S Honya;
S Ihippo;
S LV&Deluxe;
S MozgoБум;
S MyRiwell;
S UNID.

3-D ручка BDPEN-2B представляет собой устройство, позволяющее вручную создавать объекты из пластика методом FDM (моделирование методом наплавления). 3-D ручка выполняет те же функции, что и экструдер с нагревающим элементом в B-D принтерах, работающих по указанной технологии: нагрев и выдавливание конструкционного материала через сопло. В отличие от B-D принтеров, которые послойно изготавливают детали по точной математической модели, при использовании B-D ручки необходимо вручную повторять сечения изделия. Из-за этого серьёзно снижается точность и качество изделий, так как при их изготовлении невозможно использовать заранее подготовленные шаблоны.

Несмотря на указанный недостаток при создании 3-D моделей изделий, 3-D ручка позволяет создавать отдельные грани, которые в последующем могут быть соединены тем же конструкционным материалом, так как у 3D ручки нет ограничений на степени свободы, в отличие от экструдера 3D принтеров. Это позволяет ускорить создание изделий, которые имеют простую геометрию.

Технические характеристики 3DPEN-2B представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Технические характеристики 3-D ручки 3DPEN-2B

Диаметр сопла, мм	0,4
Диаметр нити, мм	1,75
Конструкционные	Пластиковая нить из ABS
Регулировка температуры	Ручная
Вес, гр	62

Основными областями применения 3-D ручек являются:

1. Создание двух и трехмерных объектов, не требующих высокой точности изготовления;

2. Декорирование, художественная доработка и др.;

3. Возможность соединения двух и более отдельных частей в единое изделие (в данном случае соединение элементов с помощью 3DPEN-2B является аналогом сварки металлических изделий);

4. Восстановление изделий из пластика, при их разрушении.

На рисунке 1.1 показан общий вид 3-D ручки 3DPEN-2B с указанием основных конструкционных элементов и органов управления.

Рис. 1.1. Общий вид 3-D ручки 3DPEN-2B

A. Разъём питания;

B. Отверстие для загрузки конструкционного материала;

C. Кнопка повышения температуры нагрева конструкционного материала;

D. ЖК-дисплей, показывающий значение температуры нагрева конструкционного материала;

E. Кнопка понижения температуры нагрева конструкционного материала;

F. Кнопка выгрузки конструкционного материала;

G. Кнопка регулировки скорости подачи конструкционного материала;

H. Кнопка загрузки конструкционного материала;

I. Решётка для теплоотвода;

J. Сопло;

K. Наконечник.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с теоретической частью, касающейся устройства и принципа работы 3-D ручки 3DPEN-2B;

2. Подготовить 3-D ручку 3DPEN-2B к работе (подключить устройство к электросети, загрузить конструкционный материал, установить требуемые параметры работы для применяемого материала);

3. После нагрева пластика до требуемой температуры плавления, создать элементы по эскизам шаблонов, приведенных на рисунках 1.2 - 1.4. Толщина каждого элемента ~ 1,4 мм, что соответствует двум слоям при диаметре сопла 0,7 мм.

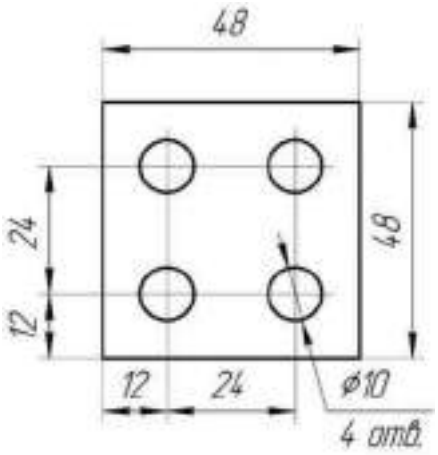


Рис. 1.2. Эскиз шаблона крышки (1шт.)

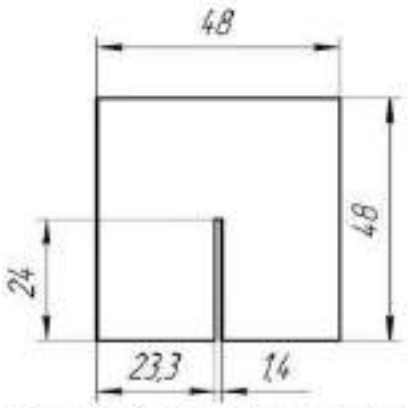


Рис.1.3. Эскиз шаблона ребра жёсткости (2 шт.)

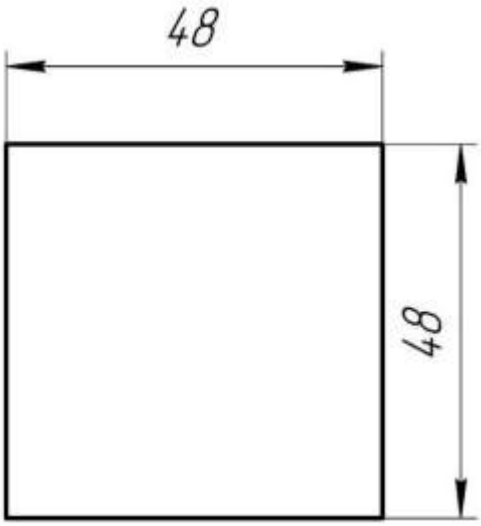


Рис. 1.4. Эскиз шаблона стенки (5 шт.)

4. Произвести сборку отдельных элементов, изготовленных на предыдущем этапе, и соединить их, как показано на рисунках 1.5 - 1.7 (черным цветом показаны места соединения деталей с помощью их сплавления конструкционным материалом);

Рис. 1.5. Соединение дна с ребром жёсткости. Паять вдоль стыка, не доходя до середины

Рис. 1.6. Соединение крышки с ребром жёсткости. Паять вдоль стыка, не доходя до середины

Рис. 1.7. Соединение двух подсборок без сплавления

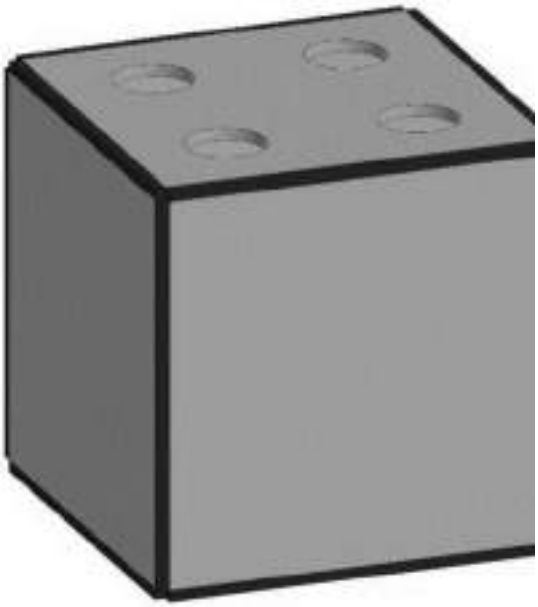


Рис. 1.8. Добавление боковых стенок, соединение материалом по периметру

Отчет должен содержать:

1. Цель и краткие теоретические сведения

2. Изображения внешнего вида 3-D ручки 3DPEN-2B с указанием основных конструктивных элементов;

3. Изображения, иллюстрирующие процесс выполнения практической

работы в соответствии с приведенным описанием;

4. Вывод по выполненной практической работе

Контрольные вопросы:

1. Какая технология применяется при создании изделий с использованием 3-D ручки 3DPEN-2B?

2. Какие конструкционные материалы применяются для построения изделий с использованием 3-D ручки 3DPEN-2B? Дайте их характеристику.

3. Укажите основные технические характеристики 3-D ручки 3DPEN- 2B.

4. Укажите основные преимущества и недостатки использования 3-D ручки 3DPEN-2B.

5. Опишите основные этапы изготовления изделий с применением 3-D ручки 3DPEN-2B.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5.
Изучение устройства и принципа работы настольного 3-d принтера makerbot replicator 2

(Время выполнения работы - 3 часа)

Цель работы: изучение устройства и принципа работы настольного 3-D принтера MakerBot Replicator 2.

Оборудование и инструменты: настольный 3-D принтер MakerBot Replicator 2, катушка с конструкционным материалом, SD-карта памяти с программой печати объекта, щуп для измерения расстояния между соплом экструдера и платформой построения.

Теоретические положения:

MakerBot Replicator 2 - это настольный 3-D принтер, предназначенный для создания сплошных трёхмерных объектов из расплавленной пластиковой нити с различными физико-механическими свойствами. Такая технология называется - FDM (Fused Deposition Modeling - моделирование методом послойного наплавления) [3]. Технология FDM подразумевает создание трёхмерных объектов за счёт нанесения последовательных слоёв материала, повторяющих контуры цифровой модели изделия. Как правило, в качестве материалов для печати выступают термопластики в виде нитей, намотанных на катушку или прутков.

Технология FDM была разработана С. Скоттом Крампом (S. Scott Crump) в

конце 1980-х годов и вышла на коммерческий рынок в 1990 году.

Оригинальный термин «Fused Deposition Modeling» и аббревиатура FDM являются торговыми марками компании «Stratasys». Энтузиасты 3D- печати, участники проекта RepRap (Replicating Rapid Prototyper - самовоспроизводящийся механизм для быстрого изготовления прототипов), придумали аналогичный термин, имеющий аббревиатуру FFF (Fused Filament Fabrication - производство способом наплавления нитей) для использования в обход юридических ограничений. Термины (технологии) FDM и FFF равнозначны по смыслу и назначению. Производственный цикл, на основе указанных технологий, начинается с обработки трёхмерной цифровой модели. Модель в определенном формате (STL-формат) делится на слои и ориентируется наиболее подходящим образом для печати на платформе построения. Процесс подготовки модели для печати называется «slicing», в результате которого генерируется управляющая программа на основе G-code. В нее закладываются все параметры 3-D печати, перемещения экструдера, при необходимости генерируются поддерживающие структуры, необходимые для изготовления нависающих элементов изделия. Некоторые устройства позволяют использовать разные материалы во время одного производственного цикла. Например, возможна печать модели из одного материала с печатью поддерживающих структур из другого, легкорастворимого материала, что позволяет с лёгкостью удалять поддерживающие структуры после завершения процесса 3-D печати. Так же, возможна печать разными цветами одного и того же вида пластика при создании единой модели.

Изделие производится выдавливанием («экструзией») и нанесением микрокапель расплавленного термопластика с формированием последовательных слоёв, застывающих сразу после экструдирования [4 - 6].

Пластиковая нить разматывается с катушки и подаётся в экструдер - устройство, оснащённое механическим приводом для ее подачи, нагревательным элементом для плавки материала и соплом, через которое осуществляется непосредственно выдавливание материала - экструзия. Нагревательный элемент служит для нагревания сопла, которое в свою очередь плавит пластиковую нить и подаёт в расплавленном виде на платформу построения, тем самым формируя строящиеся изделие. Как правило, верхняя часть сопла наоборот охлаждается с помощью вентилятора для создания резкого градиента температур, необходимого для обеспечения плавной подачи материала.

Процесс 3-D печати на основе FDM/FFF-технологий

Экструдер перемещается в горизонтальной и вертикальной плоскостях под контролем алгоритмов, аналогичных используемым в станках с числовым программным управлением. Сопло перемещается по траектории, заданной системой автоматизированного проектирования. Изделие строится слой за слоем, снизу вверх. Как правило, экструдер (также называемый «печатающей головкой») приводится в движение шаговыми двигателями или сервоприводами. Наиболее

популярной системой координат, применяемой в FDM/FFF 3-D принтерах, является прямоугольная, декартова система координат с осями X, Y и Z. Альтернативой является цилиндрическая система координат, используемая, так называемыми, «дельта-роботами».

Технология FDM/FFF отличается высокой гибкостью, но имеет определённые ограничения. Хотя создание нависающих структур возможно при небольших углах наклона, в случае с большими углами необходимо использование искусственных опор, как правило, создающихся в процессе печати и отделяемых от модели по завершении процесса.

В качестве расходных материалов доступны всевозможные термопластики и композиты, включая ABS, PLA, поликарбонаты, полиамиды, полистирол, лигнин и многие другие. Как правило, различные материалы предоставляют выбор баланса между определёнными прочностными и температурными характеристиками.

Конструкция 3-D принтера MakerBot Replicator 2 включает в себя следующие основные элементы (рис. 2.1) .

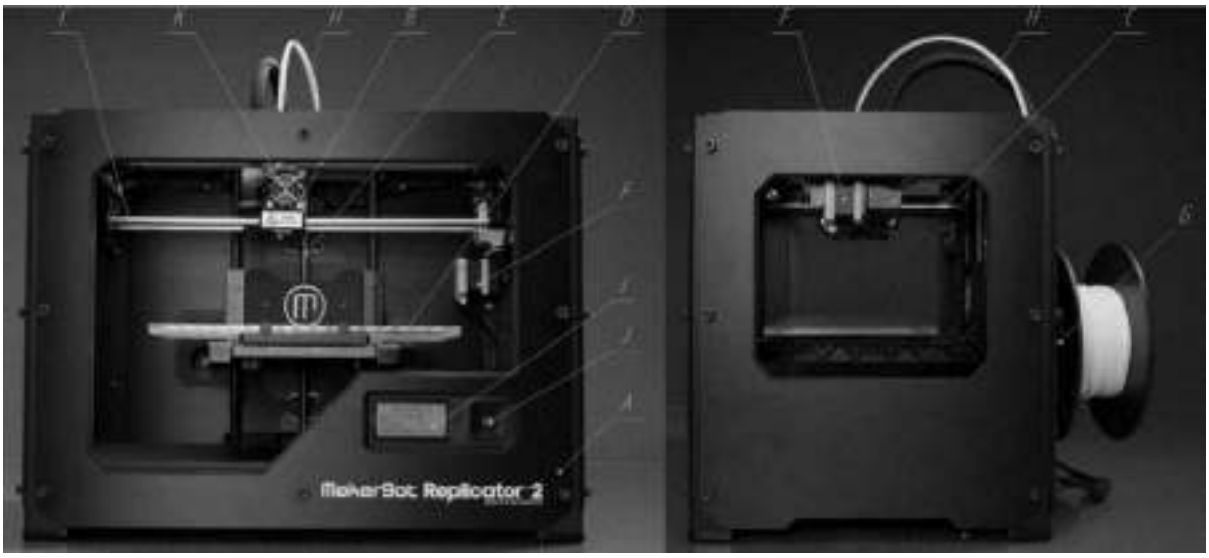


Рис.2.1. Внешний вид настольного 3-D принтера MakerBot Replicator 2

A. металлический корпус;

B. экструдер, предназначенный для нагревания и выталкивания конструкционного материала;

C. направляющие скольжения, служащие для перемещения экструдера в плоскости XY;

D. платформу построения, выполненную из полиметилметакрилата;

E. передачу винт-гайка для перемещения платформы построения по оси

Z;

F. шаговые двигатели, обеспечивающие движение экструдера и платформы построения по заданным координатам с требуемой скоростью и точностью;

G. кронштейн для установки катушки с конструкционным материалом;

H. направляющую трубку, которая является направляющей для подаваемого в экструдер конструкционного материала;

I. ЖК-монитор для отображения информационных сообщений;

J. кнопочная панель управления для задания требуемых настроек печати;

K. вентиляторы для охлаждения материала и экструдера во время работы.

Технические характеристики 3-D принтера MakerBot Replicator 2 представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Технические характеристики 3-D принтера MakerBot Replicator 2

Габариты области построения	
Длинна, мм	228
Ширина, мм	153
Высота, мм	155
Габариты оборудования	
Длинна, мм	490
Ширина, мм	420
Высота, мм	380
Вес, кг	11,5
Параметры печати	
Толщина слоя, мм	0,К0,3
Количество печатающих головок	1
Скорость выращивания, $см^3$/час	24
Поддерживаемые форматы файлов	STL, OBJ, THING
Совместимые ОС	Windows, Linux, OSX

Перед началом работы необходимо провести калибровку уровня платформы построения 3-D принтера и загрузить конструкционный материал.

Калибровка - это процесс установки платформы построения в горизонтальное положение и задание определенного расстояния между ней и соплом экструдера. Если платформа построения будет находиться слишком далеко от сопла экструдера или ее части будут на разном расстоянии от сопла, то при изготовлении изделий могут возникнуть дефекты построения, которые вызовут искажение формы и размеров получаемого изделия, а так же может произойти отслоение изделия от платформы построения из-за плохой адгезии (возможности к склеиванию) конструкционного материла. Если платформа построения будет находится

слишком близко к соплу экструдера, то она может затруднять экструдирование конструкционного материала из сопла, а также нанести механические повреждения (царапины) платформе построения.

Необходимо производить регулярную калибровку платформы построения для обеспечения требуемой адгезии конструкционного материала к платформе построения и устранения возможности возникновения дефектов построения.

Для выравнивания платформы построения в горизонтальной плоскости необходимо использовать расположенные под ней три маховика. Они служат для подъёма и опускания платформы построения. При закручивании маховиков (повороте вправо) платформа построения отодвигается от сопла экструдера. При выкручивании маховиков (повороте влево) платформа построения приближается к соплу экструдера. Расстояние между соплом экструдера и платформой построения измеряется с помощью щупа, в роли которого выступает пластиковая карточка. Щуп должен проходить между платформой построения и соплом экструдера, но на них не должно оставаться царапин.

Выгрузка/загрузка конструкционного материала производится в следующих случаях:

- при необходимости смены конструкционного материала;

- при отсутствии материала в экструдере 3-D принтера;

- в процессе изготовления изделий, которые должны иметь разные характеристики по высоте.

Процесс загрузки материала включает:

S установку катушки с конструкционным материалом на кронштейн;

У протягивание конструкционного материала через направляющую трубку;

S загрузка материала в экструдер 3-D принтера.

Порядок выполнения работы:

Калибровка платформы построения

1. Выберите в меню пункт «Utilities» (Утилиты) нажатием кнопки «M». Найдите пункт «Level Build Plate» (Уровень платформы построения) используя для этого кнопки перемещения по пунктам меню (вверх/вниз) и выберите его нажатием кнопки «M».

2. Следуя указаниям на ЖК-мониторе, произведите первичную калибровку горизонтального уровня платформы построения. При проведении первичной калибровки сопло экструдера будет поочерёдно подводиться к трём точкам,

совпадающим с местоположением маховиков под платформой построения. В каждой точке необходимо отрегулировать маховик таким образом, чтобы щуп или карточка плотно проходили между платформой построения и соплом экструдера, но на них не должно оставаться царапин. Переход к следующей контрольной точке осуществляется нажатием кнопки «М». Поскольку зазор во всех трёх точках должен быть одинаковым, усилие, с которым щуп или карточка проходит между столом и соплом, должно быть одинаковым.

3. После окончания этапа первичной калибровки платформы построения необходимо произвести ее окончательную калибровку следуя указаниям на ЖК-мониторе. При проведении окончательной калибровки сопло экструдера будет перемещаться к четырем точкам. При нахождении сопла экструдера в первых трех точках производится регулировка, описанная в пункте 2. Четвёртая точка является контрольной и находится посередине платформы построения. Если щуп или карточка проходит между соплом экструдера с тем же усилием, что и в трех предыдущих точках, калибровка 3-D принтера выполнена правильно. Если щуп или карточка свободно перемещается между соплом экструдера и платформой построения, без каких-либо усилий, или не помещается в зазор между платформой построения и соплом экструдера, необходимо произвести калибровку заново, начиная с пункта 2.

Выгрузка/загрузка нити

1. Для выгрузки (извлечения) конструкционного материала из экструдера вернитесь в меню «Utilites», используя для этого кнопки перемещения по пунктам меню (влево/вправо), в котором выберите пункт «Change Filament» (Замена материала). При выборе пункта «Unload», нажатием кнопки «М» происходит извлечение материала из экструдера;

2. Отсоедините направляющую трубку и извлеките из неё материал;

3. При необходимости замените катушку с конструкционным материалом;

4. Пропустите материал через направляющую трубку. Важно чтобы материал был закреплена на левом кронштейне для катушек, если смотреть на заднюю панель, и катушка с материалом раскручивалась против часовой стрелки;

5. Выбрав пункт меню «Load», нажатием кнопки «М», включаем нагрев экструдера;

6. При нагреве экструдера до 230°С, на ЖК-мониторе будет предложено загрузить материал в экструдер. Выполняете действия, указанные в сообщениях на ЖК-мониторе, до момента появления материала из сопла экструдера. Переход от одного сообщения на ЖК-мониторе к другому осуществляется нажатием кнопки «М»;

7. Вставьте направляющую трубку обратно в отверстие в верхней части экструдера, откуда она была извлечена ранее;

8. Удалите экструдированный пластик.

Печать тестового объекта с SD-карты

1. В главном меню 3-D принтера выберите пункт «Build from SD» используя для этого кнопки перемещения по пунктам меню (вверх/вниз) и выберите его нажатием кнопки «M». В появившемся списке выберите необходимую тестовую модель используя для этого кнопки перемещения по пунктам меню (вверх/вниз) и начните ее печать нажатием кнопки «M»;

2. В процессе печати на ЖК-дисплее будут выводиться температура экструдера, время работы 3-D принтера и ход печати объекта;

3. После завершения печати снимите изделие специальным шпателем с платформы построения;

4. Если изделие изготовлено без дефектов, то калибровка платформы построения и загрузка/выгрузка материала произведена правильно.

Отчет должен содержать:

1. Цель и краткие теоретические сведения.

2. Изображения внешнего вида 3-D принтера MakerBot Replicator 2 с указанием основных конструктивных элементов;

3. Описание технологии печати изделий на 3-D принтере MakerBot Replicator 2 с указанием преимуществ и недостатков;

4. Изображения, иллюстрирующие процесс выполнения практической работы в соответствии с приведенным описанием;

5. Вывод по выполненной практической работе.

Контрольные вопросы:

1. Какая технология применяется при создании изделий с использованием 3-D принтера MakerBot Replicator 2?

2. Какие конструкционные материалы применяются для построения изделий с использованием 3-D принтера MakerBot Replicator 2? Дайте их характеристику.

3. Укажите основные технические характеристики 3-D принтера MakerBot Replicator 2.

4. Укажите основные преимущества и недостатки 3-D принтера MakerBot Replicator 2.

5. Опишите основные этапы изготовления изделий с применением 3-D принтера MakerBot Replicator 2.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6.
Изучение алгоритмов генерации управляющих программ для 3-d принтера makerbot replicator 2 с использованием программного обеспечения «makerbot desktop»

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель работы: изучение алгоритмов генерации управляющих программ для 3-D принтера MakerBot Replicator 2 с использование программного обеспечения MakerBot Desktop.

Оборудование и инструменты: персональный компьютер с установленным программным обеспечением MakerBot Desktop.

Теоретические положения:

Программное обеспечение MakerBot Desktop является приложением для генерации управляющих программ для 3-D принтеров фирмы MakerBot [8]. Сгенерированная управляющая программа состоит из набора команд (G-кодов), которые при ее загрузке на 3-D принтер подают сигналы на его рабочие органы (шаговые двигатели, экструдер, нагревательный элемент и др.), вследствие чего те выполняют определённые действия:

S перемещение экструдера по осям X, Y;

S перемещение платформы построения по оси Z;

S подача конструкционного материала с определённой скоростью и его нагрев до температуры плавления и др.

Для работы в программном обеспечении MakerBot Desktop необходимы следующие исходные данные:

1. STL-модель изготавливаемого изделия.

2. Марка конструкционного материала, из которого будет изготовлено изделие. Различные материалы обладают различными физическими свойствами, такими как температура плавления и вязкость, поэтому при генерации управляющей программы, в частности задании скорости перемещения экструдера и температуры нагрева материала, необходимо обращать внимание на его характеристики. Как

правило, производители конструкционного материала указывают рекомендованные параметры печати.

Процесс генерации управляющей программы состоит из следующих основных этапов:

1. Загрузка STL-модели в программное обеспечение MakerBot Desktop и её пространственное размещение на платформе построения;
2. Задание параметров печати;
3. Генерация управляющей программы.
   Интерфейс программного обеспечения MakerBot Desktop представлен на рисунке 3.1.

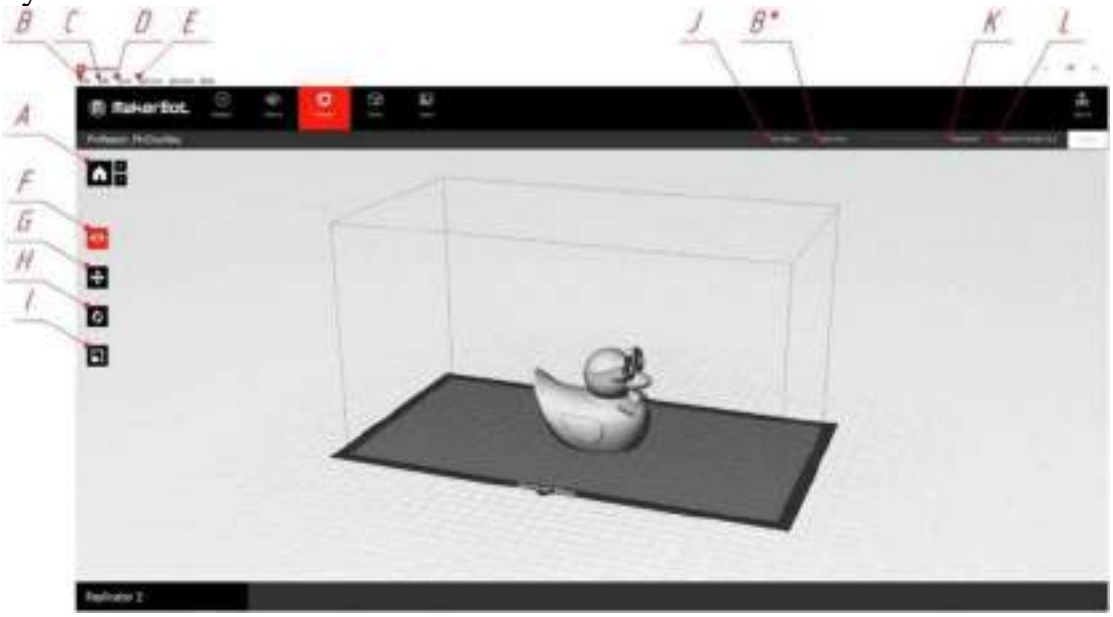


Рис.3.1. Основные элементы интерфейса MakerBot Desktop

A. Кнопка перехода на главный вид (Изометрия);

B. Вкладка «File», позволяющая создать или открыть управляющую программу, добавить модель на платформу построения. Так же можно добавить модель через «ADD FILE» (B*);

C. Вкладка «Edit», позволяющая производить такие манипуляции с моделями, как: копирование, вставка, вырезка, удаление и т.д;

D. Вкладка «View», позволяющая выставить один из видов камеры - используется для визуальной проверки отсутствия зазоров между моделями и платформой построения и пересечения моделей, смены ортогональной проекции на перспективную;

E. Вкладка «Devices» используется для смены модели 3-D принтера через подпункт «Select Type Of Device»;

F. Режим управления положением камеры - в данном режиме можно выставить три вида на рабочую зону: «Top» (Сверху), «Side» (Сбоку), «Front» (Спереди);

G. Режим линейного перемещения модели;

H. Режим поворота модели;

I. Режим масштабирования модели;

J. Меню настройки параметров печати изделия;

K. Меню предварительного просмотра и генерации управляющей программы;

L. Кнопка сохранения сгенерированной управляющей программы для 3D принтера.

Загрузка STL модели в программное обеспечение MakerBot Desktop и её пространственное размещение на платформе построения

Для редактирования объекта и его размещения на платформе построения, необходимо его выбрать, нажав на него левой кнопкой мыши, или, если объектов несколько, выделять их нажатием левой кнопки мыши с зажатой клавишей «Shift».

Основные действия, которые можно производить с 3-D моделью в программном обеспечении MakerBot Desktop, подразделяются на 3 категории:

1. Режим размещения изделия по координатам X, Y, Z - используется, когда за один сеанс печати создаётся несколько объектов (рис. 3.2).

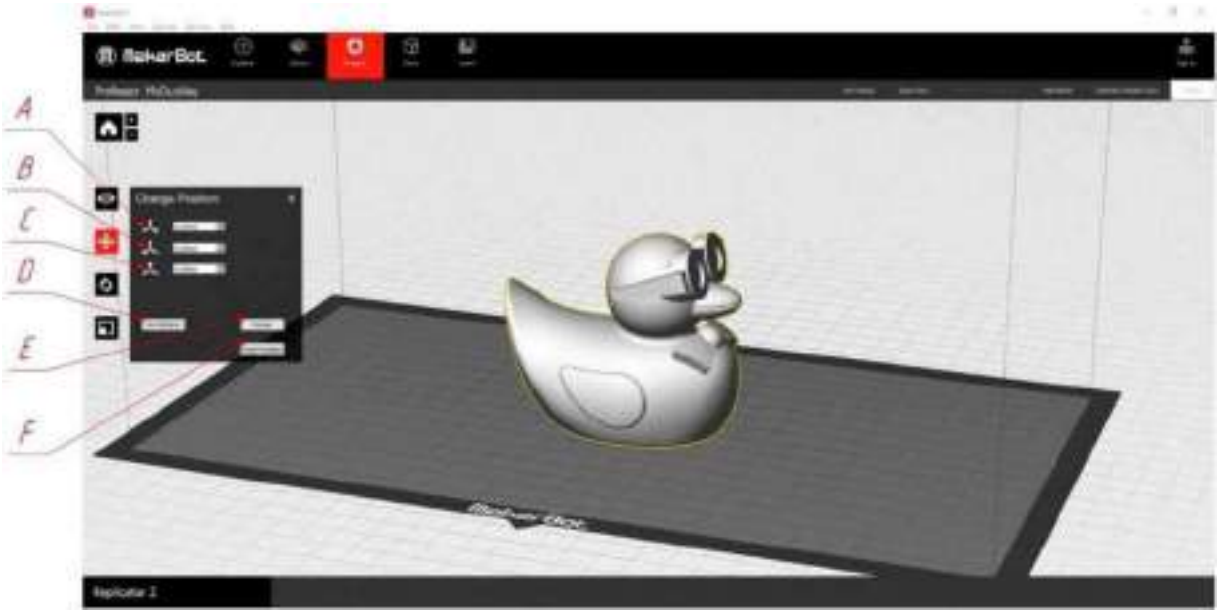


Рис. 3.2. Интерфейс меню линейного перемещения модели на платформе построения

A. Смещение модели по оси X относительно центра платформы построения (мм);

B. Смещение модели по оси Y относительно центра платформы построения (мм);

C. Смещение модели по оси Z относительно центра платформы построения (мм);

D. Кнопка «On Platform», перемещающая самую нижнюю точку модели на платформу построения;

E. Кнопка «Center», перемещающая модель в центр платформы построения;

F. Кнопка «Reset Position», возвращающая пространственное расположение модели, в котором она находилась на платформе построения до применения команд из данного пункта меню.

2. Режим поворота изделия относительно осей X, Y, Z - используется, когда необходимо уменьшить количество материала, затрачиваемое на создание поддержек, или получить определённые прочностные свойства изделия в определённом направлении (рис. 3.3).

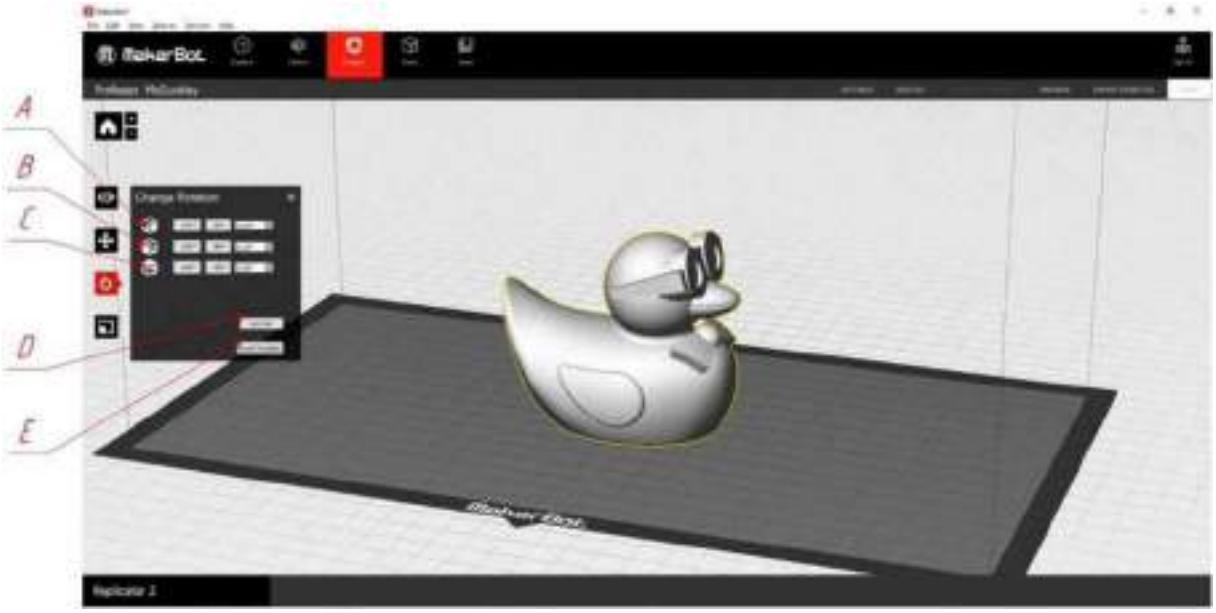


Рис. 3.3. Интерфейс меню поворота модели

A. Поворот модели относительно оси X;

B. Поворот модели относительно оси Y;

C. Поворот модели относительно оси Z;

D. Кнопка «Lay Flat», перемещающая самую нижнюю точку модели на платформу построения;

E. Кнопка «Reset Rotation»., возвращающая пространственное расположение модели, в котором она находилась на платформе построения до применения команд из данного пункта меню.

3. Режим масштабирования изделия по осям X, Y, Z (рис. 3.4) позволяет изготавливать изделия одной геометрической формы различных размеров и пропорций на основании данных одной 3-D модели.

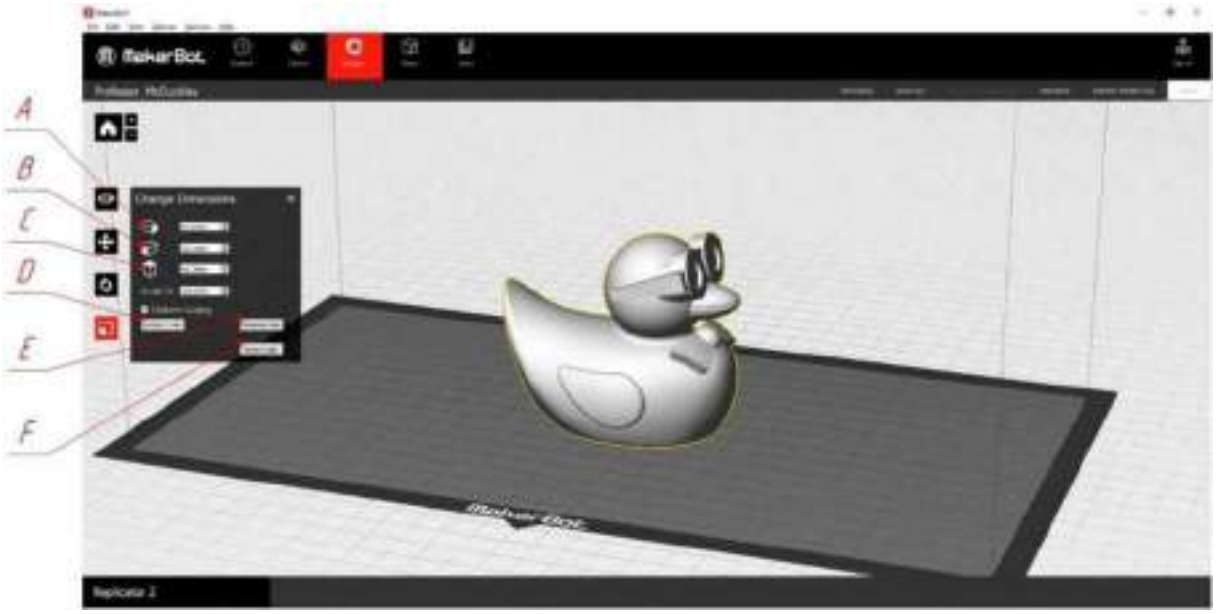


Рис.3.4. Интерфейс меню масштабирования модели

A. Масштабирование модели относительно оси X;

B. Масштабирование модели относительно оси Y;

C. Масштабирование модели относительно оси Z;

D. Кнопки «Uniform Scaling» (Равномерное масштабирование) и кнопка выбора размерности (дюймы/миллиметры);

E. Кнопка «Maximum Size» (Максимальный размер);

F. Кнопка «Reset Scale», возвращающая исходный размер изделия.

Задание параметров печати

При переходе в раздел настройки параметров печати становится до-ступным контекстное меню, в котором содержится два раздела: «Quick» (Быстрая настройка) и «Custom» (Тонкая настройка). Рассмотрим раздел меню «Quick» (Быстрая настройка) параметров печати (рис. 3.5).

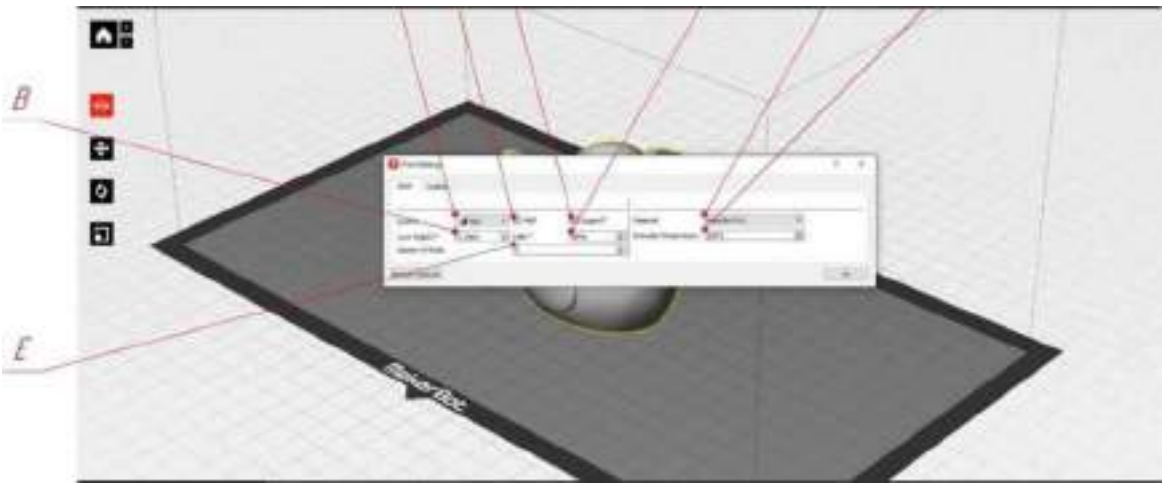


Рис.3.5. Интерфейс настройки параметров печати

A. Параметр «Quality» (Качество), содержит предустановленные настройки качества печати изделия в зависимости от толщины слоя: «High» (Высокое), «Standard» (Стандартное), «Low» (Низкое);

B. Параметр «Layer Height» (Толщина слоя);

C. Параметр «Raft» (Подложка) отвечает за наличие подложки, улучшающей адгезию (прилипание) конструкционного материала к платформе построения за счёт увеличения площади контакта между подаваемым материалом и платформой построения;

D. Параметр «Support» (поддержка) отвечает за генерацию поддержек в местах нависающих частей модели изделия при 3-D печати;

E. Параметр «Infill» (Заполнение) отвечает за процент заполнения внутреннего пространства 3-D модели при печати;

F. Параметр «Number Of Shells» (Количество слоев) отвечает за количество внешних слоёв, то есть оболочек внешнего контура модели;

G. Параметр «Materials» (Материалы) отвечает за выбор заданного производителем материала с заранее известными свойствами. При выборе конкретного материала автоматически задаются параметры печати, такие как, скорость перемещения экструдера, температура нагрева конструкционного материала и т.д.

H. Параметр «Extruder Temperature» (Температура экструдера) указывается температура плавления конструкционного материала, при отличном от стандартного значения, её можно поменять вручную.

Настройки параметров печати действуют на все 3-D модели, расположенные на платформе построения, нельзя задавать разные настройки печати для разных 3-D моделей.

Меню предварительного просмотра и генерации управляющей программы После настройки параметров печати необходимо перейти в меню «Preview» (Предварительный просмотр). После этого начнется разбиение модели на сечения (слои), заданной толщины. Этот процесс называется «Slicing». Когда будет завершено разбиение 3-D модели, появится окно «Preview» (Предпросмотр печати) (рис.3.6).

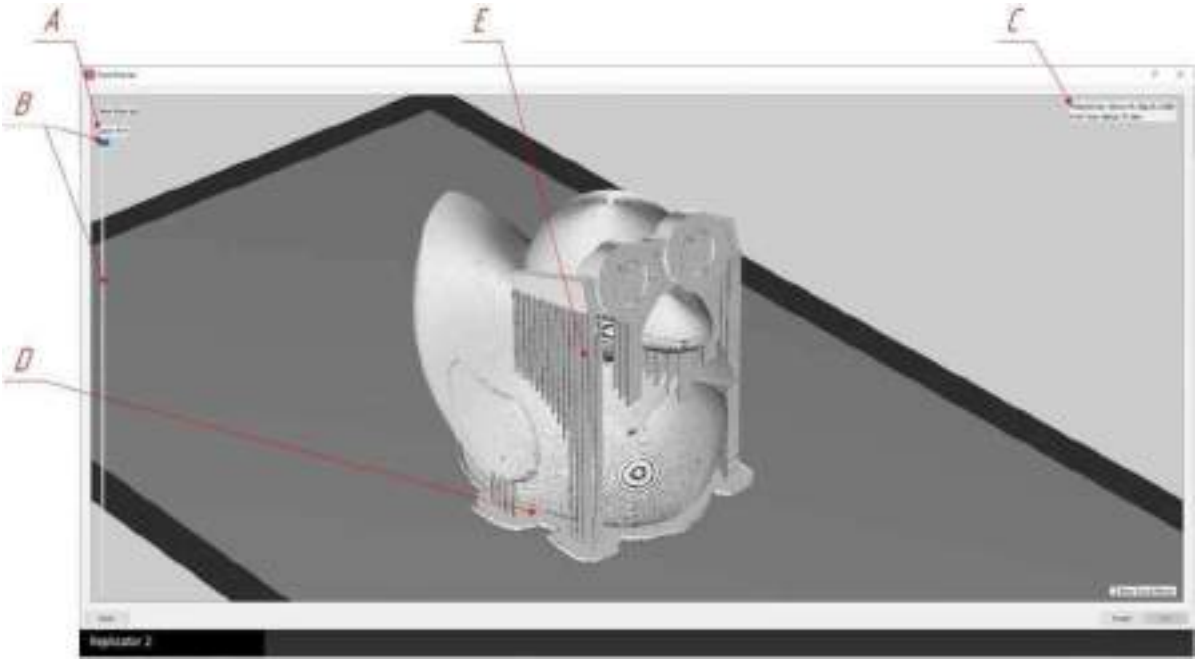


Рис. 3.6. Меню «Preview»

A. В данном окне отображается сгенерированное количество слоёв;

B. Шкала предназначена для просмотра сечений отдельных слоёв. Перемещение по слоям осуществляется путем перемещения ползунка вверх-вниз с помощью мыши.

C. В данном окне показывается вес материала требуемого для изготовления изделия (как для самого изделия, так и для поддерживающих структур) и ориентировочное время печати;

D. Подложка, создаваемая в предыдущем разделе в пункте C (см. рис. 3.5);

E. Поддержки, создаваемые в предыдущем разделе в пункте D (см. рис.3.5).

Для сохранения сгенерированной управляющей программы необходимо нажать кнопку «Export» в правом нижнем углу окна.

Порядок выполнения работы:

1. Открыть программное обеспечение MakerBot Desktop и выбрать в соответствующем пункте меню модель 3-D принтера MakerBot Replicator 2 в качестве используемого оборудования;

2. Расположить пять 3-D моделей на платформе построения: одна в центре, четыре по краям платформы построения (3-D модели выбираются самостоятельно или выдаются преподавателем);

3. Расположить 3-D модели под разными углами относительно осей X, Y, Z (значения выбираются самостоятельно или выдаются преподавателем);

4. Масштабировать 3-D модели и расположить их на платформе построения:

a. Без изменения размеров 3-D модели;

b. 110% от исходного размера 3-D модели;

c. Максимальный масштаб 3-D модели;

d. Масштабировать 3-D модель на 150% по одной из осей (несимметричное масштабирование);

5. Провести настройку оборудования для изготовления 3-D модели по следующим параметрам:

a. Толщина слоя;

b. Заполнение объёма;

c. Количество внешних оболочек;

d. Генерация поддержек;

e. Наличие подложки.

Значения указанных параметров выбираются самостоятельно или выдаются преподавателем.

Отчет должен содержать:

1. Цель и краткие теоретические сведения;

2. Изображения основных элементов интерфейса MakerBot Desktop с указанием их функционального назначения;

3. Описание функционального назначения программного обеспечения MakerBot Desktop с указанием его преимуществ и недостатков;

4. Изображения, иллюстрирующие процесс выполнения практической работы в соответствии с приведенным описанием;

5. Вывод по выполненной практической работе.

Контрольные вопросы:

1. Укажите функциональное назначение программного обеспечения MakerBot Desktop. Какие еще программные продукты аналогичного назначения вы знаете?

2. Укажите преимущества и недостатки программного обеспечения MakerBot Desktop.

3. Опишите последовательность генерации поддерживающих элементов в программном обеспечении MakerBot Desktop. Какие параметры поддер-живающих элементов доступны для изменения пользователю?

4. Опишите алгоритм генерации управляющей программы для 3-D принтера MakerBot Replicator 2 с использованием программного обеспечения MakerBot Desktop.

5. Как можно оценить оптимальное расположение изделия на платформе построения с помощью программного обеспечения MakerBot Desktop?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7.
Изучение устройства, принципа работы 3-d принтера projet 1200 и алгоритмов генерации управляющих программ с использованием программного обеспечения «geomagic print»

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель работы: изучение устройства, принципа работы 3-D принтера ProJet 1200 и алгоритмов генерации управляющих программ с использование программного обеспечения Geomagic Print.

Оборудование и инструменты: 3-D принтер ProJet 1200, картриджи с конструкционным материалом, персональный компьютер с установленным программным обеспечением Geomagic Print.

Теоретические положения:

3-D принтер ProJet 1200 производства компании 3D Systems предназначен для изготовления высокоточных изделий малых размеров, детализированной печати мастер-моделей, используемых для создания литейных форм в ювелирной и стоматологической отрасли, а также при производстве электронных компонентов. В качестве конструкционного материала используется прочная и износоустойчивая фирменная фотополимерная смола VisiJet FTX шести различных цветов [9]. Обработка готовых моделей ультрафиолетовым светом до полного затвердевания осуществляется самим устройством, не требуя дополнительных ультрафиолетовых печей.

Технология лазерной стереолитографии основана на фотоинициированной лазерным излучением или излучением ртутных ламп полимеризации фотополимеризующейся композиции.

Данный метод отличается от других тем, что в нем используют в качестве конструкционного материала не порошки, а фотополимеры в жидком состоянии. В ёмкость с жидким фотополимером помещается сетчатая платформа построения, на которой осуществляется изготовление изделия.

С помощью этой технологии спроектированный на компьютере трёхмерный объект синтезируется из жидкой фотополимеризующейся композиции последовательными тонкими (0,05^0,2 мм) [10] слоями, формируемыми под действием лазерного излучения на подвижной платформе построения [5]. Как правило, процессор формирования горизонтальных сечений предварительно преобразовывает описание 3D-модели будущего объекта из формата STL-файла в совокупность послойных сечений с требуемым шагом по высоте, массив которых записывается в исполнительный файл. Данный файл представляет собой набор двумерных векторных данных, обеспечивающих последовательное управление ориентацией луча лазера посредством зеркал в процессе синтеза объекта, команды на включение лазера, перемещение платформы и др.[5].

Далее включается лазер, воздействующий на те участки фотополимера, которые соответствуют стенкам целевого объекта, вызывая их затвердевание. После этого вся платформа погружается чуть глубже, на величину, равную толщине слоя. Также в этот момент специальная щетка орошает участки, которые могли остаться сухими вследствие некоторого поверхностного натяжения жидкости. По завершении построения объект погружают в ванну со специальными составами для удаления излишков и очистки. И, наконец, финальное облучение мощным ультрафиолетовым светом для окончательного отвердевания. Как и многие другие методы BD-печати, лазерная стереолитография требует возведения поддерживающих структур, которые вручную удаляются по завершении процесса изготовления изделия.

Лазерная стереолитография позволяет в кратчайшие сроки (от нескольких часов до нескольких дней) пройти путь от конструкторской или дизайнерской идеи до готовой модели детали.

Из-за выборочного отвердевания фотополимера на компоненты и технологию процесса накладываются жесткие двусторонние ограничения. Например, чем гуще смола изначально, тем легче её перевести в полимерное состояние, но и тем хуже её гидромеханические качества. Для чрезмерно жидкого фотополимера требуется больше времени на успокоение его по-верхности после перемещения платформы.

Чем мощнее введенный в смолу фотоинициатор, тем меньшее времени нужно слабому лазеру для засветки, но и тем меньшее время жизни у всего объёма смолы, так как он подвержен фоновой засветке.

Основным отличием производителей лазерных стереолитографов являются указанные выше характеристики, так как в целом, устройство и принцип действия таких машин идентичны. В любом SLA-принтере возможно применение любого расходного материала после соответствующей настройки параметров технологического процесса. Одно из преимуществ ЗЭ-печати методом SLA - скорость, составляющая в среднем 4^7 мм/час по высоте изделия (зависит от загрузки рабочей платформы и шага построения). Один из производителей оборудования для стереолитографии - компания 3D Systems (США), - предлагает машины с размерами камеры построения от 250x250x250 мм до 1500x750x500 мм. Компания Materialise (Бельгия) создала аппарат, способный создавать объекты размером до двух метров.

Основными областями применения изделий, полученных на данных 3-D принтерах, являются:

У создание конструкторских и дизайнерских прототипов, макетов различных изделий и сборок;

У изготовление формообразующей оснастки для различных видов точного литья;

S создание моделей для изготовления формообразующей оснастки из других материалов.

У создание мастер-моделей при изготовлении электродов для электро-эрозионной обработки;

S восстановление объектов по данным рентгеновской, акустической или магнитно-резонансной томографии в медицине, криминалистике, археологии и др.

S изготовление микрооптики из прозрачных пластических материалов, в том числе для видеокамер.

Для изготовления изделий 3-D принтер ProJet 1200 использует технологию Micro-SLA, разработанную компанией 3D Systems. Технология получила название Micro-SLA в связи с тем, что такой способ печати возможно проводить только с использованием небольшой платформы построения. Принцип изготовления изделий при использовании данной технологии аналогичен технологии SLA (Stereolithography - лазерная стереолитография), за исключением того, что в данной модели оборудования используется обратная компоновка, и построение модели происходит сверху вниз:

1. Картридж с жидким фотополимером поднимается до уровня платформы построения, таким образом, чтобы верхний слой полимера соприкасался с поверхностью платформы построения;

2. Ультрафиолетовое излучение засвечивает заданное сечение модели, отверждая слой полимера;

3. После отверждения, картридж с жидким фотополимером опускается на расстояние, соответствующее толщине слоя, после чего снова происходит отверждение слоя ультрафиолетовым излучением;

4. Процесс, описанный в пункте три, повторяется до тех пор, пока не будут пройдены все сечения модели;

5. После изготовления изделия, его помещают в камеру дополимеризации, где он окончательно отверждается под действием ультрафиолетового излучения.

Технические характеристики 3-D принтера ProJet 1200 и физико-ме-ханические свойства материалов серии VisiJet FTX представлены в таблице 4.1, а компоновка приведена на рисунке 4. 1 [11].

Таблица 4.1

Технические характеристики 3-D принтера ProJet 1200 и физико-механические свойства материалов серии VisiJet FTX

Размер камеры построения (xyz), мм	43x27x180
Разрешение печати (xy), мкм	56
Толщина слоя, мкм	30
Вертикальная скорость построения,	14
Материалы	VisiJet FTX Green VisiJet FTX Cast VisiJet FTX Gray VisiJet FTX Clear VisiJet FTX Silver VisiJet FTX Gold
Упаковка материала	Картридж
Вес картриджа, г	30
Габариты оборудования, мм	230x230x365
Масса оборудования, кг	9
Напряжение электропитания, В	220
Свойства материалов VisiJet FTX	
Плотность при 80°С (жидкое состояние),	1,02
Предел прочности, МПа	30
Модуль упругости, МПа	1700
Удлинение при разрыве, %	10
Прочность на изгиб, МПа	40
Зольный остаток, %	0,01

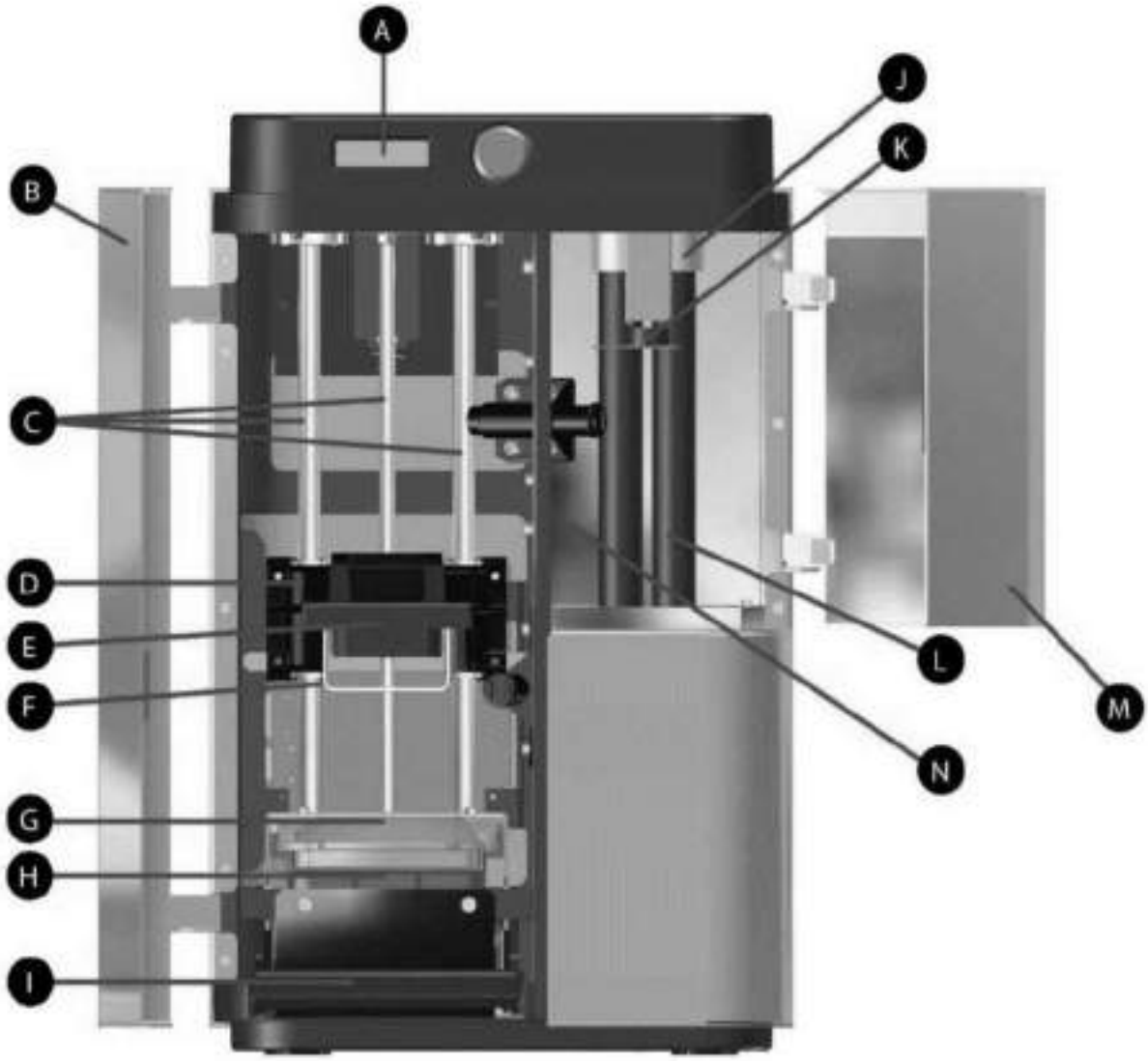


Рис.4.1. Внешний вид 3-D принтера ProJet 1200

A. Жидкокристаллический дисплей;
B. Дверца камеры построения;
C. Направляющие подъёмного механизма;
D. Подъёмный механизм;
E. Зажим для фиксации платформы построения;
F. Платформа построения;
G. Зажим для фиксации картриджа с материалом;
H. Держатель картриджа конструкционным материалом;
I. Рычаг зажимного картриджа;
J. Цоколь ультрафиолетовой лампы отверждения;
K. Вращающейся механизм камеры отверждения;
L. Ультрафиолетовая лампа отверждения;
M. Дверь камеры отверждения;
N. Камера отверждения.

Программное обеспечение для 3-D принтера ProJet 1200 носит название Geomagic Print [12] и позволяет производить следующие действия с 3-D моделью при подготовке ее к печати:

1. Перемещение вдоль осей X, Y, Z;

2. Поворот вдоль осей X, Y, Z;

3. Масштабирование (как пропорциональное, так и вдоль осей X, Y, Z);

4. Автоматическая и ручная генерация поддержек (ручная генерация состоит в указании места крепления и толщины поддержки);

5. Управление камерой дополимеризации.

Интерфейс вкладки «Home» (Главная страница) программного обеспечения Geomagic Print показан на рисунке 4.2.

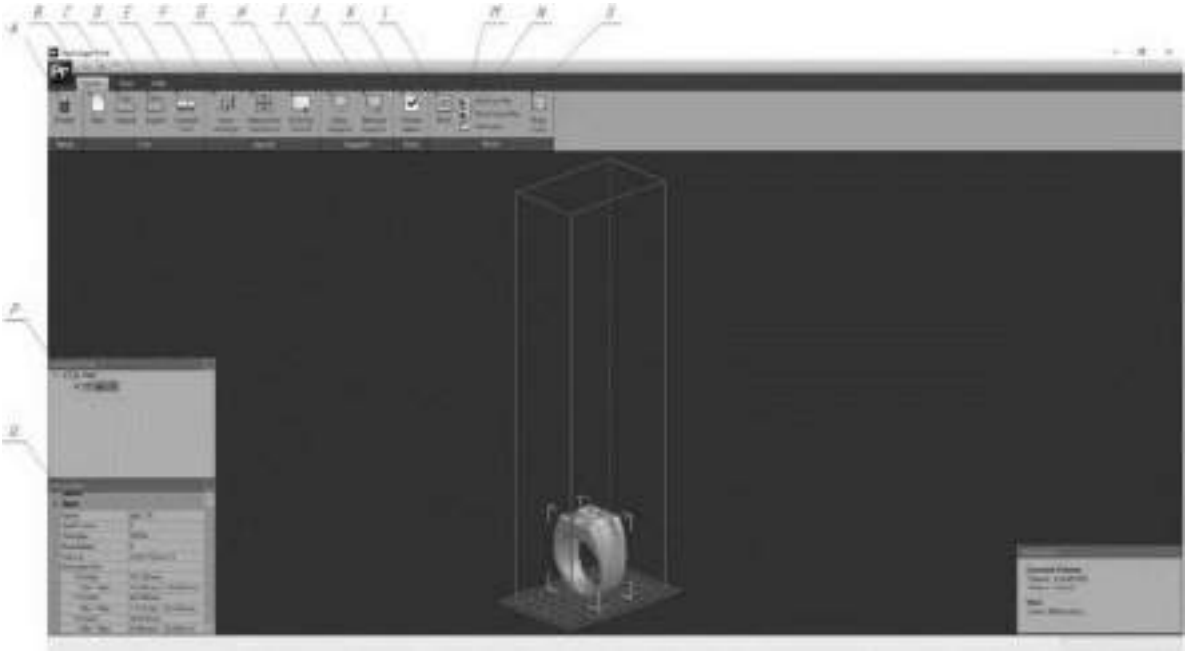


Рис. 4.2. Интерфейс вкладки «Home»

A. Printer - Подключения принтера. Если принтер подключить невозможно, необходимо создать виртуальное подключение, чтобы отобразилось рабочее пространство принтера;

B. New - Создание нового проекта;

C. Import - Загрузка модели для размещения на платформе построения

D. Export - Выгрузка (передача) модели в другой формат файла;

E. Convert Unit - Задание единиц измерения (мм/дюймы). При изменении единиц измерения размеры не пересчитываются (1 мм ^ 1 дюйм);

F. Auto Arrange - Автоматическое размещение модели;

G. Interactive Transform - Ручное редактирование модели и её положения (рис.4.3). Изменение характеристик происходит.

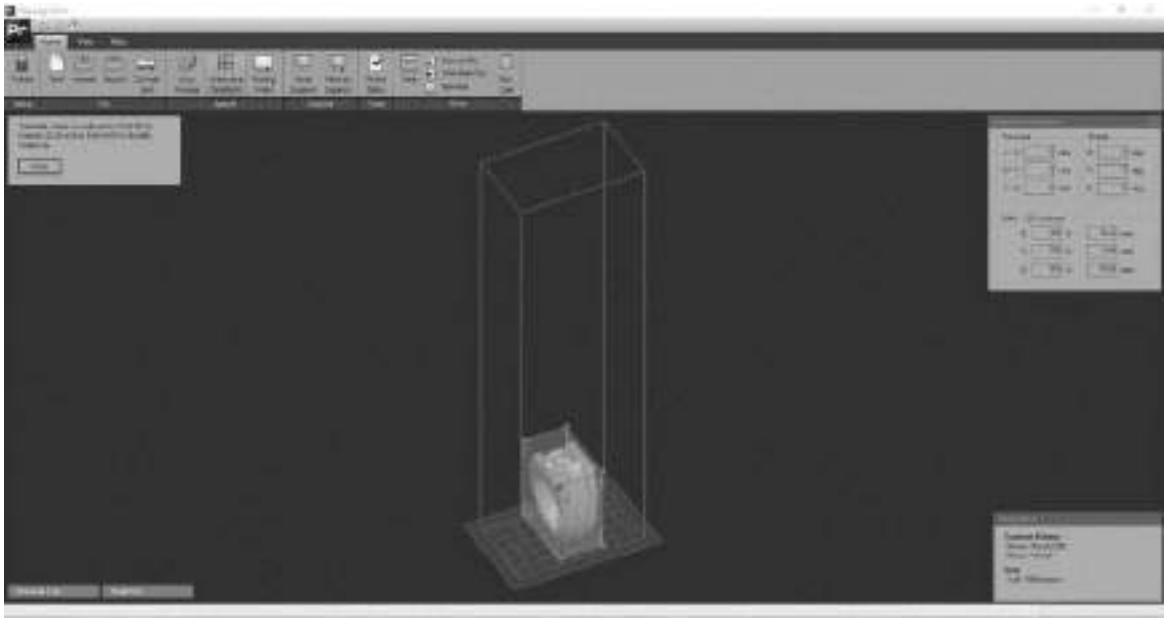


Рис.4.3. Интерфейс вкладки «Interactive Transform»

H. Picking Orient - Данная функция выставляет точку на модели, которую выберет пользователь) касательно к столу построения;

I. Auto Support - Автоматическое создание поддержек (рис.4.4.);

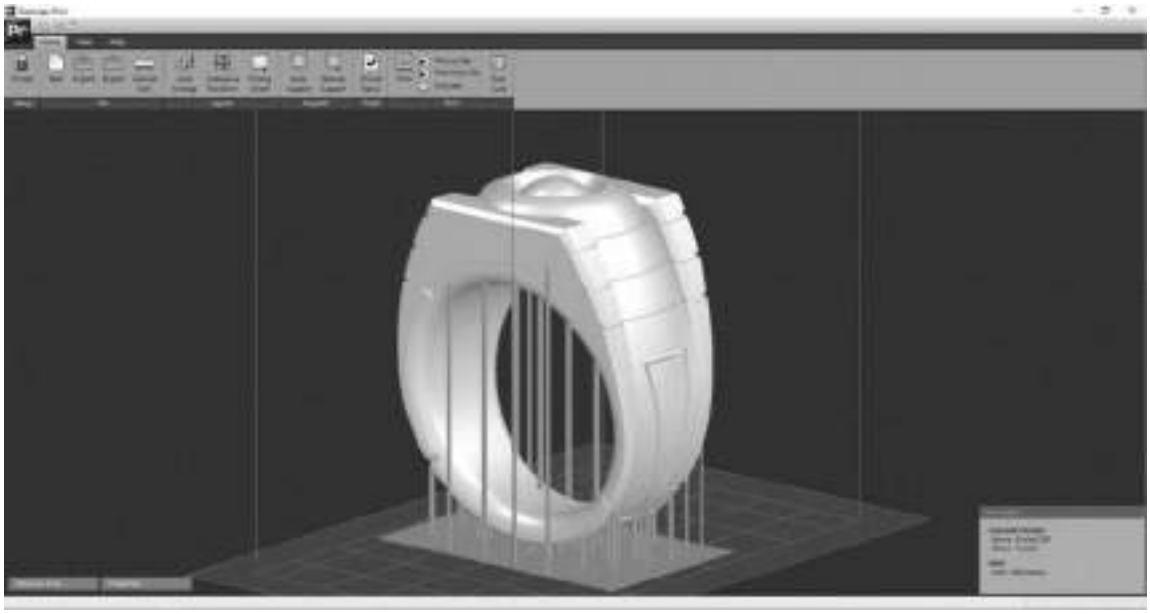


Рис. 4.4. Автоматическая генерация поддержек при использовании функции «Auto Support»

J. Manual Support - Ручное создание поддержек (рис.4.5). Данная функция позволяет указывать места крепления поддержек и изменять их толщину. Подложка создаётся автоматически;

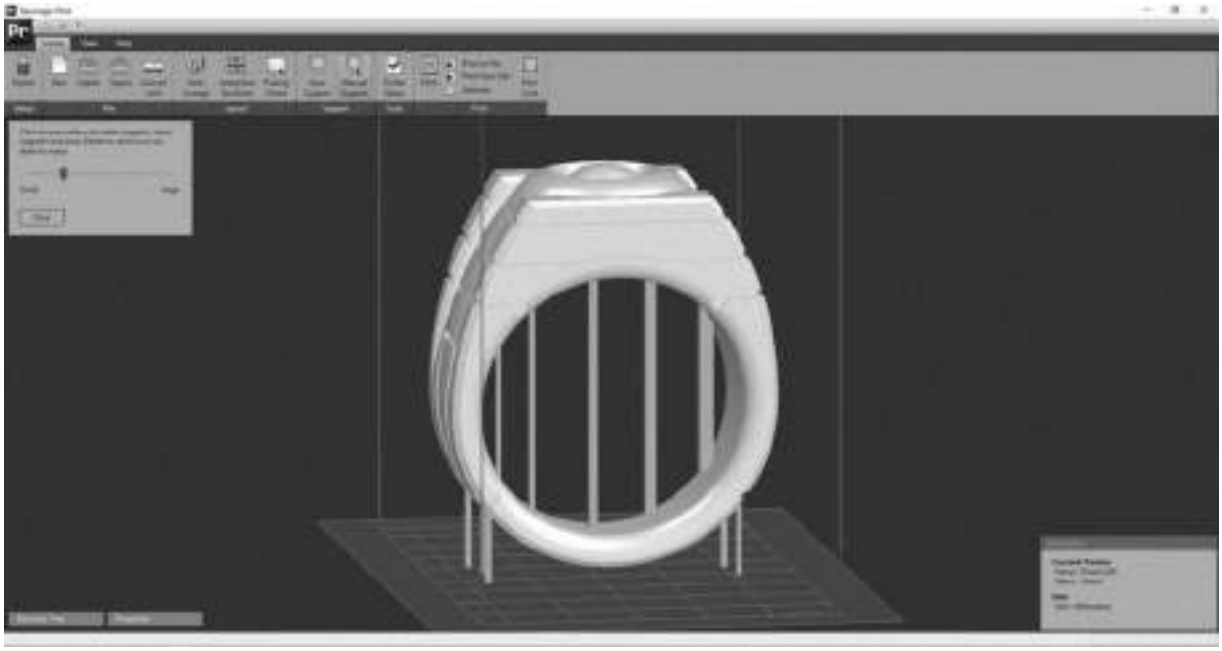


Рис. 4.5. Ручная генерация поддержек при использовании функции «Manual Support» (внутри кольца слева направо идёт увеличение толщины поддержек)

K. Printer Status - Данная вкладка позволяет отслеживать состояние принтеров;

L. Print - Отправка изделия на печать;

M. Print to File - Сохранение УП для печати как отдельный файл;

Print from File - Загрузка УП для печати из файла;

N. Estimate - Расчёт времени печати;

O. Post Cure - Включение/выключение УФ лампы в камере дополимеризации;

P. Structure Tree - Дерево моделей;

Q. Properties - Свойства, показывающие информацию как о всех моделях (Global), так и об отдельно взятой (Mesh).

Интерфейс вкладки «View» (Вид) предназначен для просмотра рабочего пространства и ориентации моделей на платформе построения. Основные элементы вкладки «View» (Вид) указаны на рисунке 4.6.

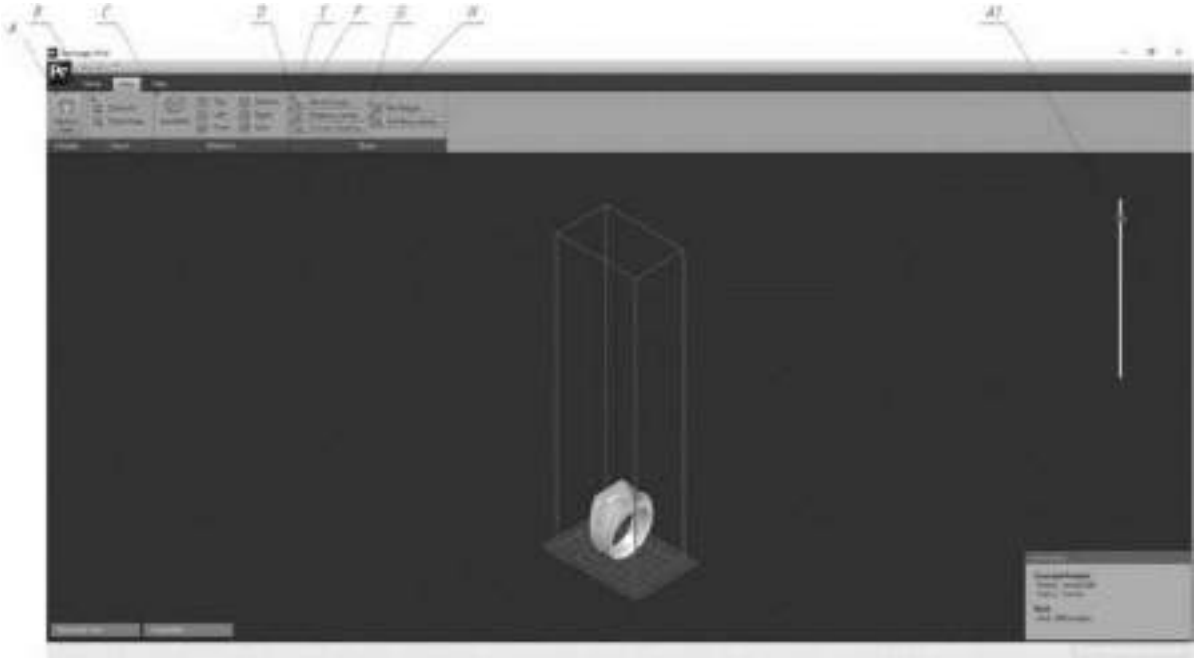


Рис.4.6. Интерфейс вкладки «View»

A. Section View - Данная функция позволяет просматривать сечения, передвигая шкалу в правом верхнем углу рабочего окна (A1)

B. Панель Zoom состоит из двух составляющих:

Zoom Fit - приближение камеры по выбранной области;

Zoom Area - приближение камеры к выбранной модели;

C. Панель Direction - выбор одного из нескольких видов рабочей зоны;

D. World Origin - скрыть/отобразить начало координат;

E. Rotation Center - скрыть/отобразить центр вращения камеры;

F. Smooth Shading (Плавное Затемнение) - изменение отображения рабочего пространства;

G. Part Edges - скрыть/отобразить грани модели;

H. Part Boundaries - скрыть/отобразить границы модели.

Чтобы задать материал, необходимо перейти по пути: кнопка “Pr” (верхний левый угол экрана) - Preferences и указать нужный в пункте Materials (рис.4.7). Так же можно менять минимальную толщину поддержек в строке Minimum Support Height.

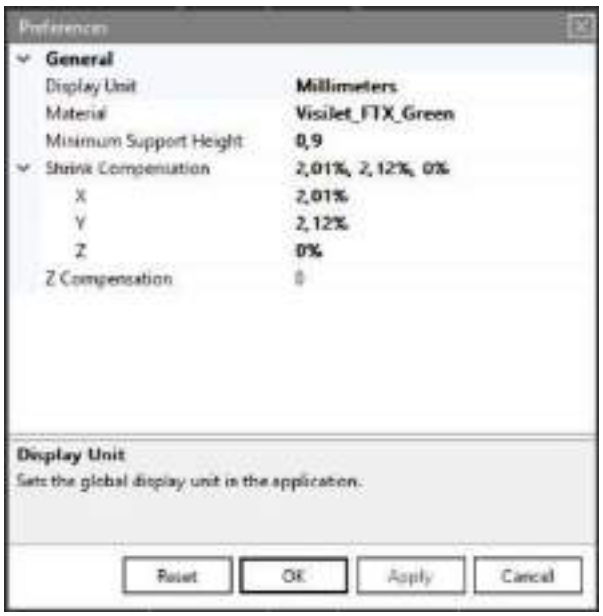


Рис.4.7. Интерфейс вкладки «Preferences»

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с теоретической частью, касающейся устройства и принципа работы 3-D принтера ProJet 1200;

2. Открыть программное обеспечение Geomagic Print и выбрать в соответствующем пункте меню модель 3-D принтера ProJet 1200 в качестве используемого оборудования;

3. Расположить пять 3-D моделей на платформе построения: одна в центре, четыре по краям платформы построения (3-D модели выбираются самостоятельно или выдаются преподавателем);

4. Расположить 3-D модели под разными углами относительно осей X, Y, Z (значения выбираются самостоятельно или выдаются преподавателем);

5. Масштабировать и расположить детали

a. Без изменения размеров 3-D модели;

b. 110% от исходного размера 3-D модели;

c. Максимальный масштаб 3-D модели;

d. Масштабировать 3-D модель на 150% по одной из осей (несимметричное масштабирование);

6. Сгенерировать поддержки в автоматическом и ручном режимах, а также управляющую программу для 3-D принтера ProJet 1200.

Отчет должен содержать:

1. Цель и краткие теоретические сведения;

2. Изображения внешнего вида 3-D принтера ProJet 1200 с указанием основных конструктивных элементов;

3. Описание технологии печати изделий на 3-D принтере ProJet 1200 с указанием преимуществ и недостатков;

4. Изображения, иллюстрирующие процесс выполнения практической работы в соответствии с приведенным описанием;

5. Вывод по выполненной практической работе.

Контрольные вопросы:

1. Какая технология применяется при создании изделий с использованием 3-D принтера ProJet 1200?

2. Какие конструкционные материалы применяются для построения изделий с использованием 3-D принтера ProJet 1200? Дайте их характеристику.

3. Укажите основные технические характеристики 3-D принтера ProJet 1200.

4. Укажите основные преимущества и недостатки 3-D принтера ProJet 1200.

5. Опишите основные этапы изготовления изделий с применением 3-D принтера ProJet 1 200.

6. Укажите функциональное назначение программного обеспечения Ge-omagic Print. Какие еще программные продукты аналогичного назначения вы знаете?

7. Укажите преимущества и недостатки программного обеспечения Geomagic Print.

8. Опишите последовательность генерации поддерживающих элементов в программном обеспечении Geomagic Print.

9. Опишите алгоритм генерации управляющей программы для 3-D принтера ProJet 1200 с использованием программного обеспечения Geomagic Print.

10. Как можно оценить оптимальное расположение изделия на платформе построения с помощью программного обеспечения Geomagic Print?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8.
Изучение устройства, принципа работы 3-d принтера objet30 pro и алгоритмов генерации управляющих программ с использованием программного обеспечения «objet studio»

(Время выполнения работы - 4 часа)

Цель работы: изучение устройства, принципа работы 3-D принтера Objet 30 Pro и алгоритмов генерации управляющих программ с использование программного обеспечения Objet Studio.

Оборудование и инструменты: 3-D принтер Objet 30 Pro, картриджи с конструкционным материалом, персональный компьютер с установленным программным обеспечением Objet Studio.

Теоретические положения:

3-D принтер Objet 30 Pro - это настольная модель, работающая с девятью типами материалов, что качественно расширяет области использования этого профессионального оборудования. Оно позволяет создавать изделия с высокой детализацией и сравнительно большого объема. Технические характеристики 3-D принтера Objet 30 Pro представлены в таблице 5.1 [13].

3-D принтер Objet 30 Pro работает по технологии PolyJet - технология 3D-печати, основанная на послойном отверждении жидкого фотополимерного материала под воздействием ультрафиолетового излучения [14]. Уникальные возможности этого 3-D принтера позволяют изготавливать модели в различных цветовых решениях и их сочетаниях, а также регулировать уровень их жесткости за счет применения материалов с разными физико-механическими свойствами (табл. 5.2). Данная модель 3-D принтера оснащена двумя печатающими головками, которые имеют возможность одновременной подачи конструкционного материала и материала поддержки. Лампа, выступающая в качестве источника ультрафиолетового света, благодаря своей особой конструкции, обеспечивает максимальную точность трёхмерной печати.

Использование фотополимера, отверждающегося под воздействием ультрафиолетовых лучей, гарантирует изготовление изделий с тонкими стенками, узлов и механизмов с движущимися деталями в виде сборки. Реалистичность изготовленных изделий обусловлена возможностью работы с различными типами материалов, включая прозрачные и термостойкие полимеры.

Таблица 5.1

Технические характеристики 3-D принтера Objet 30 Pro

Размер камеры построения (xyz), мм	300 x 200 x 150

Размер области построения (xyz), мм	294 x 192 x 148,6	
Разрешение печати (xy), dpi	600	
Разрешение печати (z), dpi	900	
Толщина слоя, мкм	28 (16 для материала VeroClear)	
Вертикальная скорость построения,	20	
Материалы	конструкционные	поддержки
	VeroWhitePlus VeroBlackPlus VeroBlue VeroGrey VeroClear	SUP705 SUP706
Входной формат файлов	STL, OBJDF, SLC	
Программное обеспечение	Objet Studio, GrabCAD Print	
Упаковка материала	Картридж	
Габариты оборудования, мм	826x600x620	
Масса оборудования, кг	93	

Принцип изготовления изделий при использовании технологии PolyJet включает следующие этапы:

1. Печатающая головка движется вдоль платформы построения, разбрызгивая на ее поверхности конструкционный материал детали и материал поддержек толщиной 28 мкм (16 мкм для материала VeroClear);

2. На стороне печатающей головки, обратной к направлению движения, закреплена ультрафиолетовая лампа, отверждающая наносимый слой фото-полимера;

3. После построения всего сечения, печатающая головка возвращается в своё начальное положение, а платформа построения опускается на толщину одного слоя (28 мкм для всех материалов или 16 мкм для материала Vero- Clear);

4. Процесс, описанный в пунктах 1 - 3, повторяется до тех пор, пока не будут пройдены все сечения модели.

Таблица 5.2

Физико-механические свойства материалов

	Vero Whit	Vero Black	Vero Blue	Vero Grey	Vero Clear
Плотность полимеризации,	1,17-1,18				1,18-1,19
Предел прочности на разрыв,	50-65		50-60	50-65	

Модуль упругости при растяжении, Мпа	2000-3000			
Относительное удлинение при разрыве, %	10-25			
Модуль упругости при изгибе, МПа	2200-3200		1900-2500	2200-3200
Предел прочности на изгиб,	75-110		60-70	75-110
Ударная вязкость по Изоду (с надрезом), Дж/м	20-30			
Твердость по Шору, D, A	83-86			
Зольность, %	0,23-	0,01-0,02	0,23-0,26	0,02-0,06

Пространственная компоновка 3-D принтера Objet 30 Pro приведена на рисунке 5.1.

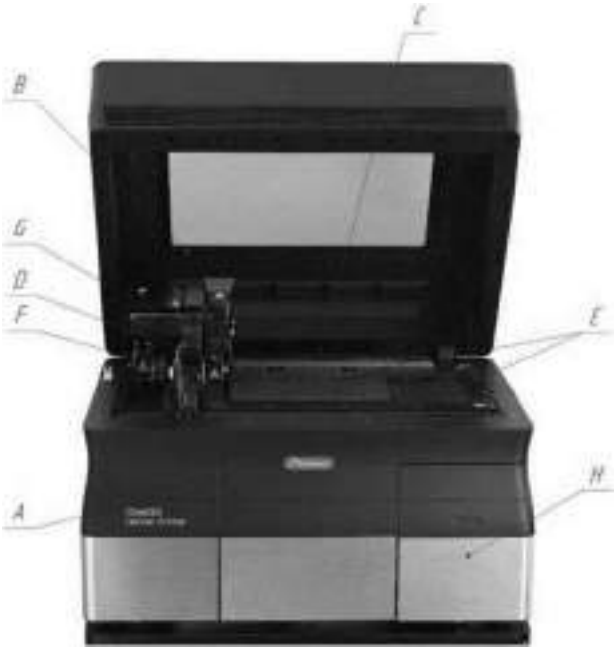


Рис. 5.1. Внешний вид 3-D принтера Objet 30 Pro:

1. Корпус 3-D принтера;
2. Крышка принтера с окном, не пропускающим ультрафиолетовое излучение;
3. Платформа построения;
4. Блок печатающих головок с ультрафиолетовой лампой;
5. Направляющие, по которым перемещается блок с печатающими головками;
6. Шарико-винтовая передача;
7. Канал подвода конструкционного материала;
8. Отсек для загрузки картриджей с конструкционным материалом и материалом поддержки.

Программное обеспечение для 3-D принтера Objet 30 Pro называется «Objet Studio» [15] и позволяет производить следующие действия с 3-D моделью при подготовке ее к печати:

1. Перемещение вдоль осей X, Y, Z;

2. Поворот вдоль осей X, Y, Z;

3. Масштабирование (как пропорциональное, так и вдоль осей X, Y, Z);

4. Задание толщины оболочки при полой печати и характеристик сетки заполнения.

Интерфейс программного обеспечения Objet Studio и его основные элементы показаны на рисунках 5.2 - 5.10.

Для добавления 3-D модели на платформу построения, необходимо нажать кнопку Insert (рис.5.3, A1), с последующим указанием пути к файлу модели. При выборе 3-D модели высвечивается диалоговое окно (рис. 5.2), в котором отображаются:

A. Unit - Размерность единиц измерения (мм/дюймы);

B. Width - Размер вдоль оси X;

C. Depth - Размер вдоль оси Y;

D. Height - Размер вдоль оси Z;

E. Окно отображения внешнего вида модели.

Так же можно изменять:

A. Ориентацию модели (автоматическая/неавтоматическая - при автоматической настройке программное обеспечение расположит 3-D модель таким образом, чтобы меньше материала затрачивалось на создание поддержек);

B. Количество копий 3-D модели, которые будут добавлены на платформу построения;

При нажатии на кнопку вывода дополнительных параметров (G1), возможно расширенное редактирование расположения 3-D моделей на платформе построения:

A. Delta - Выставление шага между моделями по осям X, Y, Z;

B. Mirror - Зеркальное отображение 3-D моделей относительно плоскостей, перпендикулярных осям X, Y, Z;

C. Flip - Поворот на 180° относительно осей X, Y, Z.

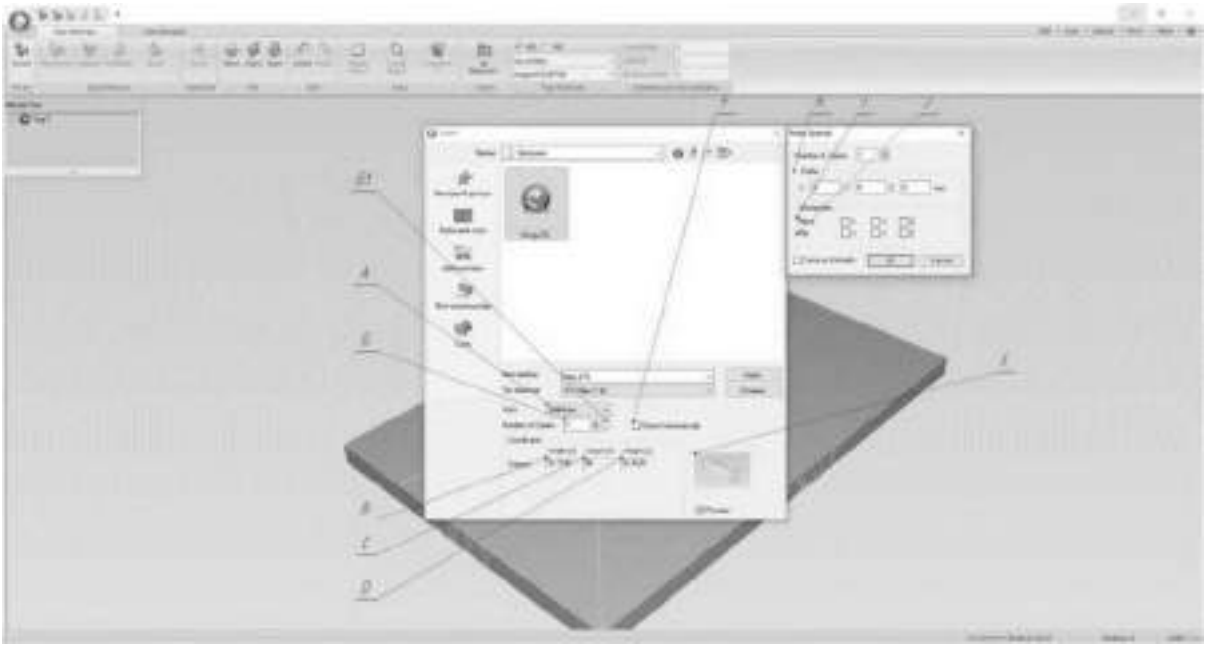


Рис. 5.2. Интерфейс добавления 3-D модели на платформу построения

После добавления 3-D модели на платформу построения становятся доступны для использования следующие функции (рис. 5.3):

A. Model Tree - Просмотр списка моделей, размещённых на платформе построения;

B. A1. Insert - Открытие меню добавления новых 3-D моделей на платформу построения;

C. Placement - Функция авторазмещения моделей 3-D моделей на платформе построения;

D. Validate - Проверка возможности печати 3-D моделей в заданных условиях;

E. Estimate - Расчёт массы материалов и времени печати. Под объёмом понимается вес самого изделия и поддержек. Результаты расчёта отображаются в окне L;

F. Build - Начало печати;

G. Plane - Данная функция позволяет выбирать плоскость, касательную к поверхности модели, и располагать её определённым образом относительно на платформы построения (рис. 5.4 - 5.6);

H. Данная вкладка позволяет выбирать количество окон, в которых отображается рабочее пространство 3-D принтера (по умолчанию стоит Single View - один вид, режим 4 Views показан на рис. 5.7);

I. Данная вкладка позволяет выбирать один из десяти стандартных видов отображения 3-D модели;

J. Данная вкладка позволяет изменять цветовое отображение 3-D модели;

K. В данной вкладке задаётся марка конструкционного материала;

L. В данной вкладке задаётся марка материала поддержек;

M. В данном окне выводятся результаты расчёта объёмов и времени печати.

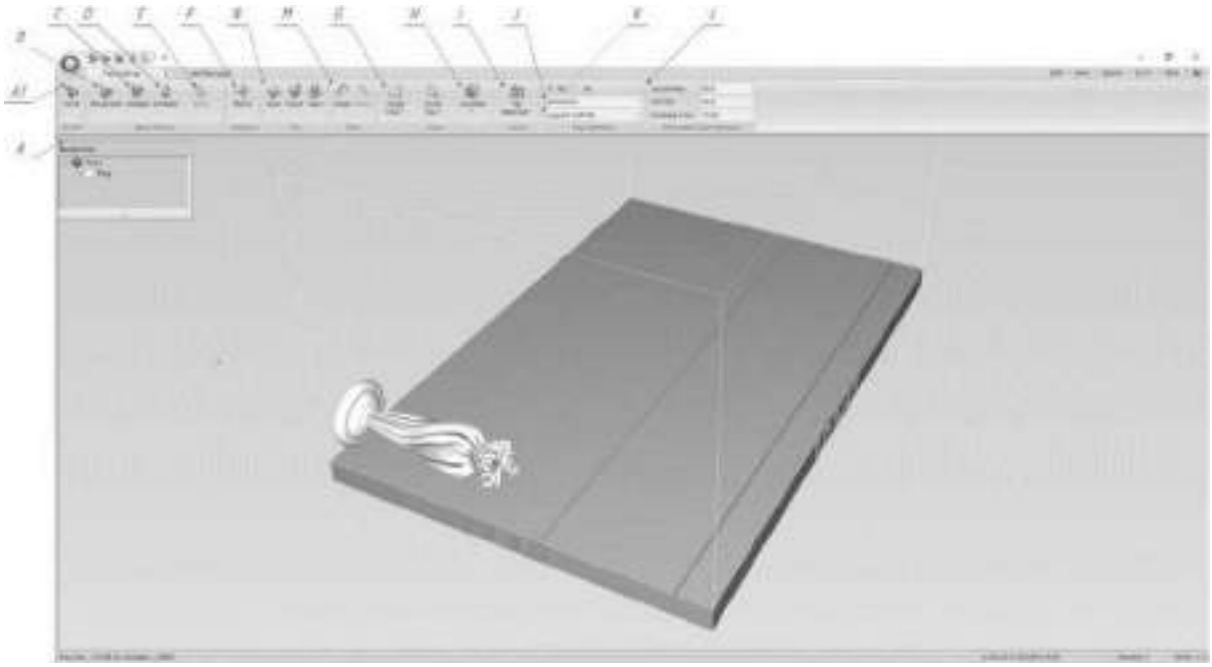


Рис. 5.3. Элементы основного интерфейса программного обеспечения Objet Studio

N. Панель Edit: New - Создание нового файла; Open - Открытие суще-ствующего файла; Save - Сохранение текущего файла.

O. Панель управления файлом: Undo - Отмена предыдущего действия; Redo - Повторение последнего действия.

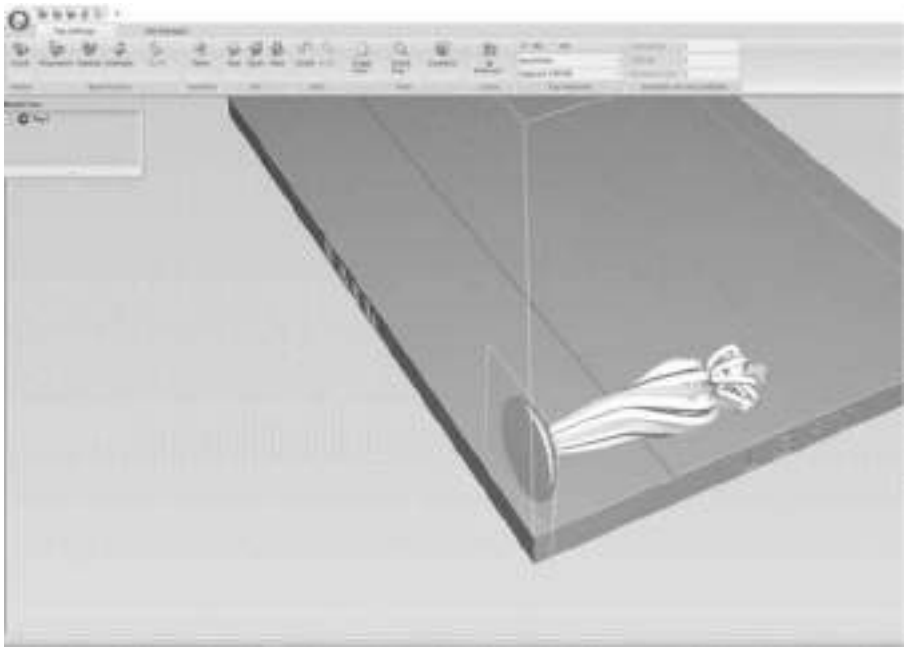


Рис. 5.4. Задание плоскости с помощью функции Plane

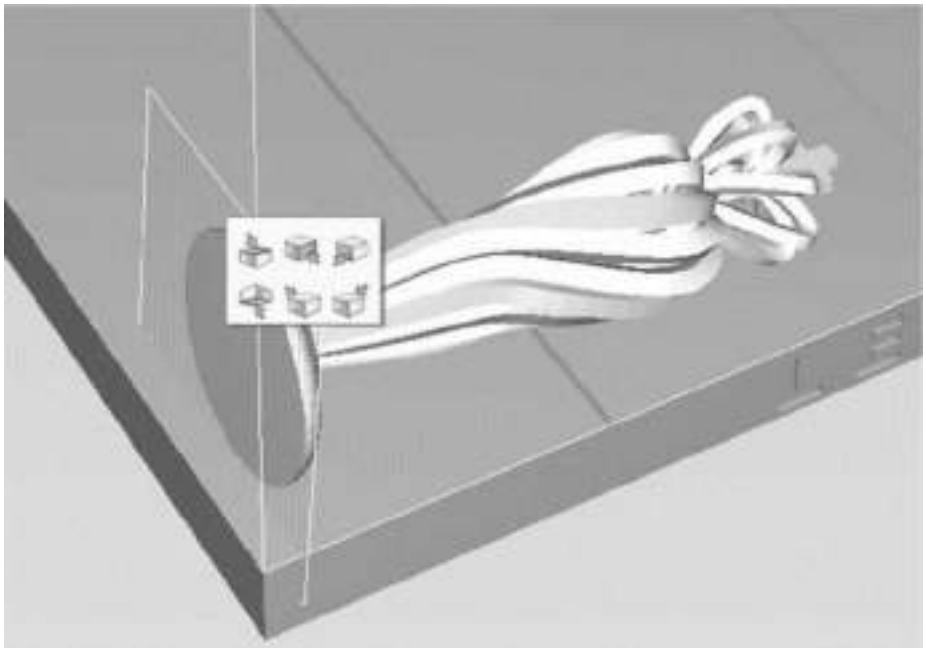


Рис.5.5. Варианты расположения выбранной плоскости относительно поверхности на платформы построения

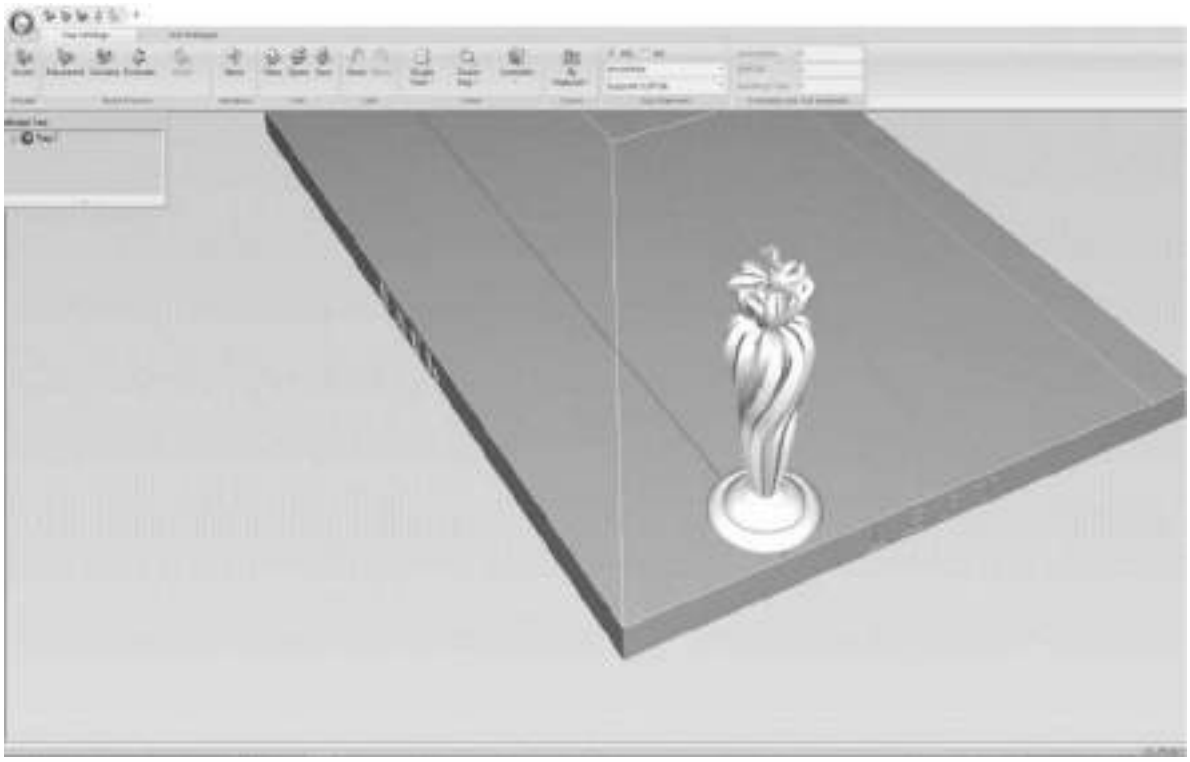


Рис.5.6. Результат использования функции Plane

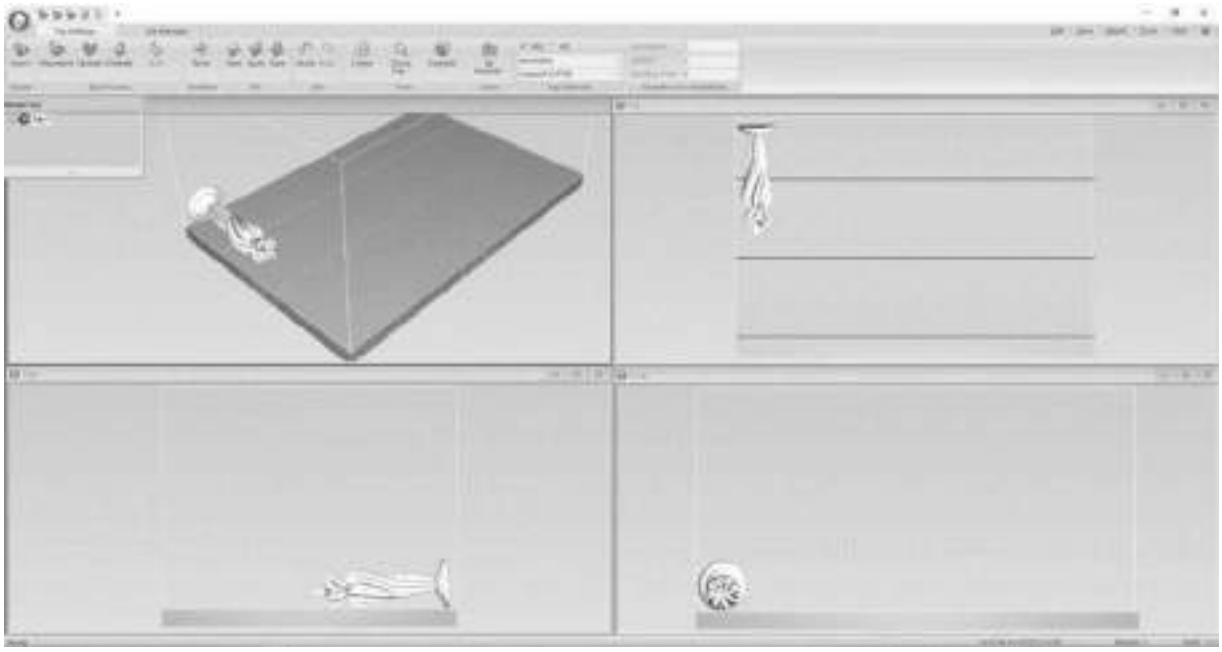


Рис. 5.7. Режим 4 Views

При нажатии на 3-D модель, открывается вкладка Model Setting (Настройки Модели), позволяющая производить преобразование отдельной 3-D модели. Основные элементы интерфейса показаны на рисунке 5.8.

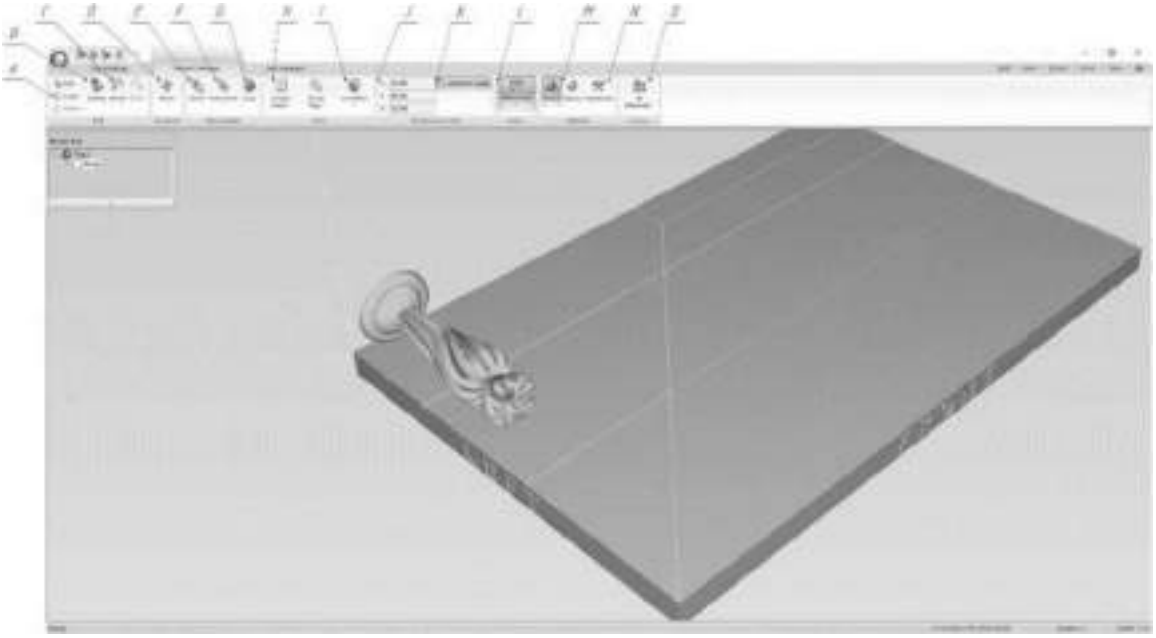


Рис.5.8. Интерфейс вкладки Model Setting

A. Панель Edit, функции:

Cut - Вырезать 3-D модель; Copy - Копировать 3-D модель;

Paste/Paste Special - Вставить/вставить со свойствами 3-D модель;

B. Delete - 3-D Удаление модели;

C. Undo - Отмена предыдущего действия;

Redo - Повторение последнего действия.

D. Функция Plane: Move - Ручное перемещение 3-D модели по поверхности платформы построения;

E. Transform - Дискретное изменение координат и углов поворота 3-D модели, масштабирование вдоль осей (рис. 5.9);

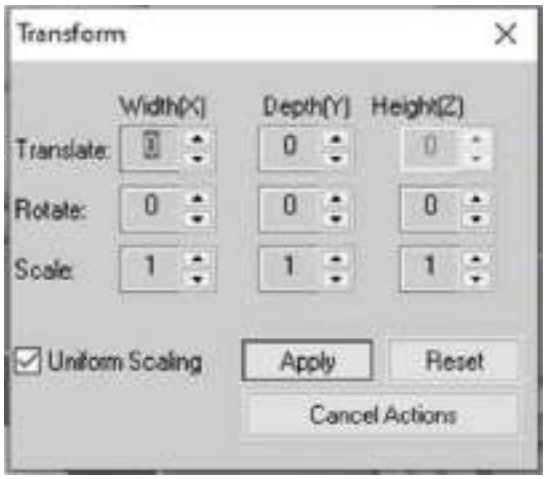


Рис. 5.9. Меню функции Transform

F. Lock - фиксация 3-D модели в текущем положении и размерах на плат-форме построения;

G. Вкладка для переключения количества видов;

H. Вкладка изменения вида;

I. Панель изменения габаритов модели по осям X, Y, Z в единицах, указанных в пункте L

J. Uniform Scale - данная функция отвечает за сохранение пропорций 3D модели, то есть равномерное масштабирование модели по осям X, Y, Z;

K. В данной панели указываются единицы измерения (мм/дюймы);

L. В данной панели указывается вид поверхности изготавливаемой 3-D модели (Matte - матовый, Glossy - глянцевый);

M. Advanced - в данном меню указываются стиль сетки (Grid Style) в трёх вариантах: Standard (Обычный), Heavy (Тяжёлый), Lite (Облегчённый) и толщина оболочки (Shell Thickness) при необходимости изготовления полой детали (Hollow) (рис.5.10).

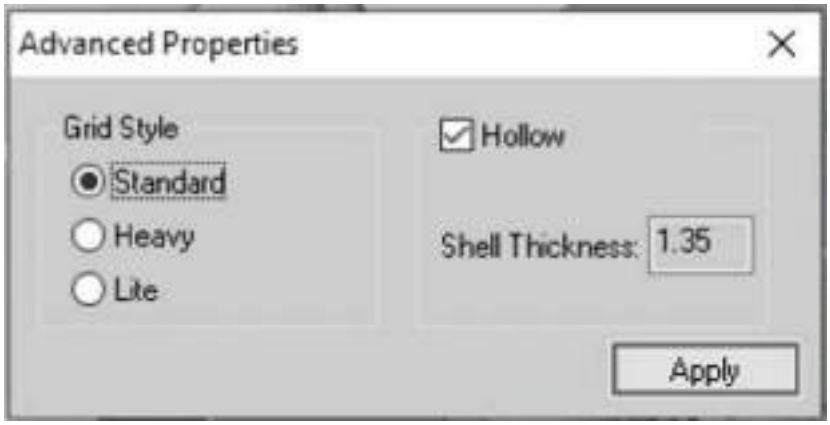


Рис. 5.10. Меню расширенных настроек печати

N. Данная вкладка позволяет изменять цветовое отображение 3D модели.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с теоретической частью, касающейся устройства и принципа работы 3-D принтера Objet 30 Pro;

2. Открыть программное обеспечение Objet Studio и выбрать в соответствующем пункте меню модель 3-D принтера Objet 30 Pro в качестве используемого оборудования;

3. Расположить пять 3-D моделей на платформе построения: одна в центре, четыре по краям платформы построения (3-D модели выбираются самостоятельно или выдаются преподавателем);

4. Расположить 3-D модели под разными углами относительно осей X, Y, Z (значения выбираются самостоятельно или выдаются преподавателем);

5. Масштабировать и расположить детали:

a. Без изменения размеров 3-D модели;

b. 110% от исходного размера 3-D модели;

c. Максимальный масштаб 3-D модели;

d. Масштабировать 3-D модель на 150% по одной из осей (несимметричное масштабирование);

6. Сгенерировать поддержки в автоматическом режиме, а также управляющую программу для 3-D принтера Objet 30 Pro.

Отчет должен содержать:

1. Цель и краткие теоретические сведения;

2. Изображения внешнего вида 3-D принтера Objet 30 Pro с указанием основных конструктивных элементов;

3. Описание технологии печати изделий на 3-D принтере Objet 30 Pro с указанием преимуществ и недостатков;

4. Изображения, иллюстрирующие процесс выполнения практической работы в соответствии с приведенным описанием;

5. Вывод по выполненной практической работе.

Контрольные вопросы:

1. Какая технология применяется при создании изделий с использованием 3-D принтера Objet 30 Pro?

2. Какие конструкционные материалы применяются для построения изделий с использованием 3-D принтера Objet 30 Pro? Дайте их характеристику.

3. Укажите основные технические характеристики 3-D принтера Objet 30 Pro.

4. Укажите основные преимущества и недостатки 3-D принтера Objet 30 Pro.

5. Опишите основные этапы изготовления изделий с применением 3-D принтера Objet 30 Pro.

6. Укажите функциональное назначение программного обеспечения Ob- jet Studio.

7. Укажите преимущества и недостатки программного обеспечения Ob- jet Studio.

8. Опишите последовательность генерации поддерживающих элементов в программном обеспечении Objet Studio. В чем особенность генерации поддерживающих элементов при использовании технологии PolyJet?

9. Опишите алгоритм генерации управляющей программы для 3-D принтера Objet 30 Pro с использованием программного обеспечения Objet Studio.

10. Как можно оценить оптимальное расположение изделия на платформе построения с помощью программного обеспечения Geomagic Print?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9.
Изучение устройства, принципа работы 3-d принтера concept laser m2 cusing и алгоритмов генерации управляющих программ с использованием программного обеспечения materialise magics

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель работы: изучение устройства, принципа работы 3-D принтера Concept Laser M2 cusing и алгоритмов генерации управляющих программ с использование программного обеспечения Materialise Magics.

Оборудование и инструменты: 3-D принтер Concept Laser M2 cusing, конструкционный материал, персональный компьютер с установленным программным обеспечением Materialise Magics.

Теоретические положения:

Промышленный 3-D принтер Concept Laser M2 cusing использует для изготовления деталей и моделей технологию SLM (Selective laser melting - выборочной лазерной плавки) [14, 15]. Компания Concept Laser использует для обозначения этой технологии свое фирменное название LaserCUSING, запатентованное в 2015 году фирмой Concept Laser, которое также является частью названия моделей BD-принтеров компании. Промышленный 3-D принтер Concept Laser M2 cusing работает с порошковыми материалами двух типов: реактивными и нереактивными (металлы и металлические сплавы различного состава).

Для плавки металлического порошка в 3-D принтерах Concept Laser M2 cusing используются иттербиевые волоконные лазеры [16]. Во время процесса изготовления изделия происходит не спекание, а полная плавка металлического

порошка, в результате которой образуется однородная масса. В результате применения такой технологии получаются изделия высокого качества и любого уровня геометрической сложности. Применение данной технологии позволяет значительно сэкономить производственные и временные затраты, которые обычны для традиционных методов литья и штамповки.

3-D принтер Concept Laser M2 cusing обеспечивает высокий уровень безопасности для работы с реактивными металлами. Камера построения, станции просеивания, загрузки/выгрузки порошка и фильтры инертных газов выполнены в соответствии с требованиями ATEX Guideline II (category 3D, Zone 22) для легковоспламеняющихся и взрывоопасных материалов.

Г отовые компоненты при необходимости могут быть подвергнуты механической обработке, сварке или закалке. Промышленный 3-D принтер Concept Laser M2 cusing используется в широком спектре промышленных отраслей: от аэрокосмической, оборонной и пищевой промышленности до медицинских и в том числе стоматологических решений.

Технические характеристики промышленного 3-D принтера Concept Laser M2 cusing представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Технические характеристики промышленного 3-D принтера Concept Laser M2 cusing

Технология 3-D печати	SLM
Область печати, мм	250x250x280
Тип лазера	Yb:YAG оптоволоконный лазер с диодной накачкой мощностью
Мощность лазера, Вт	200 (опционально 400 и более)
Толщина слоя, мкм	20-80
Скорость печати, $см^3$/час	2-20
Скорость ракеля (ножа), мм/с	400
Повторяемость, мкм	± 3-5
Материалы	алюминиевые сплавы никелевый сплав титановый сплав чистый титан сплавы из драгоценных металлов
Габариты принтера, мм	2542x1818x1987
Масса принтера, кг	2300
Напряжение электропитания, В	3800
Требования к источнику сжатого воздуха, бар	5
Точность позиционирования, мм	± 0,1

Формат данных	CLS, STL
Подключение к компьютеру	сеть Ethernet

Принцип изготовления изделий при использовании технологии Laser cusing включает следующие этапы:

1. Порошковый материал из бункера наносится на платформу построения, находящуюся в бункере построения, и разравнивается ракелем (ножом);

2. Лазерное излучение воздействует на заданное сечение модели, сплавляя нанесенный порошковый материал;

3. После сплавления, платформа построения опускается на величину, соответствующую толщине слоя, после чего из бункера наносится новый слой материала и разравнивается ракелем (ножом), затем происходит сплавление, нанесенного слоя материала лазерным излучением;

Процесс, описанный в пунктах 1 - 3, повторяется до тех пор, пока не будут пройдены все сечения модели.

Внешний вид промышленного 3-D принтера приведен на рисунке 6.1.

Рис.6.1. Внешний вид промышленного 3-D принтера Concept Laser M2 cusing

A. Камера загрузки порошкового материала и постобработки детали (подробнее представлена на рис.6.2 - 6.3.);

B. Камера построения (подробнее представлена на рис.6.4 - 6.5.);

C. ЖК-дисплей для задания режима печати;

D. Устройство для загрузки порошка.

Рис. 6.2. Внешний вид камеры загрузки материала

A. Герметично закрывающаяся крышка;

B. Рукава для манипуляций с изделием в камере загрузки порошка;

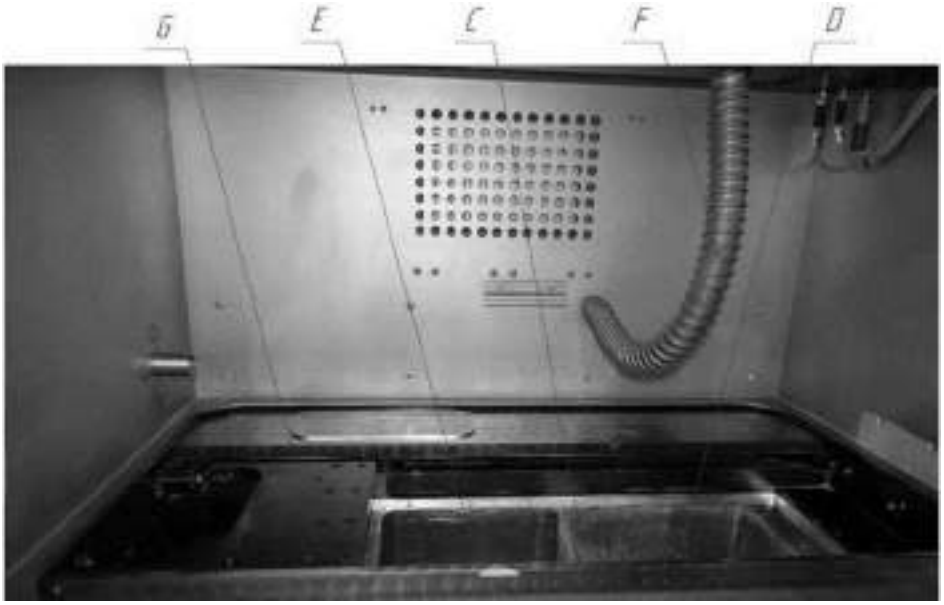


Рис.6.3. Внешний вид элементов камеры загрузки материала и постобработки готового изделия

C. Каркас, перемещающий бункеры из камеры загрузки порошка в камеру построения и обратно;

D. Бункер подачи порошка;

E. Бункер построения;

F. Труба подачи порошка из загрузочного устройства, расположенного выше камеры загрузки порошка;

G. Разравнивающий ракель (нож).

Рис.6.4. Внешний вид камеры построения изделий

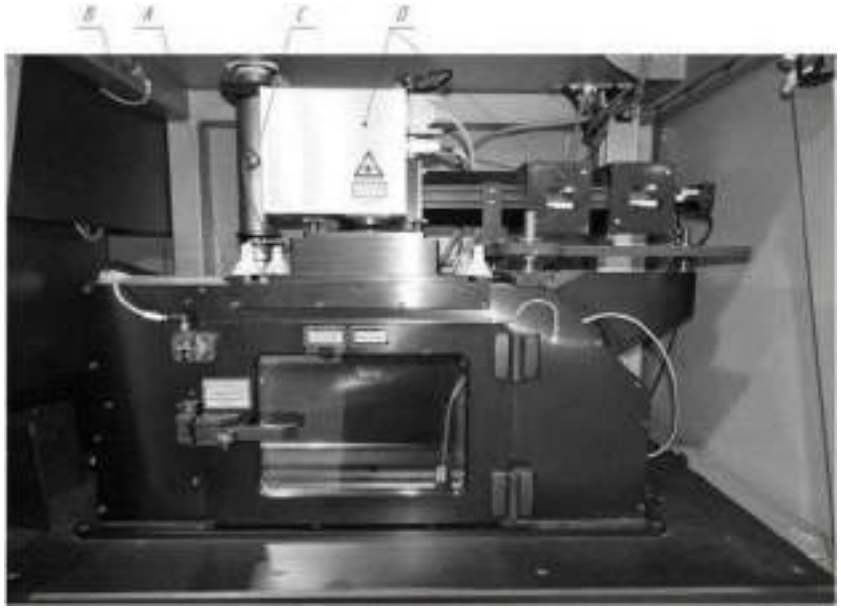


Рис. 6.5. Внешний вид элементов камеры построения изделий

A. Герметичная дверца камеры;

B. Датчики закрытия дверцы;

C. Датчик уровня кислорода в камере;

D. Система фокусировки лазерного луча.

Программное обеспечение, используемое для подготовки 3-D моделей для изготовления на промышленном 3-D принтере Concept Laser M2 cus- ing, называется «Materialise Magics» [17] и позволяет производить следующие действия с 3-D моделью при подготовке ее к печати:

1. Перемещение вдоль осей X, Y, Z;

2. Поворот вдоль осей X, Y, Z;

3. Масштабирование (как пропорциональное, так и вдоль осей X, Y, Z);

4. Автоматическая и ручная генерация поддержек (ручная генерация состоит в указании места крепления и толщины поддержки);

5. Осуществление булевских операция (вычитание, объединение нескольких моделей и др.);

6. Проверка наличия и исправление ошибок в STL-файле;

7. Генерация внутренних пространственных структур.

Интерфейс программного обеспечения Materialise Magics (основное меню и меню генерации поддержек) показаны на рисунках 6.6 - 6.7.

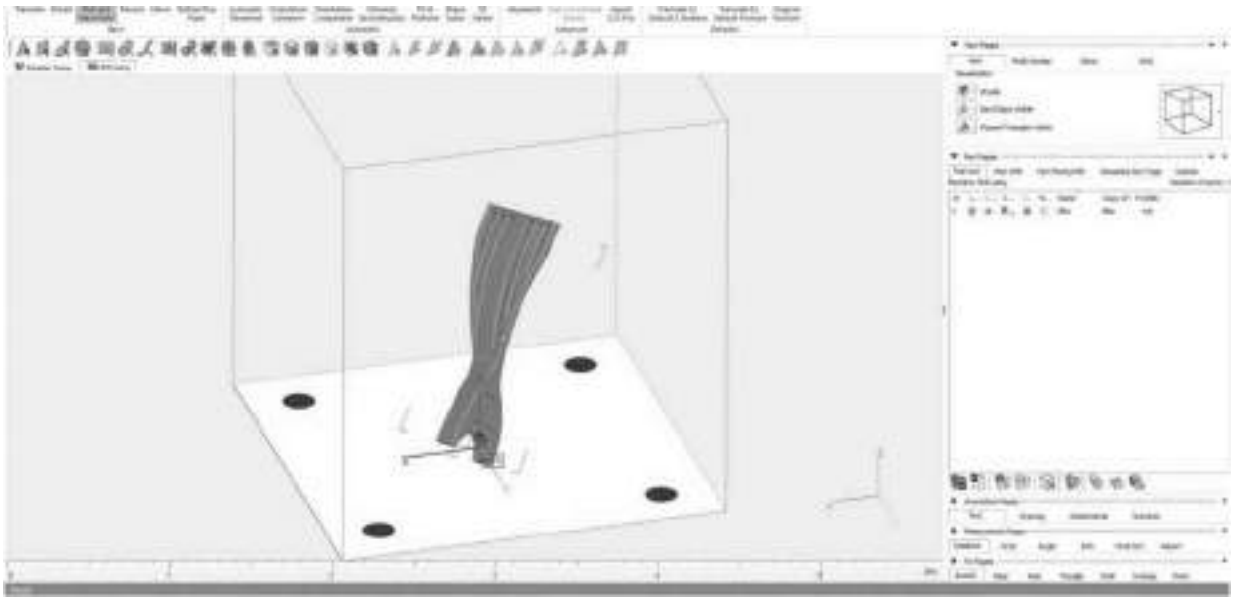


Рис.6.6. Интерфейс программного обеспечения Materialise Magics

A. TOOLS- Панель для преобразования 3-D моделей (изменения толщины стенок и т.д.);

B. FIX - Панель для исправления ошибок в геометрии STL-файла 3-D модели (заливка пор, соединение разомкнутых поверхностей и т.д.);

C. TEXTURE - Панель изменения внешнего вида 3-D модели для удобства работы с ней;

D. POSITION - Панель с инструментами для пространственного размещения модели;

E. BUILD PREPARATION - Панель для настройки параметров печати;

F. SUPPORT GENERATION - Панель для создания поддержек в автоматическом и ручном режимах;

G. ANALYZE & REPORT - Панель анализа возможности печати, расчёта стоимости и времени печати и т.д.;

H. SLICING - Панель разбиения модель на слои;

I. VIEV - Панель обзора рабочего пространства с различных положений камеры;

J. OPTIONS & HELP - Панель настроек и справок.

Наибольшее внимание в данной практической работе уделяется возможностям тонкой настройки параметров генерации поддержек. Программное обеспечение Materialise Magics позволяет генерировать поддержки в автоматическом и ручном режимах.

Автоматический режим - Программное обеспечение Materialise Magics самостоятельно находит поверхности, к которым необходимо присоединение поддержек, за пользователем оставляется возможность редактирования различных параметров самих поддержек. Пример поддержек после автоматической генерации показан на рисунке 6.7.

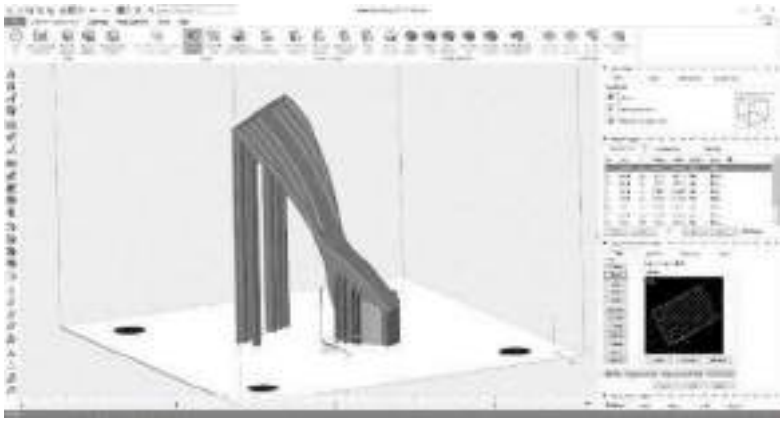


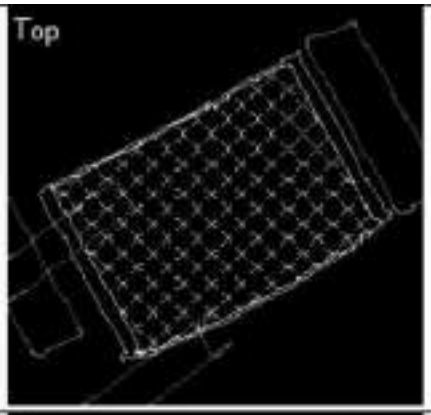
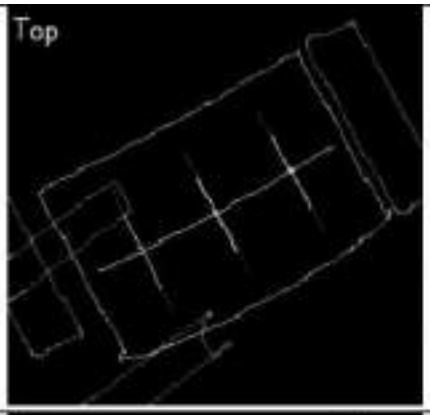
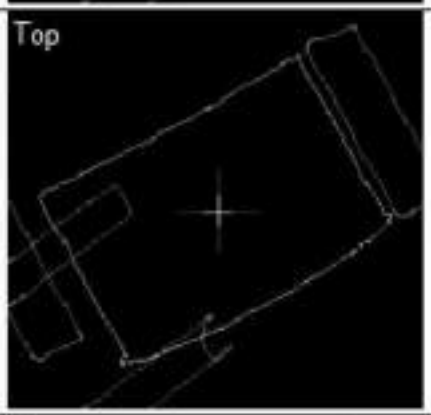
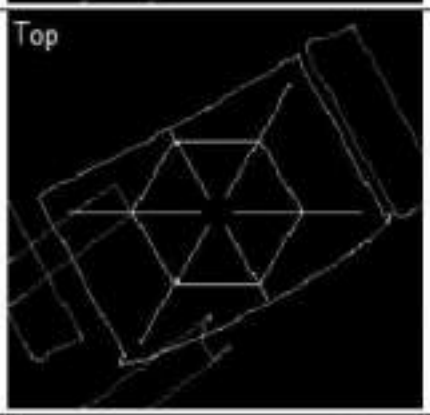
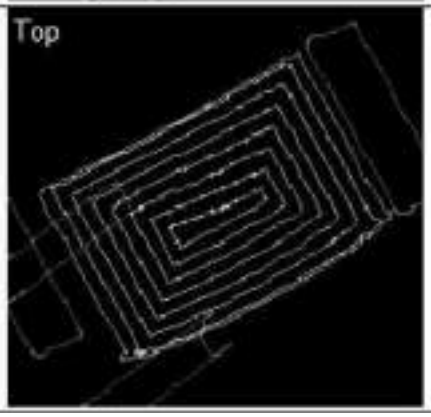
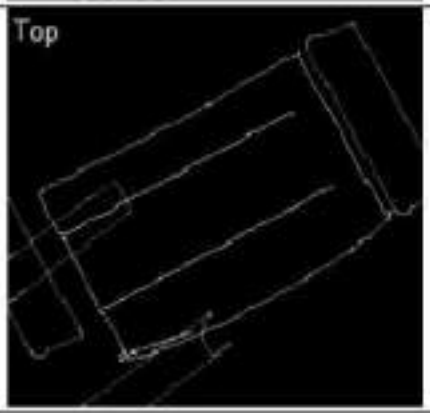
Рис. 6.7. Результат создания поддержек в автоматическом режиме

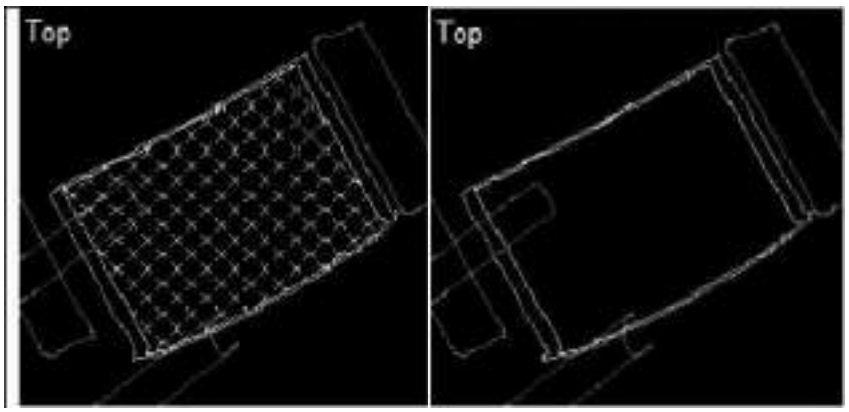
Пользователем может быть изменён тип поддержек, толщина геометрических элементов поддержи и др. (табл. 6.2). Помимо задания вида поддержек, возможно изменение общих настроек для всех типов поддержек од-

новременно (Common/Advanced) или индивидуально для каждого выбранного типа поддержек. Редактирование происходит в меню настройки поддержек в правой части экрана.

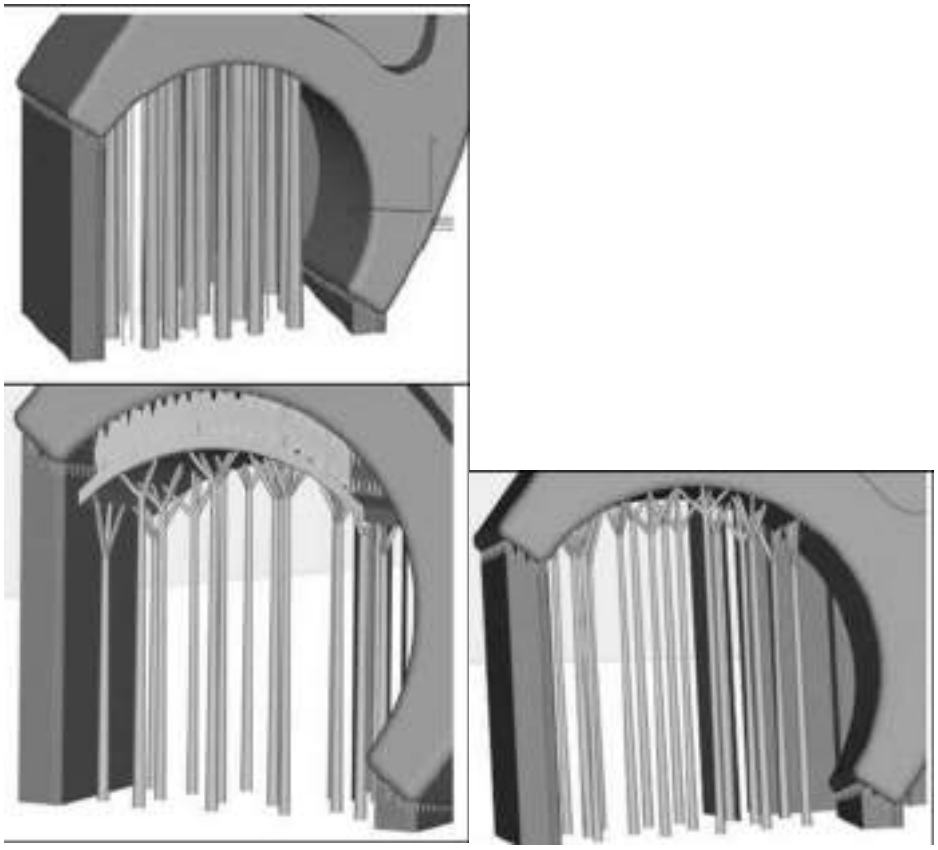
Таблица 6.2

Возможные варианты генерируемых поддержек

Block (Блок)		Line (Пересекающиеся линии)	
Point (Точка)		Web (Сеть)	
Contour (Эквидистанта к контуру)		Gusset (Полосы)	



Внешний вид поддержек переменной геометрии



Ручной режим - в данном режиме пользователю необходимо самостоятельно указывать поверхности, типы и параметры поддержек.

Существует три варианта создания поддержек в данном режиме:

I. По точкам:

Создание поддержек по точкам реализуется через вкладку SUPPORT GENERATION - Manual generation - вкладка Place support. Возможно четыре вида поддержек по точкам:

1. Point Support - Поддержка в точке. Указывается точка, после чего возможно редактирование как в автоматическом режиме;

2. Line Support - Поддержки вдоль линии. Выбирается цепь из нескольких точек вдоль поверхности модели (для завершения необходимо вне модели кликнуть ПКМ), после чего генерируется поддержки линейного типа;

3. Gusset Support - Поддержка клином (ребром);

4. Add Cone - Поддержка конус. Для создания необходимо указать точку на поверхности, либо цепочку точек (рис. 6.8). При создании конуса вводятся его параметры (диаметр контакта с деталью и платформой, смещение по оси Z и т.д.).

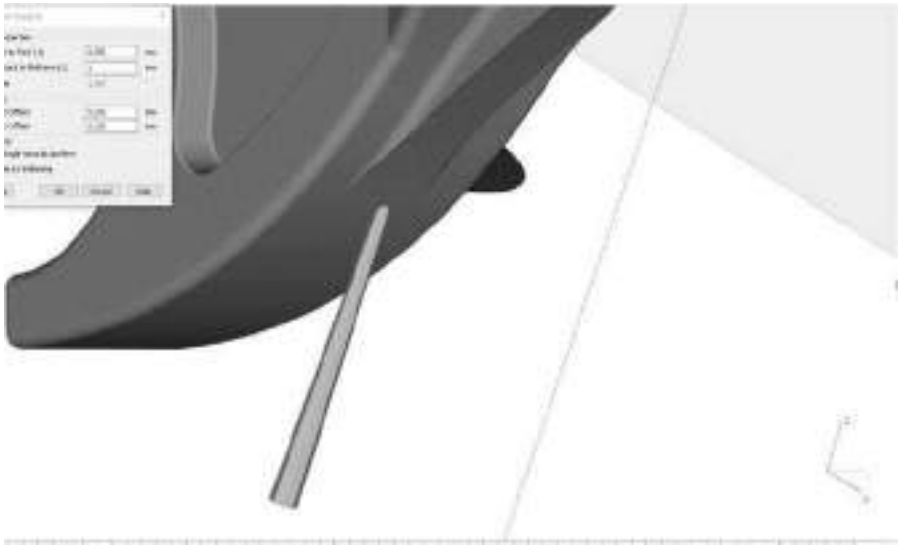


Рис. 6.8. Пример создания поддержек по точкам на примере команды «Add Cone»

II. По поверхностям:

Создание поддержек по поверхностям идёт в 3 этапа:

1. Выбор поверхности. Поверхность может создаваться различными инструментами, располагающимися в левой части экрана или на вкладке MARK. (рис.6.9);

2. Создание поверхности реализуется во вкладке SURFACES. В этой же вкладке возможно добавить геометрию к уже существующей поверхности;

3. Редактирование поддержек.

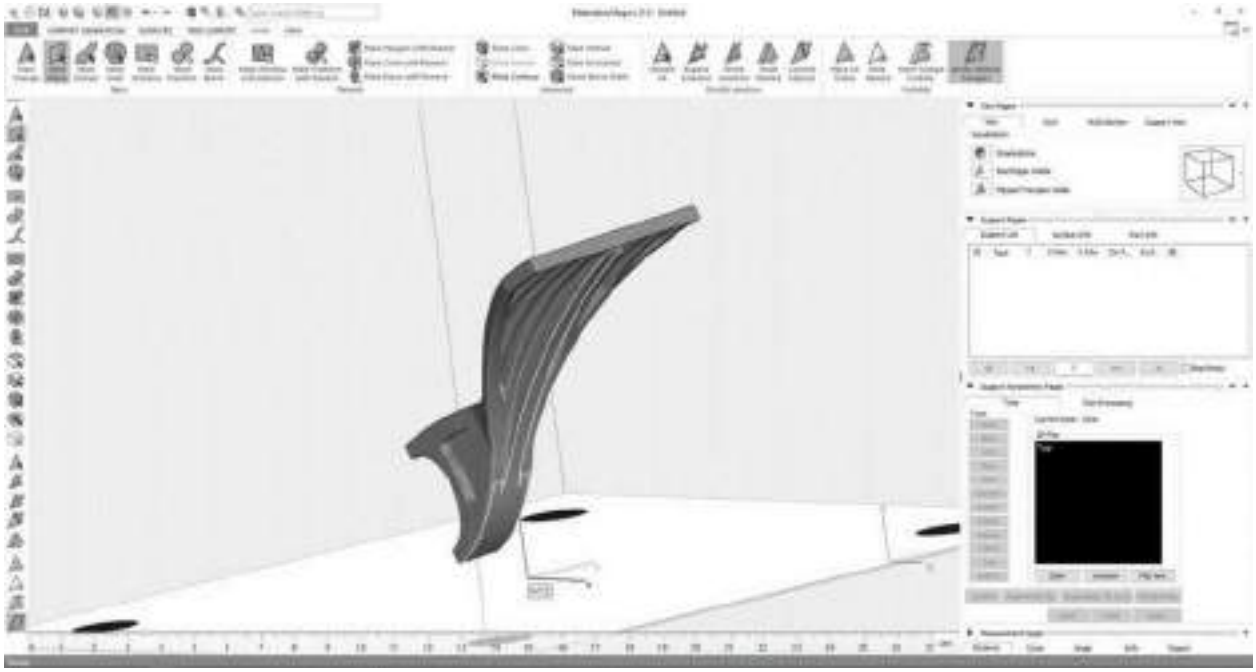


Рис.6.9. Выбор поверхностей для крепления поддержек с помощью инструмента «Mark Plane»

III. Создание древовидных поддержек:

Создание древовидных поддержек происходит с использованием команд во вкладке TREE SUPPORT - Start Tree Support и включает следующие этапы:

1. Создание ствола (Create Trunk). Указывается точка, откуда будет исходить ствол, при необходимости можно изменить толщину, высоту и иные параметры с помощью выделения ствола через команду Select Tree Element;

2. Создание ветвей. Через команду Create Branches на поверхности 3-D модели выбираются точки, которые будут соединять поверхность и ствол поддержки. После их выбора, на стволе указывается точка, откуда будут исходить «ветви» (рис.6.10). Если одна из ветвей будет расположена под неправильным углом, который не сможет нормально поддерживать конструкцию, она изменит свой цвет на красный;

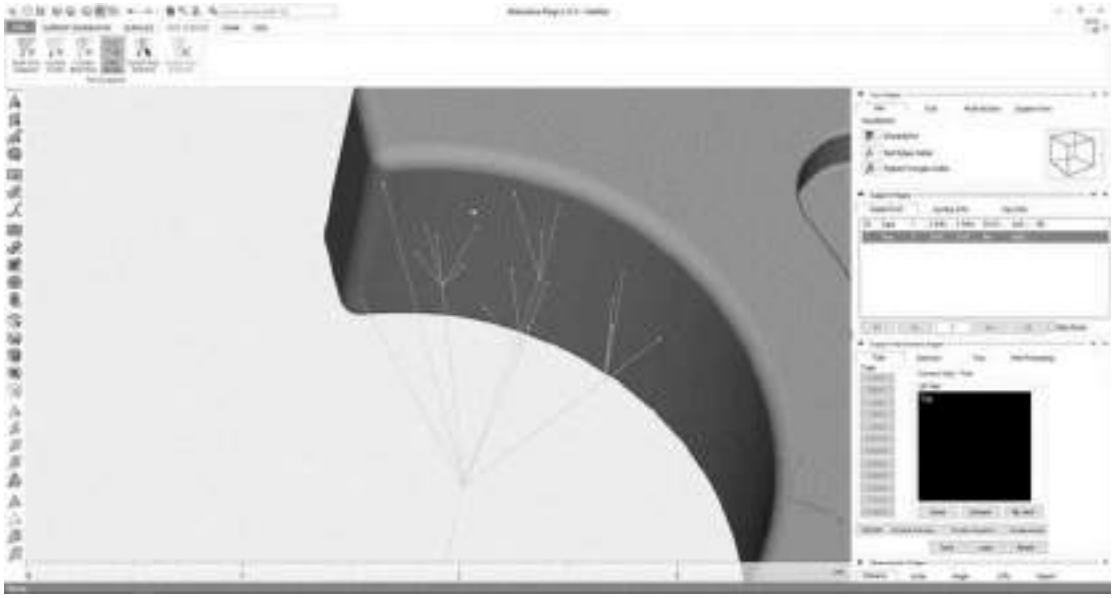


Рис.6.10. Задание точек крепления древовидных поддержек к детали

3. Генерация поддержек. Для создания поддержки нужно нажать Create Support (рис. 6.11).

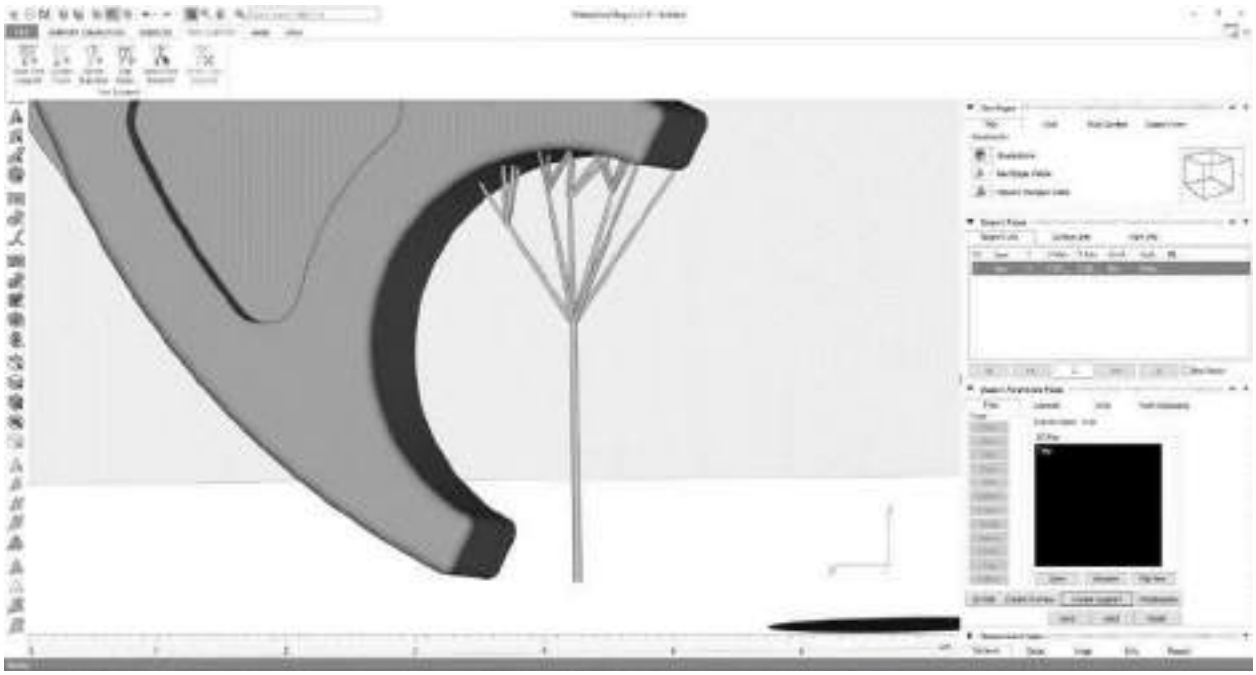


Рис. 6.11. Внешний вид вручную сгенерированной древовидной поддержки

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с теоретической частью, касающейся устройства и принципа работы промышленного 3-D принтера Concept Laser M2 cusing;

2. Открыть программное обеспечение Materialise Magics и выбрать в соответствующем пункте меню модель промышленного 3-D принтера Concept Laser M2 cusing в качестве используемого оборудования;

3. Создать поддержки в автоматическом режиме;

4. Создать поддержки трех видов в ручном режиме, согласно указаниям преподавателя;

5. Сгенерировать управляющую программу для промышленного 3-D принтера Concept Laser M2 cusing.

Отчет должен содержать:

1. Цель и краткие теоретические сведения;

2. Изображения внешнего вида промышленного 3-D принтера Concept Laser M2 cusing с указанием основных конструктивных элементов;

3. Описание технологии печати изделий на промышленном 3-D принтере Concept Laser M2 cusing с указанием преимуществ и недостатков;

4. Изображения, иллюстрирующие процесс выполнения практической работы в соответствии с приведенным описанием;

5. Вывод по выполненной практической работе.

Контрольные вопросы:

1. Какая технология и конструкционные материалы применяется при создании изделий с использованием 3-D принтера Concept Laser M2 cusing?

2. Укажите основные технические характеристики 3-D принтера Concept Laser M2 cusing.

3. Опишите основные этапы изготовления изделий с применением 3-D принтера Concept Laser M2 cusing.

4. Укажите основные преимущества и недостатки 3-D принтера Concept Laser M2 cusing.

5. Укажите функциональное назначение программного обеспечения Materialise Magics. В чем отличие данного программного обеспечения от других программных продуктов того же функционального назначения?

6. Опишите последовательность генерации поддерживающих элементов в программном обеспечении Materialise Magics. Укажите преимущества и недостатки программного обеспечения Materialise Magics.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 10.
Создание цифровых моделей трехмерных объектов на базе системы breuckmann opto-top he

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель работы: изучение устройства, принципа работы системы Breuckmann OPTO-TOP HE и алгоритмов создание цифровых моделей трехмерных объектов с использование программного обеспечения AICON Opto- CAT.

Оборудование и инструменты: системы Breuckmann OPTO-TOP HE, трехмерный объект для оцифровки, персональный компьютер с установленным программным обеспечением AICON OptoCAT.

Теоретические положения:

Трехмерное сканирование представляет собой технологию перенесения физических параметров объекта в цифровой формат в виде объемной модели и появившуюся в 60-х годах 20-го века.

Первые образцы BD-сканеров были довольно просты и не обладали широким функционалом. Постепенно они усложнялись и совершенствовались, позволяя добиваться все более четкого изображения объекта.

3D-сканер - это устройство, которое исследует какой-либо объект, оцифровывая его с помощью датчиков, и использует полученную информацию для создания трехмерной модели. Таким образом, 3D-сканер создает цифровую копию физического объекта любой конфигурации и степени сложности. Этим он принципиально отличается своих предшественников - обычных сканеров, способных лишь считывать информацию с документов и фото.

Сам процесс 3D-сканирования может происходить по-разному - в зависимости от вида 3D-устройства и применяемой технологии, а также от того, какой объект требуется обработать с его помощью - движущийся или статичный.

Существует два основных вида 3D-сканеров - лазерные и оптические. Их принципиальное отличие состоит в том, как и с помощью чего происходит считывание данных.

Лазерное BD-сканирование происходит с использованием лазера и может осуществляться как на ближних, так и на дальних расстояниях от объекта.

В большинстве своем лазерные BD-сканеры работают по принципу триангуляции, когда камера находит луч на поверхности объекта и измеряет расстояния до него, после чего создается облако точек, каждая из которых имеет свои координаты в пространстве, и строится ЭЭ-модель объекта. Их достоинствами являются доступная цена и простота в применении в совокупности с высокой точностью

сканирования. Из недостатков можно отметить ограничения по удаленности и размерам сканируемого объекта.

Другой тип лазерных сканеров работает по принципу так называемого лазерного дальномера, измеряя время отклика луча от поверхности объекта. Данный тип сканеров широко применяются там, где необходимо создавать ЭЭ-модели различных зданий и сооружений. Их нецелесообразно использовать на небольших расстояниях, так как в таких случаях время отклика очень мало и точность данных снижается. Так же этот вид сканеров отличается высокой скоростью сканирования и детализацией получаемых изображений.

Недостатком лазерных ЭЭ-сканеров является невозможность их применения на движущихся объектах. В этом случае необходимо использовать оптические BD-сканеры, которые снимают одной или несколькими камерами с разных ракурсов подсвеченный специальным проектором объект. На основе полученной картинки и строится его трехмерное изображение.

Ограничением для применения этой технологии служат отражающие и пропускающие свет поверхности - блестящие, зеркальные или прозрачные.

Проводить сканирование любого объекта можно как контактным, так и бесконтактным способом. В первом случае необходимо активное взаимодействие с объектом BD-сканирования, во втором - нет. Оба этих метода имеют свои преимущества и недостатки.

Контактные BD-сканеры имеют механический щуп со специальным датчиком, который проводит замеры параметров объекта и собранную информацию передает на устройство обработки данных. Для этого исследуемый объект помещают на специальную поверхность и закрепляют. Такой плотный физический контакт дает возможность максимально точно определить и построить ЭЭ-модель объекта, однако, есть риск повреждения сканируемого изделия.

Бесконтактные BD-сканеры - это устройства, способные осуществлять ЭЭ-сканирование, находясь на расстоянии от объекта. Особенно это актуально для объектов, расположенных в труднодоступных местах.

Поток излучения (ультразвук, свет, рентгеновские лучи или лазерное излучение) направляется на объект и отражаясь от него, распознается 3D- сканером. Они схожи по принципу действия с видеокамерой и могут требовать использования дополнительных устройств для лучшего освещения.

Бесконтактные трехмерные сканеры бывают 2-х видов:

У активные - работают при помощи направленного на объект луча лазера или структурированного света, которые, отражаясь, дают информацию о местонахождении предмета в виде координат.

У пассивные - используют времяпролетные дальномеры, которые считывают время и расстояние, которое проходит лазерный луч до предмета, и так по каждой точке в пространстве, что в итоге позволяет точно воссоздавать его трехмерное изображение.

Очень востребованными и распространенными являются настольные 3D-сканеры, поскольку они в большинстве своем просты и безопасны в эксплуатации, не требуют каких-то специальных технических навыков и стоят довольно дешево.

3D-сканеры по принципу применения делятся на:

У ручные - удобные и простые модели, которыми легко пользоваться, так как они довольно компактны и не требуют особых навыков эксплуатации. Однако, и их технические возможности несколько ограниченными.

У портативные - применяются в основном для работы на выезде, отличаются повышенной мобильностью.

У настольные - имеют расширенную функциональность и применяются для создания точных 3D-моделей объектов.

У стационарные - применяются на производстве, различных предприятиях, так как могут сканировать сразу большое количество однотипных объектов. Устанавливаются на специальных поворотных столиках.

Преимущества 3D-сканеров:

У возможность сканирования объектов, расположенных на удаленном расстоянии и в недоступных для присутствия местах;

У обладают возможностью передавать не только цвета, но и текстуру поверхности;

У существенно ускоряют процесс получения данных с любого объекта, даже имеющего сложную геометрическую форму;

У разнообразие моделей позволяет подобрать наиболее удобный вариант 3D-сканера.

Недостатки 3D-сканеров:

S некоторые виды сканеров не способны распознавать прозрачные или черно-белые предметы. В этом случае требуется их предварительная подготовка (обработка специальным матирующим составом);

S некорректное отображение сложных объектов, с большим количеством вставок и перегородок;

S для получения качественного результата требуют умений и навыков работы с определенными компьютерными программами по созданию 3D- моделей.

При необходимости создания высокоточных и качественных трехмерных копий объектов 3D-сканер является наиболее простым инструментом для реализации поставленной задачи. Он дает возможность работать практически в любых условиях: в специальных лабораториях и вне оборудованных рабочих мест, с любыми предметами по виду и размеру.

При выборе BD-сканера необходимо ориентироваться на следующие параметры:

S точность 3D-сканирования;

S разрешающая способность;

S диапазон работы устройства (насколько близко/далеко может находиться устройство от объекта 3D-сканирования);

S поле 3D-сканирования (диагональ рабочей зоны);

S портативность, мобильность устройства;

S время необходимое на подготовку 3D-сканера к работе, а также длительность самого процесса непрерывной оцифровки.

Трехмерные сканеры востребованы во многих сферах человеческой жизни. Они незаменимы как в промышленности, так и для бытовых нужд.

Самыми распространенными областями использования 3D-сканеров являются:

S медицина;

S промышленность;

S архитектура;

S строительство;

S киноиндустрия и дизайн.

Например, в стоматологии эти устройства позволяют создавать сверхточные трехмерные модели зубных протезов. В строительстве и промышленности также не обойтись без подобных технологий. Цифровые прототипы зданий сейчас получить гораздо проще и быстрее, чем раньше, когда для этого требовались множественные замеры вручную с последующим занесением их в базу данных. Любой физический объект сейчас можно воссоздать в трехмерном формате, причем, в кратчайшие сроки и с минимальной погрешностью.

В кинотеатрах мы можем видеть достаточно большое количество «оживших» фантастических персонажей, при создании которых применялась технология захвата движений, что позволило их сделать максимально реалистичными и впечатляющими. Это было бы невозможно без ЭЭ-скане- ров.

Технология бесконтактного оптического сканирования обеспечивает оперативный сбор данных и высокий уровень детализации, а на выходе вы получаете трехмерную модель сканируемого объекта [14]. В этом оборудовании применяется технология подсветки структурированным светом, позволяющая сократить время одного снимка одной секунды, независимо от размера и сложности объекта сканирования.

Система Breuckmann OPTO-TOP HE - бесконтактный оптический 3D сканер и предназначена для решения широкого спектра задач [15]:

S реверс-инжиниринг,

S метрологический контроль отклонений формы сложных изделий,

S оценка геометрических погрешностей изготовления,

S измерение объектов,

S 30-моделирование.

При использовании 3-D сканера Breuckmann OPTO-TOP HE с фотограмметрической системой Aicon 3D Studio могут быть оцифрованы крупногабаритные объекты до мельчайших деталей.

Благодаря модульной конструкции и камерам высокого разрешения, система Breuckmann OPTO-TOP HE легко адаптируются для решения, практически, любых задач за минимальное время. Использование в конструкции углепластиковых компонентов обеспечивает высокий уровень термической и механической стабильности сенсоров, таким образом, позволяя добиваться высокого качества результатов даже в сложных условиях работы.

Результаты сканирования доступны в различных стандартных форматах файлов, что делает их совместимыми с различными существующими программными средствами для дальнейшей работы. В качестве программного обеспечения использует AICON OptoCAT.

Основными компонентами 3-D сканера Breuckmann OPTO-TOP HE являются (табл.7.1): сенсорная база (1), камера с разрешением 1,4 MPix (2), проектор (3), кабели для передачи информации от установки к компьютеру и обратно (4), USB-ключ защиты для программного продукта AICON OPTOCAT (5), блок управления (6), набор сенсоров (7) и штатив (8).

Таблица 7.1

Компоненты 3-D сканера Breuckmann OPTO-TOP HE

№ п/п	Внешний вид компонента	Примечание
1		Оснащена двумя лазерами для фокусировки изображения. Длина может изменятся в зависимости от габаритов сканируемого объекта.
2		Предназначена для получения черно-белых снимков, необходимых для формирования объемного изображения.
3		Оснащен галогеновой лампой для создания дополнительного освещения при сканировании.
4		Предназначены для обмена данными между ЭВМ и системой Breuckmann OPTO-TOP HE по интерфейсу IEEE 1394 firewire.
5		Является аппаратным средством защиты программного продукта OPTOCAT 2007 от не лицензионного копирования.
6		Отвечает за управление процессом сканирования, обмен данными между ЭВМ и системой Breuckmann OPTO-TOP HE.
7		Имеют разное фокусное расстояние. Отдельно маркируются для использования с камерой (С) и проектором (Р).
8		Является базой для сборки системы Breuckmann OPTO-TOP HE. Имеет уровень горизонта и возможность изменения положения сенсорной базы в пространстве.

Внешний вид 3-D сканера Breuckmann opto TOP-HE и его технические характеристики

Общий вид 3-D сканера Breuckmann opto TOP-HE и его технические характеристики представлены в таблице 7.2.

Таблица 7.2

1. Диагональ рабочей зоны сканирования, мм	200
2. Точность сканирования, мм	±0,01
3. Разрешающая способность камеры (x, y),	120
4. Апертура проектора, мм	2

Программное обеспечение для 3-D сканера Breuckmann OPTO-TOP HE называется «AICON OPTOCAT». Основные элементы интерфейса программы представлены на рис. 7.1-7.7.

Структура главного рабочего окна представлена на рис. 7.1.

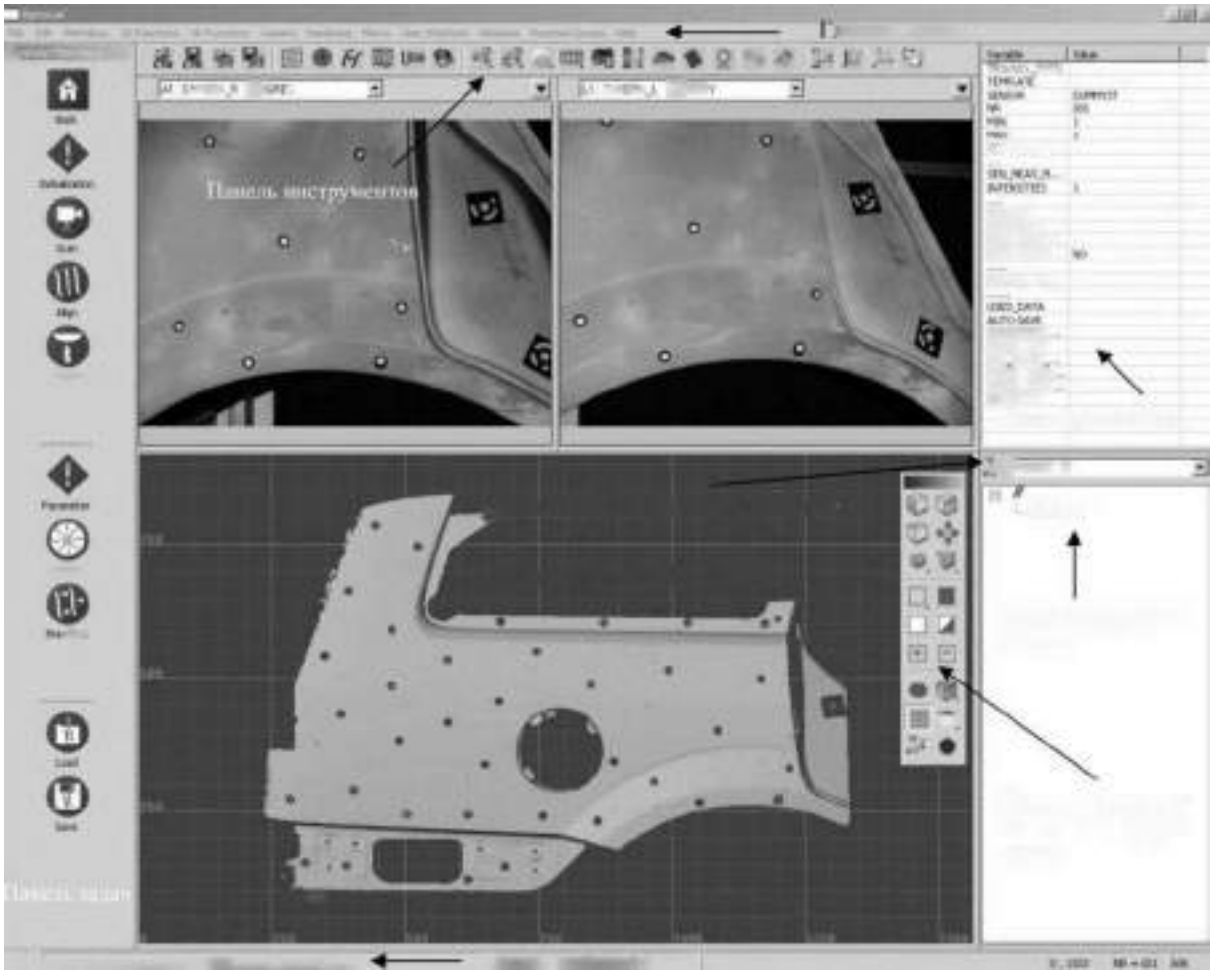


Рис. 7.1. Главный интерфейс программы AICON OptoCAT

Все элементы управления ориентацией и отображением 3-D модели можно разделить на четыре группы:

S элементы ручного позиционирования модели;

S элементы отображения стандартных видов модели (вид спереди, вид сбоку, вид снизу);

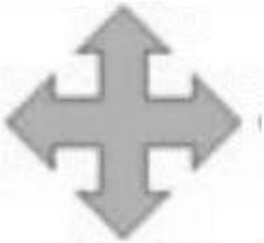
S элементы управления отображением неподвижной модели и при ее перемещении;

S элементы обработки 3-D модели.

Описание основных возможностей каждой группы приведено в таблице, в которых отображены основные команды каждой группы и результат, получаемый после их применения. Основные возможности каждой группы приведены в табл. 7.3-7.6.

Таблица 7.3

Элементы ручного позиционирования модели

Обозначение (иконка)	Комбина-ция клавиш	Выполняемое действие
	LMB	Линейное перемещение объекта в любом направление
	RMB	Изменение масштаба
	MMB	Перемещение объекта в плоскости экрана
	Wheel (колесико мыши)	Изменение масштаба
	Alt + LMB	Вращение объекта по и против часовой стрелки

Используемые сокращения: LMB - Left mouse bottom (левая кнопка мыши), RMB - Right mouse bottom (правая кнопка мыши), MMB - Midle mouse bottom (средняя кнопка мыши).

Таблица 7.4

Элементы отображения стандартных видов модели

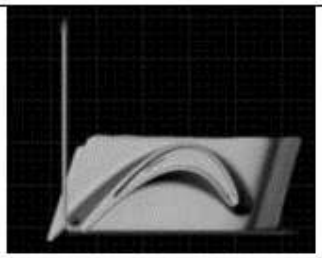
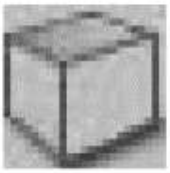
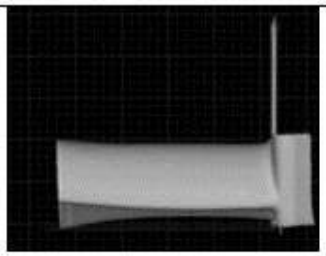
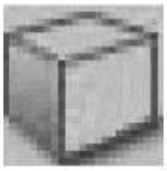
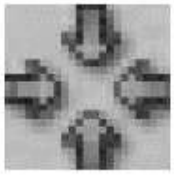
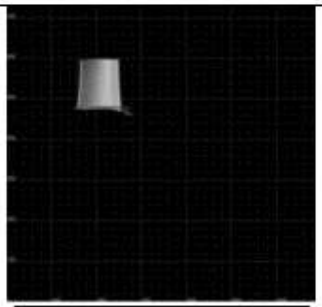
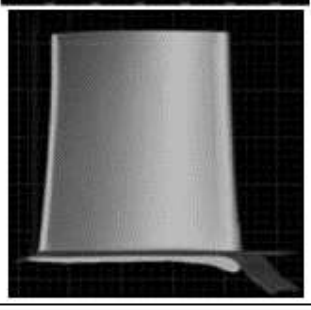
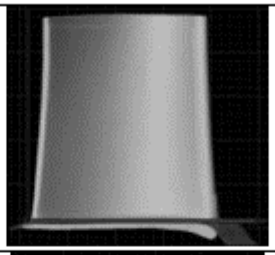
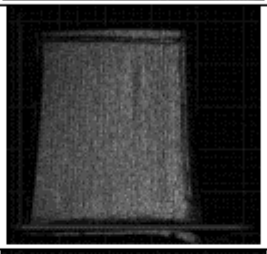
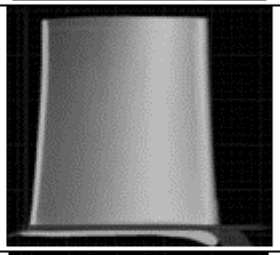
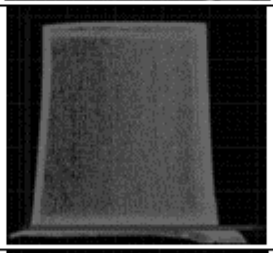
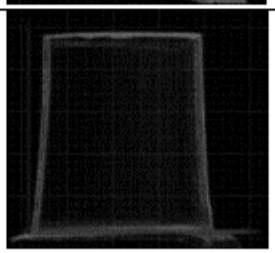
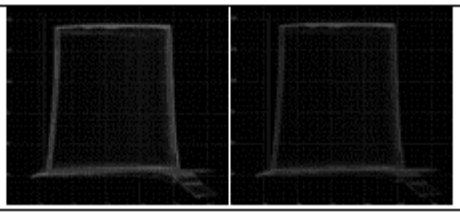
Обозначение (иконка)	Выполняемое действие	Описание выполняемого действия
	Отображает вид спереди, сканируемого объекта	
	Отображает вид сбоку, сканируемого объекта	
	Отображает вид снизу, сканируемого объекта	
	Вписывает отсканированные объект в экран	 

Таблица 7.5

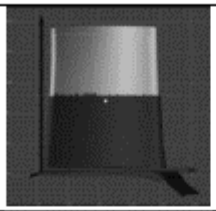
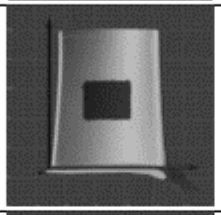
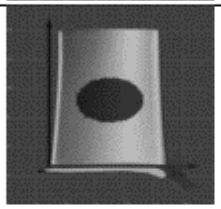
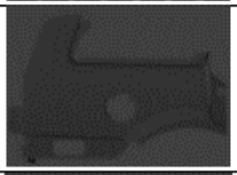
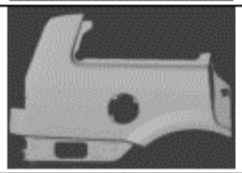
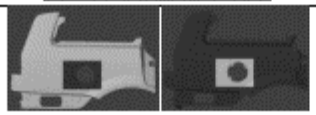
Элементы управления отображением неподвижной модели

– иконка, вызывающая панель управления способами отображения неподвижной модели*		
Способ отображения пример	Способ отображения (пример)	Описание способа отображения
Плоскость (flat)		Отображает данные как закрашенные треугольник
Плоскость + Каркас (flat + wireframe)		Отображает данные как закрашенные треугольники с их контурами
Сглаженная поверхность (smooth)		Отображает данные как закрашенные сглаженные треугольники
Каркас (wireframe)		Отображает данные как каркасную модель
Точки (points)		Отображает данные в виде точек
1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/100		Отображает соответственно каждую точку, каждую вторую точку и т.д.

* - отображение модели при ее перемещении имеет точно такие же настройки.

Таблица 7.6

Элементы обработки 3-D модели

– Режим выделения сканируемого объекта		
Способ выбора объекта или его части	Пример применения способа	Описание способа
Линия (line)		Для выбора нужной области необходимо обвести ее линиями
Прямоугольник (rectangle)		Для выбора нужной области необходимо указать начальную и конечную вершины прямоугольника
Эллипс (Ellipse)		Для выбора нужной области необходимо указать центр эллипса. При удерживании нажатой клавиши ctrl эллипс превращается в окружность
Лассо (Lasso)		Предназначен для выбора области произвольной формы.
Многоугольник (polygon)		Позволяет очерчивать контур выбираемого объекта прямыми линиями
Выбрать весь объект (select all)		Предназначена для выбора всего объекта сканировании
Отменить выбор объекта (select none)		Отменяет выбор сделанный до него
Обратить выбор объекта (inverte selection)		Обращает выделенную область объекта

Для добавления фрагмента к уже выбранной области существует команда add selection (добавить к выбранному (i+J)), для исключения фрагмента - remove selection (удалить выбранное (Ы)). Для удаления ненужных фрагментов 3-D объекта - erase selection (•).

Сканирование объектов

Сканирование объектов на установке Breuckmann OPTO-TOP HE можно проводить двумя основными способами, которые отличаются технологией формирования 3-D модели. Последовательность действий, которую необходимо выполнить для получения одной области сканируемого объекта является одинаковой как для первого способа, так называемого, «Ручного сканирования», так и для второго - «Сканирование с помощью контрольных точек». Различия проявляются на стадии формирования модели из отдельных областей сканирования. Рассмотрим последовательность действий, которую необходимо выполнить для получения полной 3-D модели на примере «Ручного сканирования», а отличительные особенности «Сканирование с помощью контрольных точек» рассмотрим отдельно. Процесс сканирования начинается с установки объекта в рабочей зоне. Причем как к объекту сканирования, так и к рабочей зоне предъявляется ряд требований. Объект должен быть не прозрачным и не глянцевым. Эти требования связаны с принципом работы сканера. Рабочая же зона, по возможности, должна быть максимально темной для получения большего контраста с объектом сканирования. Далее необходимо создать проект, в котором будут сохраняться полученные при сканировании данные. Для этого необходимо задать имя проекта и указать адрес, по которому он будет сохранен (рис. 7.2). После создания проекта необходимо указать требуемые настройки, с которыми будет осуществлено сканирование. Основными из них являются ручная или автоматическая настройка яркости сканирования, формат сохраняемых данных, использование различных 2-D и 3-D фильтров, параметры захвата изображения и др (рис. 7.3 - 7.5). После выполнения ряда сканирований необходимо объединить полученные данные между собой для формирования 3-D модели. Как было упомянуто выше, технология формирования объемной модели различна для рассматриваемых способов. При «Ручном сканировании» объединение двух областей происходит по меткам, расставленным вручную (рис. 7.6), а при «Сканировании с помощью контрольных точек» по точкам, которые были заранее нанесены на сканируемый объект и их параметры были заданы машине на этапе настройки проекта (рис. 7.4, 7.7).

Диалоговые окна описанной выше последовательности представлены на рис.7.2 - 7.7.

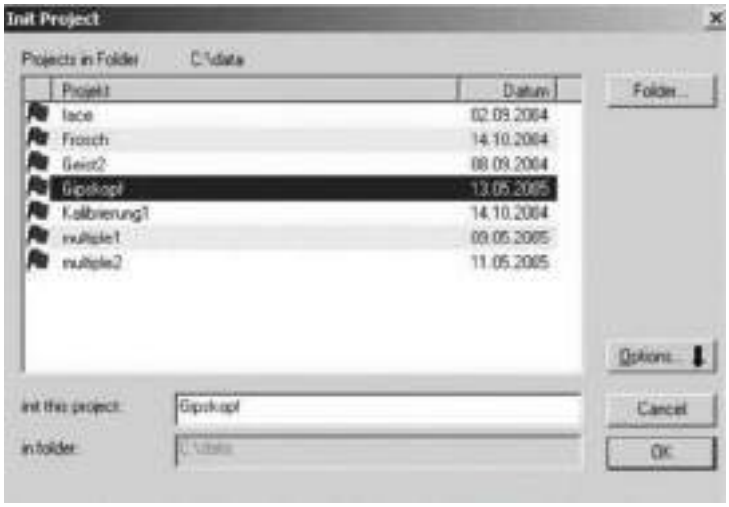
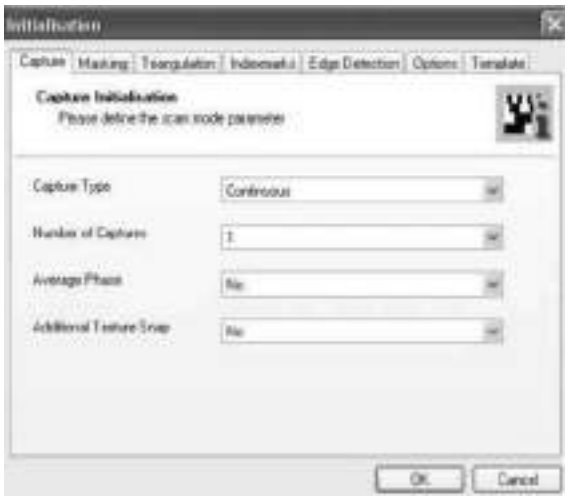
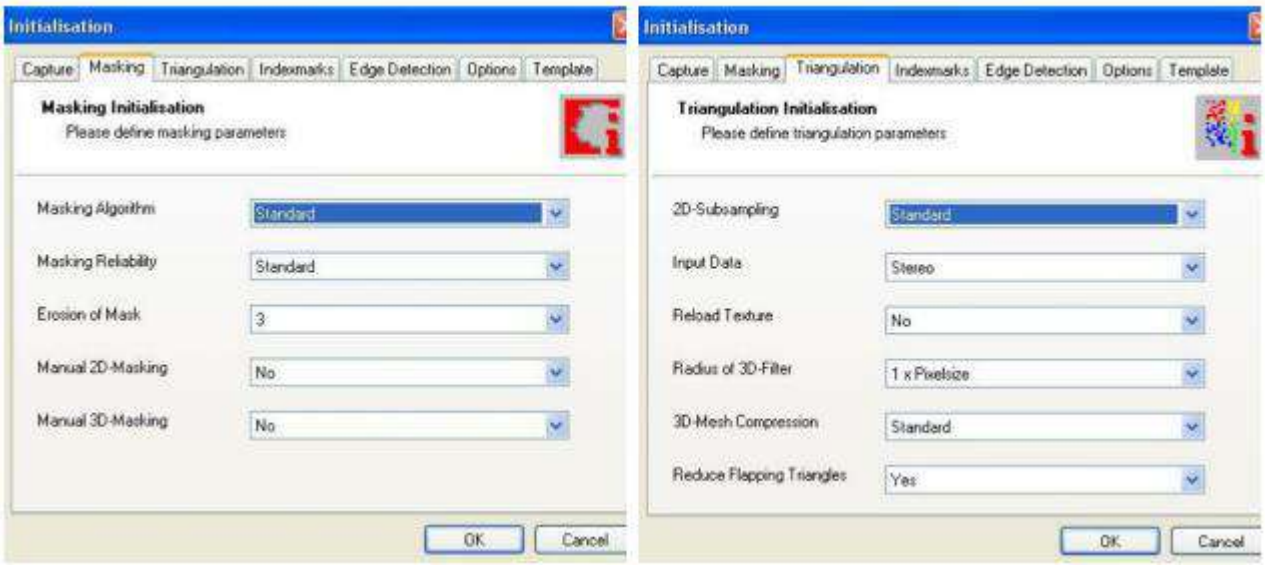


Рис.7.2. Инициализация проекта (задание имени проекта и назначение каталога для сохранения данных)

а)



б)



в) г)

Рис. 7.3. Задание настроек проекта: а), б) - выбор параметров захвата изоб-ражения; в), г) - настройки 2-D и 3-D фильтров

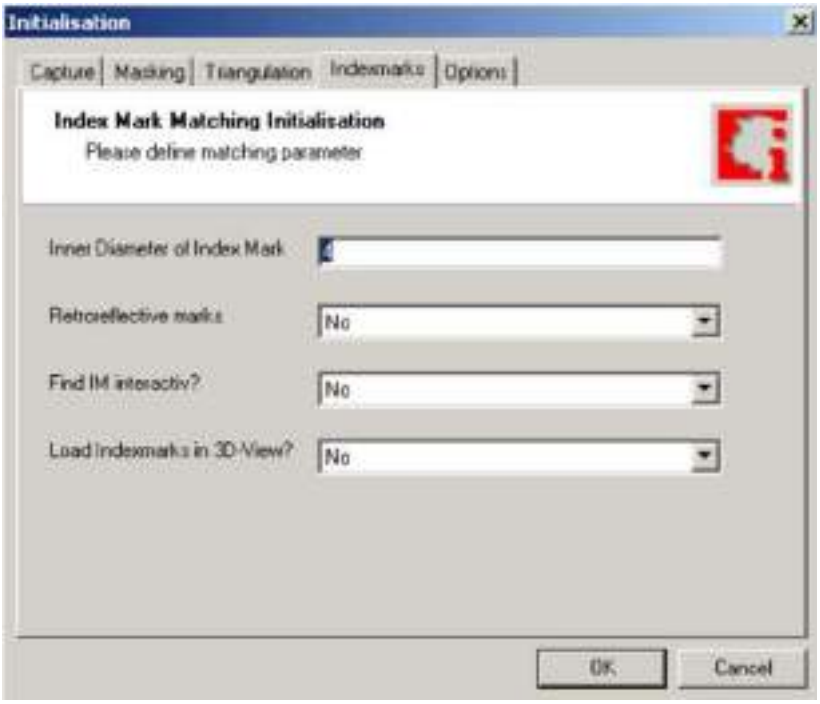


Рис.7.4. Настройка параметров контрольных точек (только для режима «Сканирование с помощью контрольных точек»)

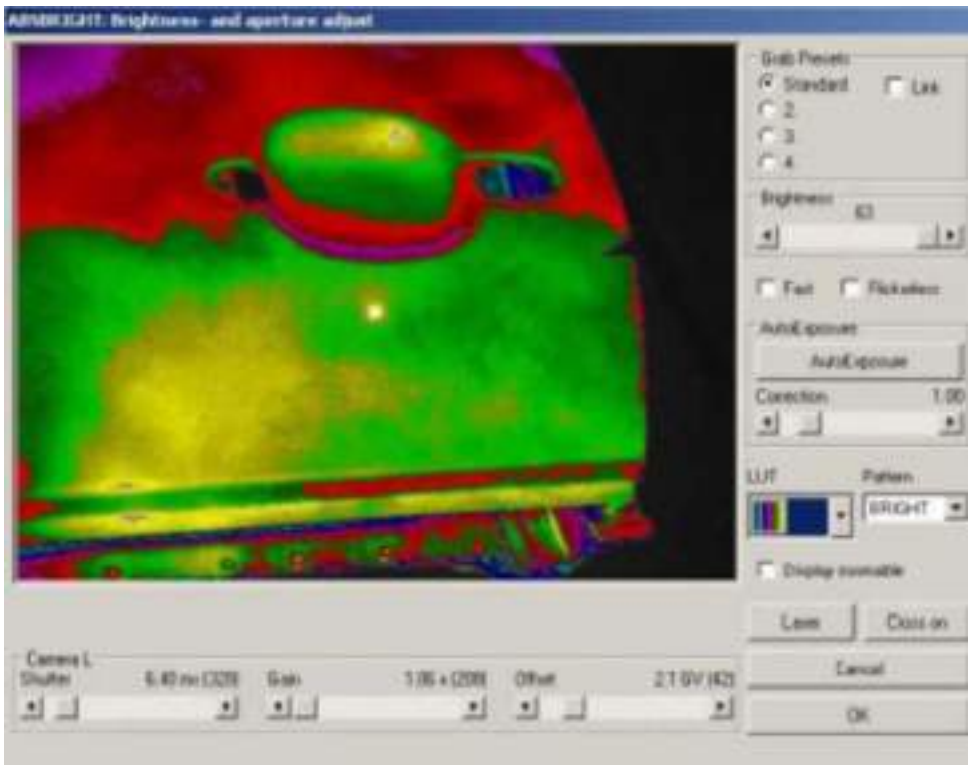


Рис. 7.5. Настройка параметров яркости резкости и времени выдержки

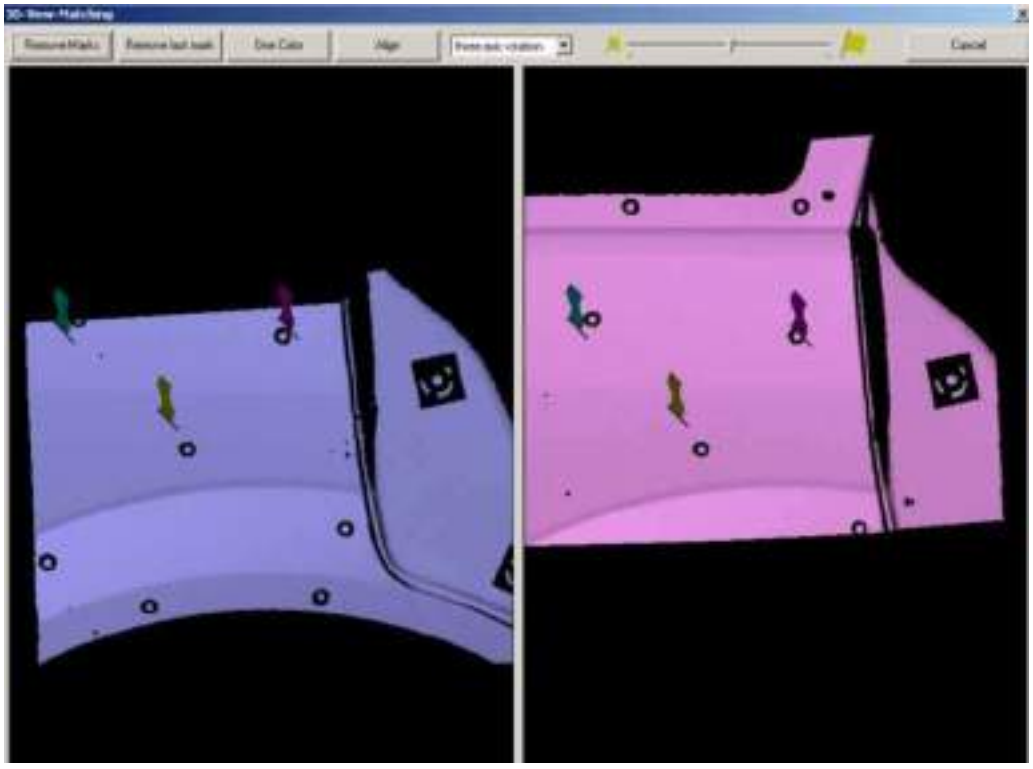
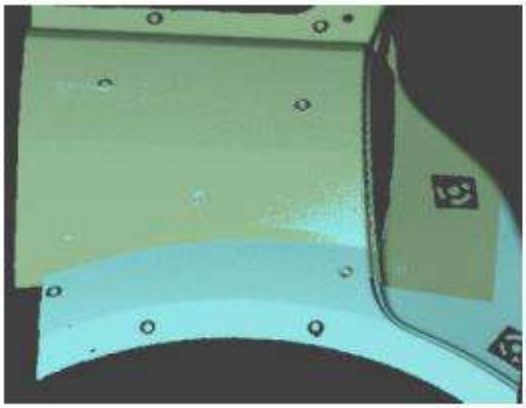
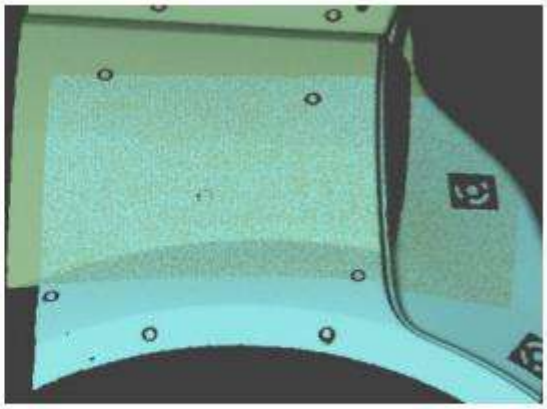


Рис.7.6. Объединение областей сканирования в «ручном режиме»



Объект до автоматического объединения по контрольным точкам



Объект до автоматического объединения по контрольным точкам

Рис.7.7. Объединение областей сканирования в режиме «Сканирование с помощью контрольных точек»

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с теоретической частью, касающейся устройства и принципа работы 3-D сканера Breuckmann OPTO-TOP HE;

2. Открыть программное обеспечение AICON OptoCat и инициализировать новый проект;

3. Провести 3-D сканирование объекта в ручном режиме, выполняя следующие операции:

a. Выставить камеру на фокусном расстоянии от поверхности модели

b. Задать необходимые параметры яркости, резкости и времени выдержки

c. Провести сканирование в заданном положении камеры

d. После получения поверхности изделия, повторить пункты 3.a - 3.c для стороны детали, смежной с отсканированной ранее

e. Сшить поверхности, указав три совпадающие точки на обеих поверхностях

f. Повторять пункты 3.a - 3.e до получения 3-D геометрии всего изделия, либо требуемой части

4. Объединить все поверхности и сохранить полученную 3-D геометрию в STL-формате.

Отчет должен содержать:

1. Цель и краткие теоретические сведения;

2. Изображения внешнего вида 3-D сканера Breuckmann OPTO-TOP HE с указанием основных конструктивных элементов;

3. Описание технологии получения 3-D моделей объектов с использование обоих описанных режимов сканирования с указанием преимуществ и недостатков;

4. Изображения, иллюстрирующие процесс выполнения практической работы в соответствии с приведенным описанием;

5. Вывод по выполненной практической работе.

Контрольные вопросы:

1. Укажите классификационные признаки 3-D сканера Breuckmann OPTO-TOP HE.

2. Укажите основные технические характеристики 3-D сканера Breuckmann OPTO-TOP HE.

3. Укажите основные преимущества и недостатки 3-D сканера Breuckmann OPTO-TOP HE.

4. Опишите технологию получения 3-D моделей объектов с использо-вание ручного режима сканирования.

5. Дайте сравнительную оценку ручного и автоматического режимов сканирования.

6. Какие требования предъявляются к сканируемым объектам?

7. Укажите наиболее популярные области применения 3-D сканеров.

8. Какие параметры оказывают влияние на точность сканирования?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 11.
Исследование формовки выводов электронных компонентов

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель работы

Изучение процесса формовки выводов электронных компонентов, применяемого оборудования и исследование точности и настроенности технологического процесса формовки.

Теоретические сведения

К технологическим операциям подготовки изделий электронной техники (ИЭТ) относят распаковку, формовку, обрезку и лужение выводов.

Распаковка. С завода-изготовителя ИЭТ поступают в разнообразной таре-упаковке. Большая часть ее рассчитана на загрузочные узлы сборочных автоматов, в которых осуществляется извлечение ИЭТ из тары. В этих условиях распаковка является одним из технологических переходов сборочной операции. Однако значительное число ИЭТ поступают в индивидуальной таре-спутнике, из которой их необходимо переложить в промежуточную тару-кассету. Распаковка из этой тары заключается в снятии с корпуса тары тонкой пластмассовой крышки путем ее поперечного сжатия. Крышка прогибается, ее ширина уменьшается, и она отделяется от корпуса.

Формовка выводов предназначена для придания им конфигурации, определяющей положение корпуса ИЭТ относительно платы. Например, П-образная формовка штырьковых выводов позволяет устанавливать ИЭТ без зазора между его корпусом и платой. Если же вблизи концов выводы изогнуть зигзагообразно, то возможна установка с зазором между корпусом ИЭТ и печатной платой. Формовка планарных выводов в виде буквы Z, т.е. гибка вывода в двух местах с образованием уступа, применяется для пайки их на контактные площадки платы.

Установка ИЭТ на платы является первым этапом сборки, и дефекты данной операции неблагоприятно отразятся на качестве монтажных соединений. В зависимости от типа производства применяют ручную и механизированную сборку плат, причем в качестве критерия выбора оборудования принимают вариант исполнения выводов (штыревые, планарные). Оптимальное выполнение операции установки ИЭТ на платы требует согласования допусков на выводы и на диаметры отверстий, выбора наиболее приемлемого метода фиксации компонента, определения оптимального варианта расположения компонентов на плате.

Положение компонентов, полученное при сборке, не должно изменяться до момента контактирования, т. е. формирования монтажного соединения. Поэтому компоненты должны быть зафиксированы на плате. Фиксация должна: быть легкой в исполнении, без применения дополнительных элементов, выдерживать собственную массу элементов, осуществляться при обратном ходе рабочего инструмента. Существуют различные варианты фиксации выводов элементов в отверстиях плат (рис. 5.1): при П-образной формовке - загибка, при зиг-формовке - деформация, при вертикальной установке - под действием упругих сил или деформации.

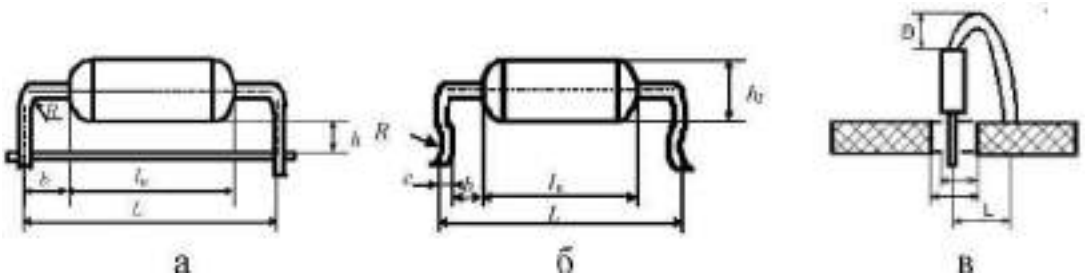


Рис. 5.1. Варианты формовки выводов ИЭТ: а - П-образная, б - зиг- формовка, в - зиг при вертикальной установке

Загибка создает большую опасность замыканий с близлежащими проводниками, чем расплющивание. Пружинные выводы интегральных микросхем (ИМС) не требуют загибки, так как фиксация происходит за счет трения о внутренние стенки отверстий. Для фиксации ИМС с планарными выводами применяют их предварительное приклеивание к плате.

Зиг-формовка выводов осуществляется по схеме на рис. 5.2.

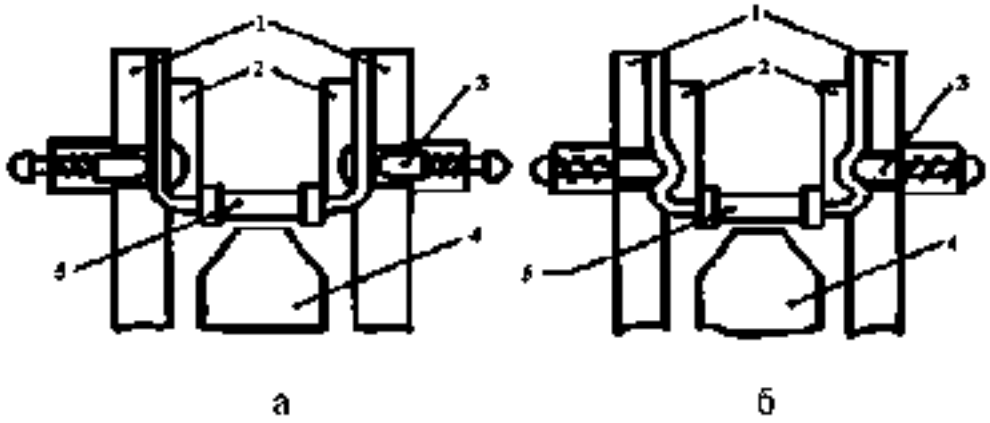


Рис. 5.2. Схема зиг-формовки выводов радиоэлементов: а - гибка вывода; б - образование зига

В подающих дисках 1 имеются канавки, в которые элементы подаются неподвижными формообразующими 2. Подающие диски получают непрерывное вращение. В диски встроены подпружиненные пуансоны 3, которые при набегании на рычаги приобретают поступательное движение и образуют зиг на выводах. Кулачок 4 выталкивает элемент 5 из пазов диска в тару. Как и всякая гибочная операция, формовка сопровождается сильным механическим воздействием инструмента на выводы, а через них на активную часть компонента - полупроводниковый кристалл.

Размер зига С рассчитывают по формуле

$$C = (d0 + d)/ 2 + 0,5,$$

где do, d - диаметры отверстия и вывода соответственно.

Процесс Z-образной формовки планарных выводов ИМС приведен на рис. 5.3,а,б,в. До тех пор, пока вывод 1 ИМС 2 под действием пуансона 3 не коснется выступа 4 матрицы 5, идет формирование только первого, верхнего уступа вывода (см. рис.5,3,а). Необходимое для этого усилие определяется по формуле

$$P = 1,25BSsK + P$$

где В - ширина вывода;

S - толщина вывода ИМС, мм;

s - временное сопротивление материала выводов, МПа;

К - табличный коэффициент (1,2-1,5);

Рпр - усилие прижима выводов, Н, составляющее (0,25-0,3) Р.

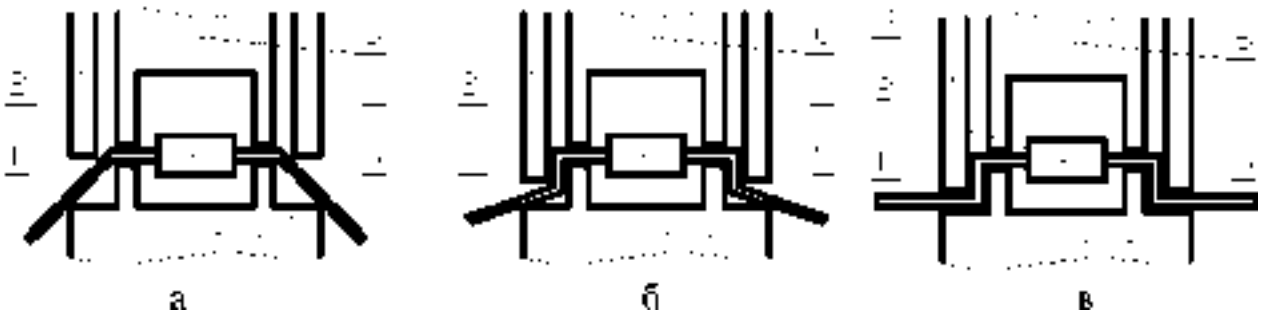


Рис. 5.3. Процесс формовки планарных выводов: а - первого уступа, б - второго уступа, в - основной части вывода

На втором этапе (рис. 5.3, б) пуансон действует уже на две точки участка вывода 1. При этом наряду с увеличением угла изгиба верхнего уступа начинает формироваться второй, нижний уступ. По мере того как пуансон 3 смещается вниз, в точке, где он касается вывода, проходит волна деформации. На заделанном в корпус ИМС конце вывода возникают значительные растягивающие напряжения, для предотвращения передачи которых внутрь корпуса ИМС в состав формующего штампа обязательно вводят прижимной элемент 6. Он зажимает выводы раньше, чем начинает движение вниз пуансон 3. Для корпусов, поставляемых в индивидуальной таре-спутнике, усилие прижима задают на уровне 14,0-16,5 Н на вывод. На рис. 5.3, в показано заключительное положение деталей штампа и вывода. Растягивающие усилия в местах выхода выводов из корпуса не должны превышать значений, указанных в табл.5.1.

Таблица 5.1

Растягивающие усилия при формовке

Сечение вывода, мм^2	Растягивающее усилие на вывод, Н
До 0,1	2,5
0,1 - 0,2	5,0
0,2 - 0,5	10,0
0,5 - 2,0	20,0

Диаметр монтажных отверстий в печатных платах для выводов компонентов определяется из соотношения

d = dB + (0,1...0,15), (5.3)

где dE - диаметр вывода.

В нормативно-технической документации на ИЭТ указаны условия, которые необходимо выполнять при формовке, чтобы сохранить их работоспособность. Формовку выводов прямоугольного сечения следует производить с радиусом не менее двух их толщин, а выводов круглого сечения - не менее их удвоенного диаметра. Расстояние от тела корпуса до центра окружности изгиба не должно быть менее 1,0 мм. Не допускаются сколы и разрушение стекла или керамики в местах заделки выводов, а также деформация корпуса, приводящая к разгерметизации ИМС.

Для измерения величины гарантированного зазора между пуансоном и матрицей формуют мягкую деталь заведомо избыточной толщины. Зазор определяют по величине ее деформации.

Обрезка выводов. С завода-изготовителя ИЭТ приходят с удлиненными выводами. Обрезать их в соответствии с чертежом можно на разных этапах технологического процесса:

- сразу же после формовки в одном штампе, снабженном ножами. Этот вариант используется наиболее часто;

- перед формовкой. Этот вариант менее желателен, так как отклонения в размерах выводов ИЭТ, погрешности инструмента скажутся на размере обрезки;

- на последующих этапах техпроцесса, например, после сборки ИЭТ на платы, что обеспечивает групповую обработку;

- иногда выводы обрезаются предварительно (когда ИЭТ выкусываются из ленты-носителя), а затем окончательно после установки на платы.

В условиях единичного и опытного производства подготовительные операции обычно выполняются тем же рабочим, который выполняет сборку и монтаж электронных модулей. Для этого на сборочном участке имеются ванна лужения, набор ручной оснастки и инструмента для распаковывания, формовки, обрезки.

При увеличении объемов производства целесообразно специализировать на подготовительных операциях отдельный участок, оснащенный комплектом специального оборудования. На нем осуществляют распаковку, подготовку и хранение ИЭТ до момента выдачи на сборочный участок.

Оборудование для подготовительных операций отличается большим разнообразием как по степени автоматизации, так и по степени универсальности. Это отражает реальные условия производства, в котором одновременно находятся сотни типоразмеров ИЭТ, причем потребность в разных ИЭТ может различаться в десятки и сотни раз. При этом на одном участке организуются два разных типа

производства: мелкосерийное для ИЭТ малой программы, и серийное для большой программы ИЭТ. Созданы автоматы и линии комплексной подготовки, охватывающие четыре и более технологические операции и имеющие позиции загрузки из тары в состоянии поставки и выгрузки в промежуточную технологическую тару.

Степень универсальности автоматов подготовки выводов ограничивается необходимостью точно выдержать размер формовки и обрезки. Большая универсальность наблюдается в автоматах для ИЭТ с однонаправленными и двунаправленными выводами, где несколько ниже требования к размерам формовки.

Другой тенденцией является модульное построение автоматов формовки, в которых сменные узлы загрузки позволяют обрабатывать ИЭТ в разной форме поставки. Так, вибробункер позволяет обрабатывать ИЭТ, поставляемые россыпью, барабанный загрузчик - ИЭТ, вклеенные в ленту и т. п. Этим достигается, с одной стороны, гибкость в отношении вида ИЭТ, а с другой - повышение производительности с 2 тыс. шт./ч при ручной загрузке до 7 - 10 тыс. шт./ч при ленточной загрузке. Такое оборудование выпускают фирмы Streckfuss Systems (Германия), Weresch Automat Productions (Австрия), Electrovert (Канада, США) и др.

В полуавтомате обрезки и формовки выводов элементов ICM 83 (Weresch Automat Prod.) применен быстросъемный инструмент с карбидным наконечником и эффективной шириной 52 мм, который не требует регулировки (рис. 5.4). Направляющие для компонентов прикрепляются посредством быстрого механизма захвата, который упрощает их замену для различных выводов. Формуются выводы ИМС до 40 шт. одновременно с производительностью 3000-8000 шт./ч.

Рис. 5.4. Полуавтомат ICM 83

Рис. 5.5. Полуавтомат PK–R–042

Полуавтомат PK-R-042

Полуавтомат PK-R-042 Unitra (Польша) (рис. 5.5) предназначен для резки и формовки односторонних параллельных выводов электронных компонентов. Загрузка компонентов в полуавтомат осуществляется вручную. При производительности около 2000 шт./ч полуавтомат пригоден для серийного

производства. Он выполняет резку и формовку выводов, размещенных по кругу диаметром 2,5 мм с расстановкой выводов у транзисторов (тип корпуса КТ-1) по всей длине выводов (рис. 5.6).

Усилие формовки выводов можно рассчитать, как:

где l — длина линии изгиба;

d — диаметр вывода;

B - плечо гибки, равное r+1,25d; r — внутренний радиус гибки;

s - предел текучести материала вывода (для меди — 42 МПа).

Полуавтомат состоит из следующих основных механизмов: подачи элементов, формовки и резки выводов, арретирования, привода рабочих механизмов, блока электрического управления. Механизм подачи состоит из диска с двенадцатью гнездами для выводов компонентов, диска арретирования (рис. 5.7). Механизм формовки и резки выводов (рис. 5.8) состоит из корпуса 1, планок питания 2, 3, пружины 4, матрицы 5, штампующих накладок и ножей для резки. Формовка выводов транзисторов осуществляется штампующими накладками 5, 6, прикрепленными к планкам 2, 3.

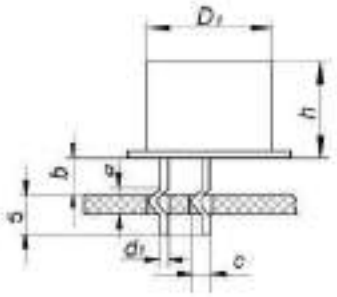


Рис. 5.6. Формовка и обрезка выводов транзистора типа КТ

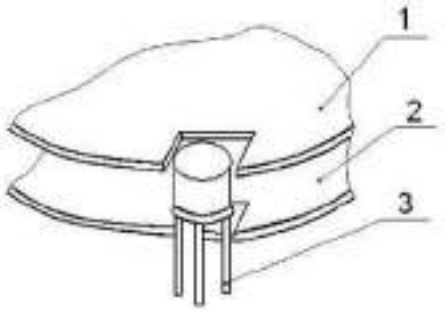


Рис. 5.7. Механизм подачи транзисторов: 1 – диск подачи, 2 – диск арретирования, 3 – транзистор

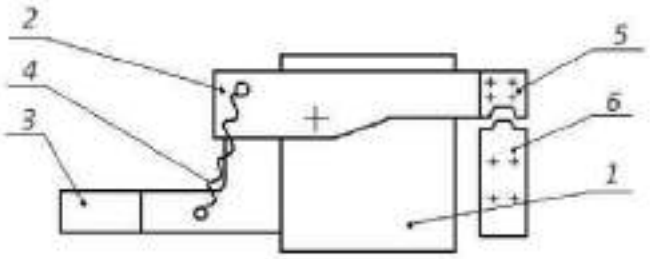


Рис. 5.8. Механизм формовки и резки выводов: 1 – корпус, 2, 3 – планки штампа, 4 – пружины, 5, 6 – штампующие накладки и ножи

Регулировка положения узла формовки и резки относительно узла подачи обеспечивается за счет передвижения держателя вдоль направляющих 5 с помощью ходового винта, снабженного ручкой (рис. 5.9).

Нужная длина выводов регулируется ручкой, находящейся сверху ограждения, которая перемещает узел формовки и резки на нужную дистанцию. Узел арретирования осуществляет стабилизацию положения агрегата дисков подачи, вращающихся скачкообразно. Корпус узла закреплен через промежуточную деталь на верхней плите и посажен на приводной валик.

Привод рабочих механизмов полуавтомата - электрический (рис. 5.10). Вращающий момент двигателя постоянного тока Д передается червячной передаче И и упругой муфтой УМ на валик «а», а затем, посредством конусной зубчатой передачи П1 на валик «б». Валик «в» приводится в движение цилиндрической передачей П2.

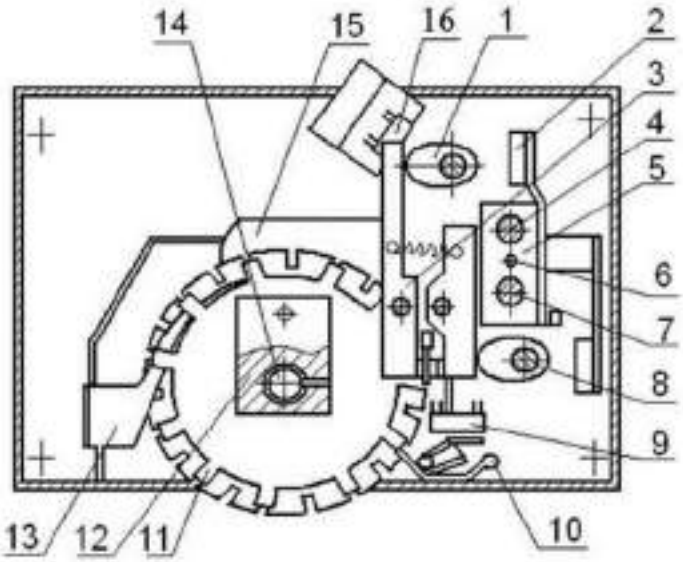


Рис. 5.9. Взаимодействие основных механизмов полуавтомата:

1, 8 - кулачки, 2 - масленка, 3 - держатель, 11 - узел подачи, 4 - направляющая, 6 - ходовой винт, 7 - узел арретирования, 9 - защитный выключатель, 9 - переключатель мощности двигателя, 3 - узел формовки и резки, 13 - сбрасыватель, 15 - прижим, 14 - валик привода, 10 - стопор

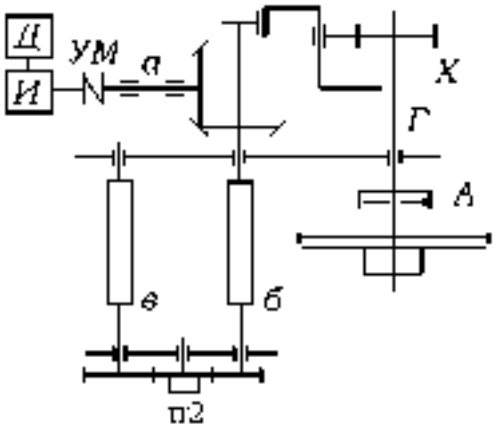


Рис. 5.10. Кинематическая схема полуавтомата

От валика «б» момент вращения проходит через храповик Х на валик Г. На последнем посажен агрегат дисков подачи «д». Валик «г» имеет арретирующее устройство А. Один полный оборот приводного валика «а» сопровождается поворотом диска подачи «д» на угол р/6 рад со скоростью до семи

оборотов в минуту. На валиках «в» и «г» посажены кулачки, которыми приводятся в движение планки 2 и 3 механизма формовки и резки.

Порядок выполнения работы

1. Изучить описание к лабораторной работе.

2. Рассчитать размер зига и усилие формовки вывода компонента согласно заданию.

3. Произвести проверку функционирования полуавтомата, для чего:

- ручки «Рег. оборотов» и «Усиление» поставить в нулевое положение;

- переключатель «Сеть» поставить в рабочее положение: засветится индикаторная лампочка;

- ручкой «Рег. оборотов» установить минимальную скорость вращения диска подачи;

- уложить компоненты в гнезда дисков подачи;

- ручкой «Усиление» установить минимальное усилие формовки по показанию прибора.

Для определения нужной длины выводов радиодетали после обрезки и формовки надо поднять механизм формовки и резки до упора о нижний диск узла подачи, а затем опустить его на нужную дистанцию. За один оборот ручки узел формовки и резки опускается на 1 мм.

Для немедленного отключения полуавтомата надо воспользоваться микровыключателем, который является устройством защиты на тот случай, если оператор протянет ладонь внутрь полуавтомата слишком далеко.

Внимание! Прежде чем приступить к работе, надо убедиться - не засо-рен ли узел формовки и резки. В случае перебоев в работе или выхода из строя полуавтомат немедленно остановить. Запрещается проводить очистку полуавтомата во время его работы. Одежда оператора не должна иметь повисающих рукавов. Окончив работу, полуавтомат надо отключить от сети, а затем тщательно его очистить.

4. Произвести формовку партии компонентов в количестве 25 штук (например, транзисторов в корпусе КТ-1 или проволочных перемычек) на полуавтомате при различных значениях усилия формовки (4, 6, 8 усл. ед.).

5. Замерить расстояние «с» на выводах (см. рис. 5.6), пользуясь микроскопом МБС-2, данные занести в табл. 5.2.

6. Построить на ПЭВМ гистограммы статистического ряда распределения для различных усилий. Произвести статистическую обработку результатов измерений и определить математическое ожидание измеряемого параметра Мх, среднеквадратическое отклонение о, а также:

Таблица 5.2

Результаты измерений

Усиление / № измерения	усилен 4	усилен 6	усилен. 8
	размер «с», мм		
1			
2			
...			
25			

Технологический процесс считается настроенным при K > 0,9, а E<0,05. В этом случае при подчинении распределения производственных погрешностей нормальному закону брак не превысит 1%.

Содержание отчета

1. Эскиз формовки выводов транзисторов.

2. Протокол измерений параметров формовки (см. табл. 5.2).

3. Гистограммы статистического ряда распределения.

4. Расчет усилия гибки выводов и размера зига.

5. Проверка настроенности техпроцесса.

Контрольные вопросы

1. Сущность технологических операций подготовки выводов.

– половину поля допуска на параметр,

$$\delta = \frac{3\sigma}{Mx}, \qquad (5.5)$$

– коэффициент технологической точности K

$$K = \frac{2\delta(ТУ)}{S_u} = \frac{\delta(ТУ)}{\delta}, \qquad (5.6)$$

– величину смещения от середины поля допуска E

$$E = \frac{M_y - B_{cp}(ТУ)}{2\delta(ТУ)}, \qquad (5.7)$$

где B_{cp} (ТУ) и δ(ТУ)– номинальное значение параметра и половина поля допуска, установленные техническими условиями (3,0; 3,5 мм и 10, 20 %).

2. Назовите основные варианты формовки выводов ИЭТ.

3. Оборудование для подготовки ИЭТ.

4. Расчет усилий формовки и размеров зига.

5. Контроль настроенности технологического процесса.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 12.
Исследование процесса сборки микромодулей с поверхностным монтажом

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель работы

Изучение технологического процесса групповой пайки микромодулей с поверхностным монтажом ИК-нагревом, применяемого оборудования и исследование причин дефектов, возникающих при пайке поверхностного монтажа.

Теоретические сведения

Процесс пайки является наиболее ответственным этапом технологии поверхностного монтажа, от которого зависит надежность и технические характеристики поверхностно монтируемых (ПМ) элементов. В технологии ПМ широко применяется метод групповой пайки с помощью инфракрасного нагрева (ИК-пайка). В настоящее время этот метод находит все более широкое применение

ввиду преимуществ, связанных с возможностями более гибкого управления режимами нагрева (наличие нескольких температурных зон, возможность получения любого температурного профиля в зоне пайки и др.).

Пайка оплавлением дозированного припоя является сложным физико-химическим процессом, протекание которого определяется действием чаще всего всех видов теплообмена (конвективный, кондуктивный, радиационный), процессами испарения, а также свойствами применяемых материалов. Этот процесс в общем случае можно разделить на 5 фаз:

- испарение растворителя из припойной пасты;
- активация и воздействие флюса на зону пайки;
- предварительный нагрев компонентов и платы;
- плавление припоя и смачивание им соединяемых частей;
- контролируемое охлаждение модуля до необходимой температуры.

Практическое применение новых методов пайки требует понимания физико-химических процессов, протекающих на каждой из указанных выше фаз, а также проведения во многих случаях экспериментальных исследований для выбора оптимального метода и режимов пайки.

Если в традиционном монтаже в отверстиях качество паяного соединения обеспечивается также и механическим креплением выводов ЭРЭ, то при ПМ под высоким качеством пайки следует понимать прежде всего получение "упругих" мест пайки (рис. 7.1, а), в которых высота гантели припоя на торцах и выводах компонентов не должна превышать две трети высоты корпуса. Избыток припоя будет способствовать также смещению компонента во время пайки из-за возникающих результирующих моментов, схема которых показана на рис. 7.1, б. Поэтому важным требованием к процессу пайки является обеспечение упругих паяных соединений и их повторяемости в технологических циклах производства ПМ-изделий.

Рис. 7.1. Виды паяных соединений SMD

Нанесение припойной пасты на контактные площадки печатной платы производится на устройстве трафаретной печати через специальный трафарет. Трафарет представляет собой металлическую фольгу (латунь, нержавеющая сталь) толщиной 0,2-0,35 мм с отверстиями (прямоугольными или круглыми), соответствующими контактным площадкам печатной платы.

Значительное влияние на качество пайки оказывает температурно-временной профиль процесса. Основные применяемые методы оплавления припоя (в парогазовой фазе, ИК-нагрев и обдув нагретым воздухом (принудительной конвекцией) обеспечивают различные температурно-временные диаграммы нагрева. Поэтому температурно-временной профиль процесса пайки (рис. 7.2) должен быть обоснованно определен (исходя из конструктивных особенностей ПМ-изделия, применяемых материалов и др.) до выбора метода и оборудования для пайки.

Процесс оплавления припоя можно разделить на три фазы: предварительный нагрев, оплавление, охлаждение. Фаза предварительного нагрева создает благоприятные предпосылки для качественного оплавления припоя. В частности, в течение этой фазы осуществляется равномерный нагрев до требуемой температуры платы и компонентов, испарение растворителя из припойной пасты, удаление окисных пленок за счет действия флюса и расплавление частиц припойной пасты.

Непосредственно фаза оплавления припоя протекает при температуре, превышающей температуру плавления применяемого сплава, что обеспечивает снижения сил поверхностного натяжения припоя, увеличивает смачиваемость соединяемых поверхностей. Время выдержки изделия при этой температуре оказывает существенное влияние на качество пайки. Длительность и температурный профиль фазы охлаждения также оказывает влияние на свойства паяного соединения, в частности на этой фазе формируется мелкозернистая структура сплава и уровень остаточных напряжений. Рекомендуемый режим охлаждения от -2°С/с до -5°С/с.

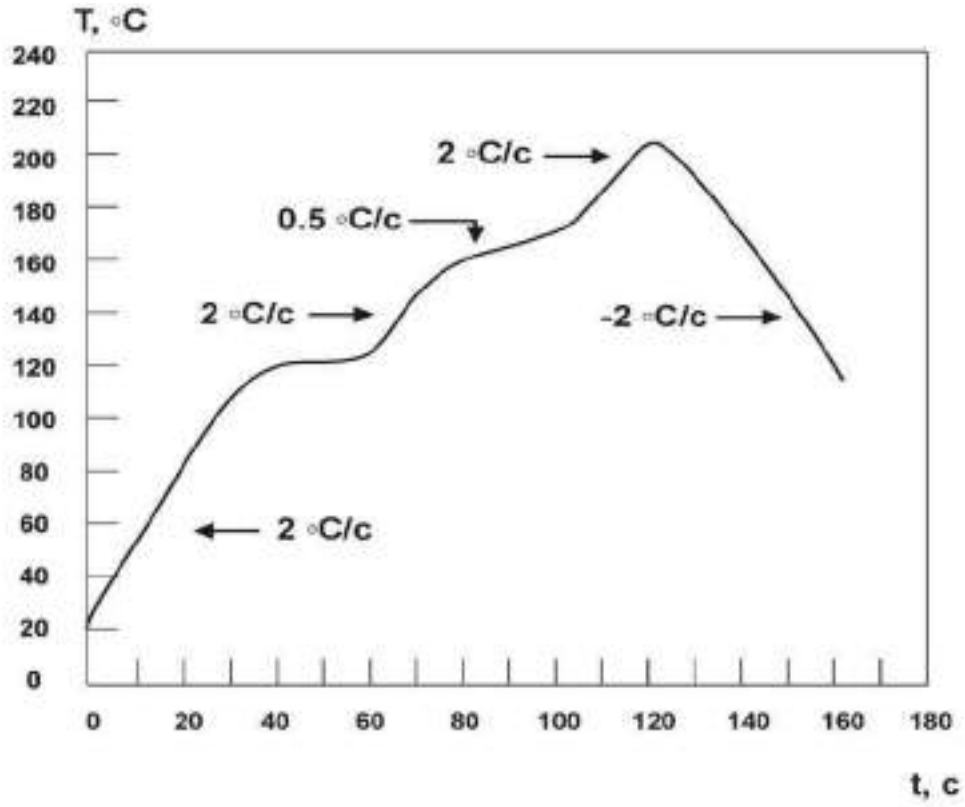


Рис. 7.2. Типовой температурно-временной профиль процесса ИК-пайки

Температурно-временной профиль процесса пайки оказывает также влияние на действие флюса. В этом отношении необходимо учитывать две характеристики: температуру активации флюса и время, необходимое для активации флюса. Флюс должен быть активированным в течение времени, достаточного для растворения окисных пленок с контактных площадок, выводов компонентов и припойной пасты. В идеале эти процессы должны завершиться до начала полного расплавления припоя. Установлено что для большинства применяемых флюсов температура активации составляет 110-120°С, требуемое время активированного состояния от 30 до 90 с.

При основной фазе плавления температура нагрева припоя должна на 25-40°С в течение 20-60 с превышать температуру плавления. Это обеспечивает качественное смачивание поверхностей соединяемых деталей.

При выборе температурно-временного профиля нужно учитывать допустимые температуры нагрева компонентов, особенно активных. Большинство таких компонентов могут подвергаться без разрушений воздействию температур 210-220°С в течение 20-60 с. Критичны к высокоскоростным тепловым воздействиям конденсаторы, в которых тепловой удар может вызвать появление трещин и отслоение металлизации. Рекомендуемая скорость изменения температуры при пайке конденсаторов составляет не более 2°С/с.

После сборки и монтажа электронных модулей обязательными контрольными операциями являются визуальный и электрический контроль. Электрический

контроль модулей предшествует настройке. Эту операцию осуществляют, используя электромонтажные схемы изделия и специальные стенды.

Визуальным контролем проверяют: внешнее соответствие изделия чертежу, образцу, качество крепления деталей, сборочных единиц (совмещается с операцией стопорения резьбовых соединений), качество паяных и сварных соединений, отсутствие внешних дефектов (трещин, вмятин, следов коррозии и т. д.), качество отделки поверхности в сравнении с эталоном или образцами, маркировку изделий или отдельных сборочных единиц.

Наружный осмотр проводят как невооруженным глазом, так и с помощью лупы (х4), микроскопа бинокулярного МБС-9 с 50-кратным увеличением или специальных приборов и приспособлений. Дефекты при сборке сборочных единиц возникают в результате неправильного программирования, технических отказов или субъективных факторов, поэтому целесообразно проверять качество и правильность сборки до монтажа. В процессе контроля можно выявить следующие дефекты поверхностного монтажа (рис. 7.3):

1. Спаи выводов компонентов с шагом между выводами 0,5 мм, которые возникают вследствие неправильно спроектированного трафарета (с отступлением от требований международного стандарта IPC-SM-782 A), когда размеры апертуры трафарета превышают размеры контактных площадок.

2. Непропай выводов вследствие неправильно подобранного температурного профиля и «теневого эффекта», характерного для метода ИК-пайки.

3. Дефект «надгробный камень» возникает из-за неправильного профиля ИК-пайки и смещения чип-компонента.

4. Смещение выводов элементов относительно контактных площадок вследствие неточности позиционирования.

5. Недостаточная высота паяного соединения (галтели) согласно критериям оценки качества международного стандарта IPC-A-610 вследствие сбоя в настройке полуавтомата для нанесения пасты.

6. Шарики припоя вдоль корпусов чипов, которые нарушают требования к эстетическому виду выпускаемой продукции.

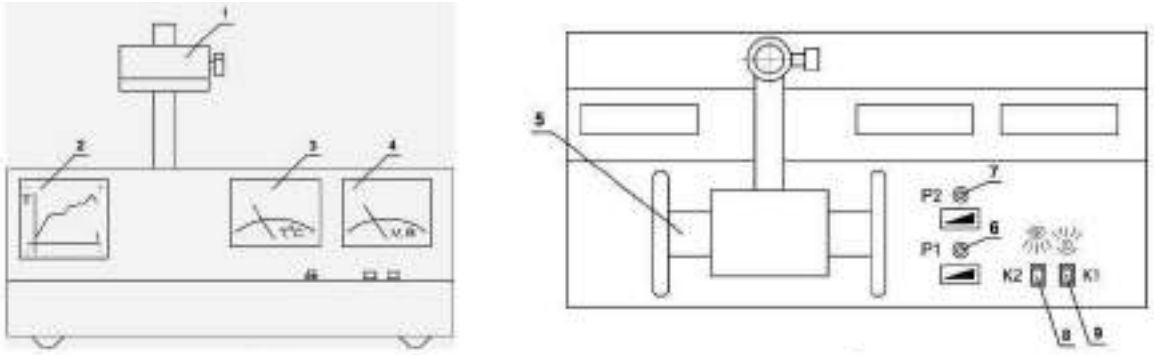
Рис. 7.3. Примеры дефектов поверхностного монтажа

Критичны к высокоскоростным тепловым воздействиям ПМ- конденсаторы, в которых тепловой удар может вызвать появление трещин и отслоение металлизации. Имеются конструкции, выдерживающие без разрушения нагрев/охлаждение со скоростью 3-6°С/с.

Применение ИК-пайки является новым перспективным направлением в технологии поверхностного монтажа, которое обеспечивает уменьшение затрат на эксплуатацию оборудования при одновременном повышении качества паяных соединений.

Установка ИК-пайки предназначена для оплавления припойных паст при сборке электронных модулей с поверхностно монтируемыми изделиями электронной техники. Установка осуществляет пайку как с одной стороны, так и одновременно с двух сторон платы. В качестве источника ИК- излучения применены галогенные лампы мощностью 500 Вт для верхнего блока нагревателя и 1000-2000 Вт для нижнего блока подогрева. Для галогеновой лампы КИ 220-1000 при питающем напряжении 220 В максимальная спектральная интенсивность излучения (Ilmax) достигает 52 Вт/ср.мкм на длине волны 1,1 мкм, а для лампы типа КГМ 36-400 - 18 Вт/ср.мкм на длине волны 1,3 мкм. Перед пайкой верхний ИК-рефлектор (рис. 7.4), укреплённый на конце поворотной штанги, ориентируют на центр рабочей зоны. Затем плату с SMD устанавливают в рабочую зону так, чтобы монтируемые элементы оказались в ее центре. Включают нижний ИК-нагреватель клавишей 9 (рис. 7.5), размещённый под платой, и доводят нагрев платы до температуры около 100°С в течение 20-60 с.

Рис. 7.4. Внешний вид установки ИК-пайки



а б

Рис. 7.5. Органы управления и индикации на передней панели: 1 – верхний ИК-нагреватель; 2 – температурный профиль ИК-пайки; 3 – прибор контроля температуры; 4 – прибор контроля напряжения; 5 –зона нагрева; 6, 7 – регуляторы напряжения; 8,9 –клавиши включения нагревателей

После этого включают верхний ИК-нагреватель клавишей 8, и температура в зоне выводов продолжает увеличиваться с заданной (управляемой) скоростью 5-10°С/с до установленного значения в пределах 190-200°С, в зависимости от вида платы. Через некоторое время происходит полное оплавление припоя на выводах и нагрев прекращается.

Верхний ИК-нагреватель оснащён оригинальной системой фокусировки теплового излучения, позволяющей обеспечить равномерное температурное поле. Используемое ИК-излучение с длиной волны 2-8 мкм оптимально в плане соотношения отражаемой и поглощаемой тепловой энергии темными и светлыми поверхностями объекта.

Значения температуры на поверхности микромодуля измеряются при помощи термопары градуировки ХК и используются в качестве входных параметров системы регулирования. Термопара закреплена непосредственно на поверхности микромодуля.

Порядок выполнения работы

1. Получить микромодули с установленными SMD для пайки.

2. Построить температурный профиль ИК-пайки, для чего:

- включить клавишу нижнего нагревателя 9 на установке ИК-пайки (см. рис.7.5) и контролировать изменение температуры тестовой платы по прибору на передней панели установки;

- при достижении температуры на плате 120-1500С клавишей 8 включить верхний нагреватель (регулятор 6 в положении мах) и контролировать время, пока температура не достигнет 215-220 0С;

- построить графики зависимости температуры в зоне пайки от времени нагрева и напряжения на ИК-нагревателе, сравнить их с теоретическим температурным профилем ИК-пайки и определить оптимальные параметры процесса.

3. Установить плату микромодуля в рабочую зону установки ИК-пайки и выполнить пайку SMD в соответствии с оптимальным температурным профилем (табл. 7.1).

4. По окончании пайки выключить клавиши питания нагревателей.

5. Провести визуальный контроль качества пайки SMD с помощью бинокулярного микроскопа МБС-2: отметить такие дефекты как мостики и натеки припоя, непропаи и т.п., определить число шариков припоя, образовавшихся в процессе пайки по всей площади платы и другие дефекты. Данные занести в табл. 7.2. Указать причины возникновения тех или иных дефектов поверхностного монтажа.

Таблица 7.1

Режимы работы нагревателей при ИК-пайке

Время работы, с	Состояние тумблеров и регуляторов напряжения
0 - 40	К1 - вкл., К2 - выкл., Р1 - среднее
40 - 60	К1 - вкл., К2 - выкл., Р1 - мин.
60 - 120	К1 - вкл., Т2 - вкл., Р1 - мин., Р2 - макс.
120 - 160	вкл. вентилятор

Таблица 7.2

Результаты контроля качества паяных соединений

Обозначение SMD	Вид дефекта	Причины возникновения

6. Выполнить электрический контроль параметров собранного электронного модуля, схема которого приведена на рис. 7.6. Рассчитать параметры модуля: амплитуду напряжения на нагрузке Umn , длительность импульса tu и частоту импульсов f по формулам (7.1) - (7.3). Собрать схему для проверки параметров в соответствии с рис. 7.7.

$$U_{mn} = \frac{E_k \cdot R_5}{R_5 + R_4},$$

$$t_u = 0{,}7C_1R_3,$$

$$f = \frac{1}{0{,}7(C_1R_3 + C_2R_2)}$$

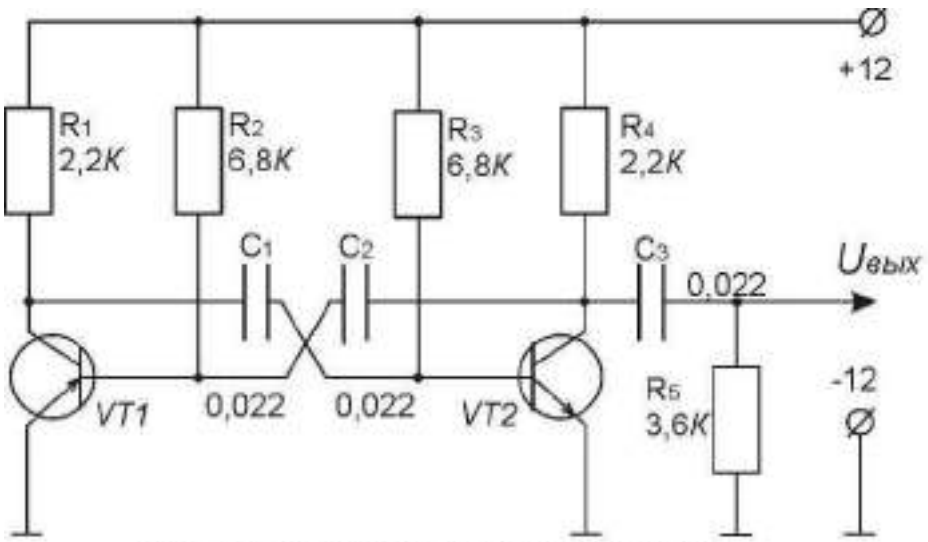


Рис. 7.6. Схема электронного модуля

7. Проанализировать полученные результаты и построить графические зависимости температурного профиля пайки SMD и выходного напряжения модуля.

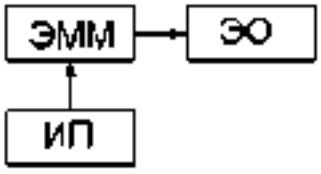


Рис. 7.7. Структурная схема проверки электрических параметров:
ЭММ – электронный микромодуль; ЭО – электронный осциллограф;
ИП – источник питания

Содержание отчета

1. Эскиз электронного микромодуля.
2. Расчет дозированного количества припойной пасты.
3. Схема исследований процесса ИК-пайки.
4. Температурный профиль ИК-пайки SMD.
5. Таблицы экспериментальных данных.
6. Графические зависимости.
7. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Особенности элементной базы поверхностного монтажа.
2. Назовите преимущества технологии поверхностного монтажа (SMT).
3. Какие фазы включает в себя пайка оплавлением?
4. Температурные профили пайки SMD обычным и бессвинцовым припоем?
5. Принцип работы установки ИК-пайки.
6. Назовите виды контроля и их отличия.
7. Какие дефекты поверхностного монтажа можно выявить в процессе контроля?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 13.
Исследование процессов монтажа и демонтажа электронных компонентов на термовоздушной паяльной станции

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель работы

Изучение технологического процесса монтажа и демонтажа поверхностно монтируемых электронных компонентов при помощи термовоздушной паяльной станции.

Теоретические сведения

Проблемы формирования контактных соединений в технологии изделий электроники (ИЭ) имеют особую актуальность по целому ряду причин. Операции сборки и монтажа являются до сих пор самыми трудоемкими при изготовлении ИЭ и занимают до 50-70 % общей трудоемкости изготовления изделий. Статистические данные показывают, что 50-80 % всех отказов в работе происходит вследствие дефектов соединений, причем стоимость обнаружения и исправления отказа на этапе сборки блока обходится в 100 раз дешевле, чем при испытаниях аппаратуры.

Переход на бессвинцовистые припои при монтаже ИЭ ставит ряд задач по обеспечению хорошей смачиваемости поверхностей, оптимизации температурных профилей нагрева, контролю качества соединений. С повышением функциональной сложности ИЭ растут проблемы их демонтажа с поверхности

плат, в особенности многовыводных корпусов BGA, контактируемых с помощью шариковых выводов.

Помимо монтажа, высокую трудоёмкость составляет также демонтаж интегральных и дискретных компонентов, при этом важно учитывать температурный режим, так как длительное воздействие температуры может привести к выводу их из строя. Важно также учитывать воздействие температуры на саму плату, так как её стоимость может в десятки и сотни раз превышать стоимость самих интегральных компонентов.

Преимущество конвективных источников нагрева перед кондуктивными состоит в том, что пайка происходит под воздействием газа высокой температуры, а не за счёт непосредственного контакта рабочего инструмента с поверхностью, что обусловливает стабильность температуры в зоне нагрева.

При нагреве конвекцией в качестве теплоносителя используют воздух, водород, азот, аргон или смесь газов. В большинстве случаев стремятся исключить из состава теплоносителя кислород, окисляющий припой в процессе пайки. Применение водорода в допустимых пределах во многих случаях предпочтительней, поскольку он обладает весьма высокими значениями теплопроводности и теплоемкости. Для нагрева газа чаще всего используются электронагревательные элементы, устанавливаемые вокруг трубопроводов или в специальных камерах, по которым пропускают теплоноситель. Хорошо зарекомендовал себя способ нагрева газа путем непосредственного пропускания электрического тока от низковольтного источника по полой трубе, выполненной из материала с большим омическим сопротивлением (рис. 8.1).

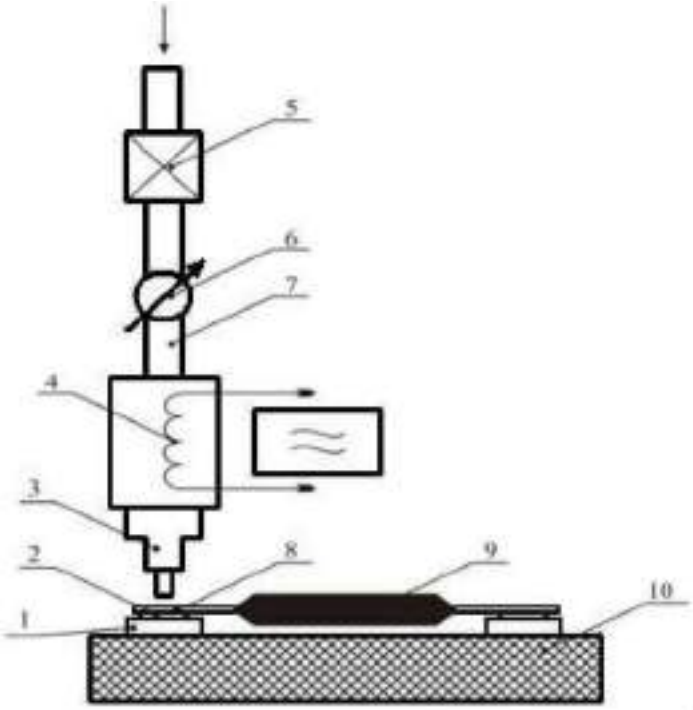


Рис. 8.1. Схема пайки горячим газом: 1 – контактная площадка, 2 – припой, 3 – сопло, 4 – нагреватель, 5 – редуктор, 6 – манометр, 7 – магистраль, 8 – вывод компонента, 9 – компонент, 10 – печатная плата

Для обеспечения наилучшего технологического режима монтажа и демонтажа газовым нагревателем, в качестве теплоносителя применяют инертный газ, поскольку воздух является плохим теплоносителем и способствует сильному окислению.

Для пайки компонентов на печатных платах в единичном производстве, а также для ремонта электронных устройств используются портативные термовоздушные паяльные станции.

Их достоинством является миниатюрность и большая разновидность насадок для монтажа/демонтажа различных видов корпусов: QFP, DIP, BGA, одиночная простая, SO с j-выводами, SO, а также наличие вакуумного пинцета для захвата электронных компонентов, который также имеет различные насадки.

Недостатком таких термовоздушных паяльных станций является очень низкая производительность, большая погрешность позиционирования (установка компонентов осуществляется оператором вручную). Поскольку в качестве теплоносителя используется воздух, то контактные площадки и выводы элементов подвержены сильному окислению.

Рис. 8.2. Термовоздушная паяльная станция AOYUE 852A

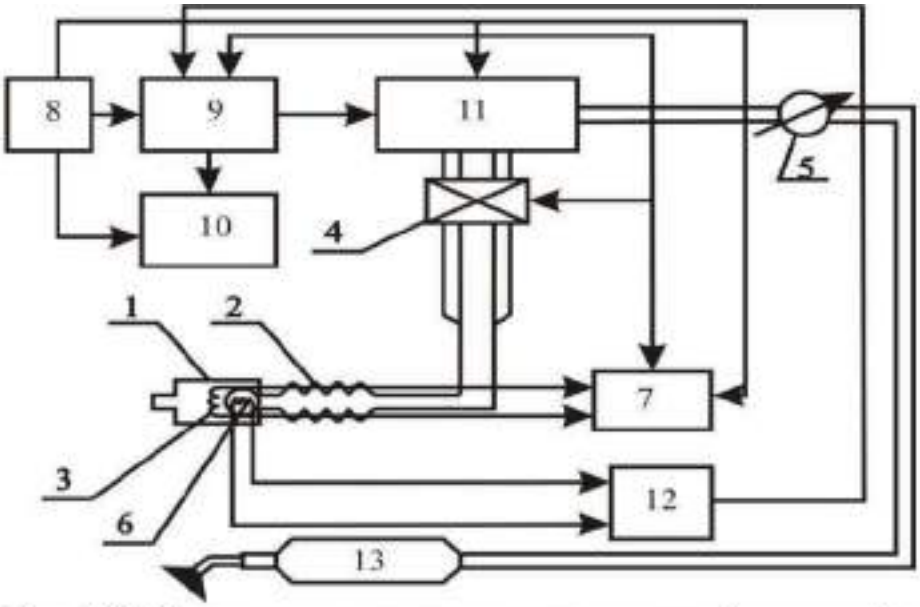


Рис. 8.3. Структурная схема термовоздушной паяльной станции AOYUE 852A: 1 – рабочий инструмент; 2 – эластичная трубка; 3 – нагревательный элемент; 4 – датчик потока воздуха; 5 – манометр; 6 – датчик контроля температуры; 7 – источник питания нагревательного элемента; 8 – источник питания; 9 – центральная система управления; 10 – цифровой индикатор; 11 –компрессор; 12 – цифровая система контроля температуры, 13 – вакуумный пинцет

Техническая характеристика паяльной станции AOYUE 852A

Рабочее напряжение, В 110 - 220

Частота питания сети, Гц 50 - 60

Точность контроля температуры, °С 1

Диапазон регулировки температуры, °С 100 - 480

Производительность мембранного компрессора, л/мин 23

Потребляемая мощность, Вт 500

Габаритные размеры, мм 188x127x244

Масса, кг 3,8

Бесконтактный монтаж/демонтаж SMD на поверхности печатных плат горячим воздухом был всегда процессом эмпирическим. Температура воздуха в месте пайки регулируется двумя параметрами: выставленной мощностью (температурой) нагревательного элемента, через который пропускается воздух, и скоростью воздушного потока. При этом реальная температура воздуха на выходе из сопла выставляется весьма приблизительно по градуировочным характеристикам для каждой головки.

Расстояние от сопла до паяемого компонента тоже очень критично. Увеличение скорости воздушного потока снижает рассеяние воздуха при выходе из сопла, но требует увеличения температуры нагревателя, так как более высокая скорость прохождения воздуха через нагреватель снижает разогрев воздуха. Кроме того, геометрические размеры головок и их сопел, равномерность воздушного потока через них также влияют на температуру пайки в месте контакта. Следствием неточно выдержанных размеров сопел, особенно в головках для микросхем с большим количеством выводов, является неравномерность подвода тепла к месту пайки, так же как и неравномерный поток воздуха при выдержанных размерах сопел.

Переход на пайку бессвинцовыми припоями, температура плавления которых значительно выше, потребовал обратить внимание на реальный контроль разогрева компонентов, температуры в месте пайки и равномерность воздушного потока повышенной температуры.

Процесс передачи тепла от термофена (нагревателя) к поверхности печатной платы описывается следующим выражением:

$$Q = \frac{\lambda S t \Delta T}{l},$$

где: X - теплопроводность газа (для воздуха 22,1 Вт/мТС);

S - площадь поверхности, которой осуществляется передача тепла; t - время передачи тепла;

DT = T - T - разность температур между источником тепла и окружающей средой;

l - расстояние от источника тепла до поверхности.

Выделяемая мощность может быть определена следующим образом:

$$P = \frac{\lambda S \Delta T}{l},$$

Процесс изменения температуры в рабочей зоне в процессе нагрева описывается выражением:

$$T_H = T_T \left(1 - e^{-\frac{\tau}{\tau_н}} \right),$$

где: ТТ - температура теплоносителя;

t- время воздействия теплового потока на печатную плату;

$\tau_н$ – постоянная времени напрева

$$\tau_н = \frac{C_T}{(\alpha \cdot S_n)},$$

где СТ -теплоёмкость материала печатной платы (для стеклотекстолита 1,7 кДж/кг°С),

а - коэффициент теплообмена источника тепла с поверхностью печатной платы (Вт/°См).

$$\alpha = \frac{P}{(S_n \cdot \Delta T)},$$

где Р - мощность отдаваемая источником нагрева (Вт);

Sn - площадь поверхности, которой осуществляется передача тепла.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Ознакомиться с панелью управления и подготовить термовоздушную паяльную станцию к работе (рис. 8.4).

1.1. Нажать на переключатель Н для включения паяльной станции. Панель (Blf B2) первоначально отобразит имя станции бегущей строкой. Затем панель температуры (В}) и потока воздуха (В2) отобразит «выключено» (OFF-OFF).

1.2. Запустить термофен нажатием переключателя F, переключив его в режим «Reworking».

1.3. Установить давление воздуха 80 ед., нажимая кнопки С3 или С4 на панели.

1.4. Корректировать поток горячего воздуха кнопками С1 или С2.

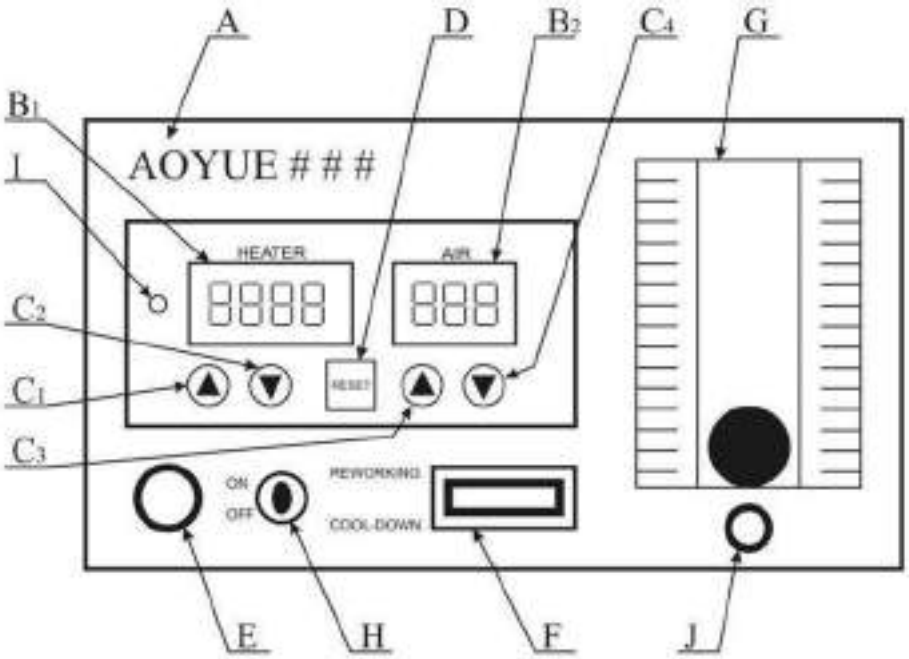


Рис. 8.4. Контрольная панель термовоздушной паяльной станции: A – наименование изделия; B_1 – цифровой индикатор температуры; B_2 – цифровой индикатор потока воздуха; C_1, C_2 – кнопки управления температурой (выше, ниже); C_3, C_4 – кнопки управления потоком воздуха; D – сброс параметров; E – разъём для подключения термофена; F – переключатель режима работы (охлаждение – демонтаж); G – манометр; H – кнопка включения станции; I – индикатор соответствия температуры, указанной на цифровом индикаторе, фактической; J – разъём для подключения вакуумного пинцета

Начать работу можно только после того как фактическая температура и заданный уровень воздушного потока достигли заданных значений, указанных на цифровых индикаторах контрольной панели.

Внимание! После включения термовоздушной паяльной станции, необходимо некоторое время для её прогрева (10-15 с).

2. Установить необходимую температуру в соответствии с заданием (табл. 8.1) и измерить при помощи термопары или пирометром фактическую температуру на выходе сопла термофена. Измерения проводить по схеме, приведенной на рис. 8.5.

3. Получить макетную печатную плату для проведения температурных измерений и закрепить ее на столике. Закрепить инструмент термофена на штативе над макетной печатной платой.

4. В соответствии с заданием, установить расстояние до рабочей зоны (печатной платы) и измерить температуру в рабочей зоне при угле наклона инструмента относительно макетной платы 90 и 60 градусов при одной

температуре. Температуру измерить при помощи термопары, запаяной под макетной платой, или пирометра, закрепленного на штативе.

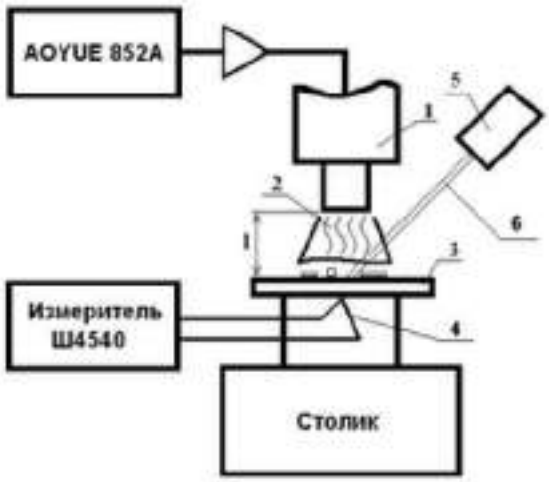


Рис. 8.5. Схема исследования режима нагрева термовоздушной паяльной станции: 1 – инструмент, 2 – поток воздуха, 3 – печатная плата, 4 – термопара, 5 – пирометр, 6 – лазерный указатель

При установке расстояния инструмента до рабочей зоны или изменения угла наклона необходимо остудить макетную плату до температуры окружающей среды.

Таблица 8.1

Варианты заданий

Вариант №	Температура нагретого потока Т, °с	Расстояние до ПП, мм	Время нагрева,с
1	220 240 260	4	5-20
2	240 260 280	6	5-30
3	260 280 300	8	5-40
4	280 320 340	10	5-50

1. В соответствии с заданием, установить расстояние до рабочей зоны (печатной платы) и измерить температуру нагрева в рабочей зоне при различных температурах нагретого потока, построить графики зависимости температуры во времени (5-50 с) для различных температур нагретого потока.

2. Получить макетную печатную плату с установленными чип-компонентами и закрепить ее на столике.

3. Поднести насадку термофена к выводам компонента, прогреть их в течение 5-7 с и при помощи вакуумного пинцета удалить компонент с поверхности печатной платы.

Внимание! Не прикасаться вакуумным пинцетом к выводам интегрального компонента во избежание оплавления резиновой насадки.

4. Произвести монтаж на плату чип-компонентов.

5. В соответствии с вариантом задания рассчитать количество выделяемой мощности в рабочей зоне при различном расстоянии по формуле

(8.2) . Построить график зависимости количества передаваемой мощности от расстояния (при ^П=1-2 10-4, Тс=20-22°С).

6. В соответствии с вариантом задания произвести теоретический расчёт зависимости температуры нагрева в рабочей зоне от времени по формуле

(8.3) (тн = 9с). Построить график зависимости изменения температуры в рабочей зоне от времени.

7. После окончания работы перевести положение переключателя F в положение «Cool-down». Это запустит функцию автоматического охлаждения мощным потоком воздуха, чтобы ускорить охлаждение термовоздушного паяльника. После того как температура достигнет минимально допустимого значения станция автоматически отключится. Цифровой индикатор панели (BL, B2) отобразит «выключено» (OFF-OFF).

8. Выключить устройство, используя переключатель питания (Н).

Внимание! После выключения термовоздушной паяльной станции не

прикасайтесь к рабочей части термофена (насадке), так как она может оставаться горячей на протяжении длительного времени.

Содержание отчёта

1. Схема исследования термовоздушной паяльной станции.

2. Таблицы экспериментальных данных.

3. Графические зависимости температурного исследования.

4. Графические зависимости теоретического расчета.

5. Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Назовите преимущества и недостатки конвективной пайки.

2. Как регулируется температура воздуха в месте пайки?

3. Как влияет скорость воздушного потока на процесс пайки?

4. Чем можно объяснить неравномерность подвода тепла к месту пайки?

5. Объясните влияние угла наклона рабочего инструмента на длительность распайки соединения?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 14.
Исследование процесса удаления загрязнений с поверхности твердых тел жидкими средами в ультразвуковом поле

(Время выполнения работы - 3 часа)

Цель работы

Изучение механизма ультразвуковой очистки поверхности твердых тел жидкими средами от загрязнений, получение навыков работы с ультразвуковым оборудованием, исследование влияния параметров процесса на качество очистки.

Теоретические сведения

Надежность РЭС во многом зависит от обеспечения высокой чистоты деталей аппаратуры в процессе их изготовления. Тщательная очистка требуется для подложек и корпусов интегральных схем, коммутирующих элементов, печатных, многослойных и керамических плат. Мельчайшие пылинки, остатки жировых и неорганических загрязнений могут явиться причинами короткого замыкания, отказа или выхода из строя изделия.

Анализ причин отказов изделий электроники показывает, что их четвертая часть приходится на долю плохого качества очистки поверхностей. Моющими веществами в электронике всегда были органические растворители. Ручная очистка приводила к значительному количеству брака, травматизму, выбросам паров

растворителей в атмосферу и загрязнению окружающей среды. Хлорированные углеводороды токсичны, обладают канцерогенным и мутагенным воздействием, образуют смог и требуют утилизации отходов методом захоронения. Общеизвестен основной недостаток спиртов: их пожаро- и взрывоопасность. Хладоны разрушают озоновый слой и усиливают парниковый эффект.

В модулях на печатных платах загрязнениями являются остатки травильных растворов, защитных резистов, флюсов и продуктов их распада, жировые загрязнения от инструмента и рук рабочего. Очистка изделий вручную с помощью кисти в спирто-бензиновой смеси характеризуется низкой производительностью, загрязнением окружающей среды ядовитыми парами растворителей. Более эффективна чистка в ваннах с механическим перемешиванием растворителя либо с применением низкочастотных вибраций (50 или 100 Гц).

Существенное увеличение производительности процесса очистки (в 8-10 раз) при одновременном повышении ее качества достигается использованием ультразвуковых (УЗ) колебаний, вводимых в жидкие среды с помощью различного рода излучателей. Ультразвук широко применяется в электронной промышленности для очистки подложек и корпусов интегральных схем, керамических оснований резисторов и конденсаторов, элементов электронных ламп. Применение ультразвука для очистки имеет определенные ограничения, поскольку при неправильно выбранных режимах возможны разрушения защитных лакокрасочных покрытий, маркировки, нарушение герметичности и внутренние повреждения полупроводниковых приборов и интегральных схем. Таким образом, рациональное применение УЗ-очистки требует изучения ее механизма, выбора оптимальных параметров и эффективных средств контроля.

Ультразвуковыми называют упругие колебания в диапазоне частот 104-109 Гц. В зависимости от траектории передачи колебаний, УЗ- волны подразделяются на продольные, поперечные, крутильные и изгибные. В жидкостях имеют место только продольные колебания, т.к. жидкая среда не имеет упругости формы. Звуковые волны малой амплитуды описываются уравнением

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = \frac{c^2 \cdot \partial^2 y}{\partial x^2},$$

где y - смещение частицы, x - координата частицы, t - время, c - скорость звука в среде.

Решением (9.1) является уравнение плоской волны:

$$y = A\sin(wt - \kappa x),$$

где A – амплитуда, w – круговая частота; κ – волновое число,
$\kappa = w/c = 2\pi/\lambda$. λ– длина УЗ-волны.

УЗ-волну в жидкости характеризуют: переменное звуковое давление Рзв, энергия Е и интенсивность I. На основании уравнения плоской бегущей волны (9.2) величина звукового давления равна:

Рзв = pcwA cos(wt - kx),

где р - плотность среды.

Амплитудное значение звукового давления РА соответствует фазе колебаний, для которой значение косинуса равно единице:

$$P_A = pcw.$$

Для практических целей используют среднее (эффективное) значение звукового давления Рэф. Полная площадь, ограниченная синусоидой и осью абсцисс, за время полупериода Т/2 равна:

$$S = \int_0^{T/2} P_A \sin\ w\tau d\tau = \frac{P_A}{\pi}$$

Эту площадь можно заменить на площадь прямоугольника, основание которого равно Т/2, а высота - величине Рэф.'

$$P_A\ T/\pi = P_{эф}\ T/2,$$

откуда

$$P_{эф} = (2/\pi)P_A \approx 0.7\,P_A,$$

В экспериментальных целях звуковое давление в жидкости можно измерить гидрофоном, в котором датчиком является пластина из пьезокерамики ЦТС-19. Энергия, излучаемая звуковой волной в единице объема среды, прямо пропорциональна квадратам круговой частоты и амплитуды колебаний:

$$E = (\rho w^2 A^2)/2 .$$

Величина интенсивности определяется энергией, излучаемой в среду с единицы излучающей поверхности в единицу времени. Поскольку за 1 с звуковая волна распространяется на расстояние, определяемое скоро - стью звука с, то интенсивность

$$I = Ec = (\rho cw^2 A^2)/2 = P_A^2/(2\rho c).$$

В инженерной практике интенсивность колебаний определяют калориметрическим путем, сравнивая повышение температуры в калориметре под действием постоянного электрического тока и УЗ-колебаний. Длина волны УЗ-колебаний в жидкой среде зависит от скорости звука в данной среде и частоты:

$$\lambda = c/f.$$

Скорость звука зависит от температуры, давления и концентрации растворов:

$$c = c_0 + \alpha_T \Delta T,$$

где со - скорость звука при 20°С, 1482 м/с; аТ - температурный коэффициент, 2,5 м/с град; DT - повышение температуры.

В технологических процессах важную роль играют вторичные эффекты, возникающие в жидкой среде при распространении УЗ-волн значительной амплитуды. К их числу относятся: кавитация, давление УЗ-волны, акустические течения.

Кавитация-сложный процесс, связанный с возникновением, развитием и захлопыванием пузырьков и полостей с образованием ударных микроволн и локальных тепловых микрополей. В жидкостях стабильно существует множество мельчайших пузырьков микронных размеров, заполненных газом или паром данной жидкости.

Эти пузырьки являются зародышами кавитации и сосредоточиваются на стенках сосудов, на взвешенных в жидкости твердых частицах в местах неоднородностей и др. Их возникновение обусловлено тепловыми флуктуациями в жидкости, а также внешними воздействиями: космической радиацией и пр. В обычных условиях парогазовые пузырьки находятся в жидкости в устойчивом состоянии, т.к. поверхностное натяжение и гидростатическое давление Р0, действующее на пузырек радиусом R0, уравновешиваются внутренним давлением парогазовой смеси:

$$P_П + P_г = P_0 + \left(\frac{2\sigma}{R_0}\right),$$

где Рп - давление насыщенного пара; Рг - давление газа.

При прохождении через жидкость УЗ-волн значительной амплитуды зародыши кавитации теряют устойчивость, начинают расти в фазе растяжения волны. Одновременно в жидкости появляются разрывы в виде полостей, каверн, которые активно пульсируют в ультразвуковом поле. На рис. 9.1 отражены характерные особенности развития кавитационной полости начальным радиусом R0. На

начальном участке 0-1 наблюдается медленный рост полости, так как сила поверхностного натяжения 2 s /R препятствует ее росту.

Участок 1-2 совпадает с наибольшим значением отрицательного звукового давления при одновременном снижении силы поверхностного натяжения, что способствует ускоренному росту кавитационной полости.

На участке 2-3 полость увлекается присоединенной массой жидкости и продолжает расти по инерции, однако начинает сказываться тормозящее действие силы статического давления.

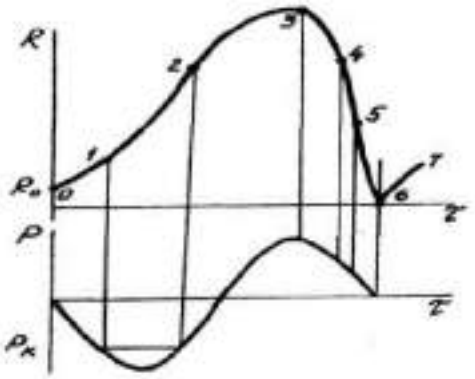


Рис. 9.1. Изменение радиуса кавитационной полости за один период колебаний

На участке 3-4 под действием положительного давления звуковой волны начинается фаза сжатия полости и на участке 4-5 скорость уменьшения стенок полости стремительно растет. Звуковое давление, статическое давление и поверхностное натяжение действуют в одном направлении к центру кавитационного пузырька, поэтому величина радиальной скорости достигает наибольшего значения. На последней стадии сжатия 5-6 радиальная скорость уменьшается вследствие значительного повышения давления парогазовой смеси внутри пузырька. Кинетическая энергия присоединенной массы жидкости переходит в потенциальную энергию сжатого газа.

При вторичном расширении (участок 6-7) сжатый газ стремительно расширяется и в микрообъеме жидкости формируется ударная волна, обладающая большой мощностью. Таким образом, энергия, накопленная кавитационной полостью в течение периода колебаний, выделяется за малое время в конечной стадии. При этих условиях теплообмен с внешней средой практически не происходит, процесс сжатия близок к адиабатическому, что приводит к значительному повышению температуры внутри кавитационной полости.

В кавитационных процессах участвуют пузырьки, начальный радиус которых R0 больше некоторого критического радиуса RKP, НО меньше резонансного R^:

$$R_{кр}<R_0<R_{рез}.$$

Значение R^ можно определить из выражения

$$R_{кр}=4\sigma[3(0,7P_A+P_п+P_0)].$$

Анализ выражения (9.14) показывает, что для жидкостей с большим коэффициентом поверхностного натяжения О и повышением статического давления Р0 процесс кавитации наступает при больших размерах Rкр. Пузырьки с размерами, большими Крез вытесняются на поверхность жидкости. Значение Rрез находят по формуле

$$R_{рез}=\frac{1}{2\pi f}\sqrt{\frac{\gamma P_0}{\rho}}$$

где γ - показатель адиабаты.

Поскольку Ярез обратно пропорциональна частоте колебаний, то с ее повышением процесс кавитации будет осуществляться пузырьками все меньших и меньших размеров, не обладающих большой энергией для кавитационной обработки материалов. В качестве критерия эрозионной активности кавитации принята величина

$$K=R^2_{max}\cdot R^2_{min}\Delta\tau\cdot f$$

которая характеризует трансформацию энергии в процессе расширения и захлопывания кавитационной полости. На основе анализа зависимости критерия эрозионной активности от различных параметров процесса кавитации составлен следующий ряд, где параметры расположены по мере возрастания их роли в увеличении критерия К:

$$\rho\Rightarrow\sigma\Rightarrow\mu\Rightarrow P_П\Rightarrow f\Rightarrow P_0\Rightarrow P_A.$$

Таким образом, наибольший вклад в повышение интенсивности кавитации вносят звуковое РА и статическое Р0 давления. Наибольшее значение критерия К достигается при соотношении Р0=0,5 РА, что вызывает необходимость создавать в ряде случаев УЗ-технологические установки с избыточным давлением в рабочем объеме.

Для оценки эрозионной активности УЗ-кавитации используют эрозионные тесты с применением алюминиевой фольги, люминесценцию, химические реакции, спектральную оценку кавитационного шума и др.

При распространении ультразвуковой волны наряду с переменным звуковым давлением возникает однонаправленное давление ультразвуковой волны, которое проявляется при ее падении на препятствие. Величина давления Рзв определяется

плотностью потока энергии волны Е, приходящейся на единицу площади в единицу времени:

$$P_{зв} = (1 + k)E ,$$

где к - коэффициент отражения волны от препятствия.

Если звуковая волна полностью отражается (например, на границе жидкость - газ), то к = 1:

$$P_{зв} = 2E = \frac{2I}{c} .$$

По величине однонаправленное давление УЗ-волны значительно меньше переменного звукового, оно способствует увеличению подъемной силы, действующей на пузырьки газа в жидкости, а также создает вспучивание жидкости на границе жидкость - газ.

Акустические потоки, возникающие в жидкости при воздействии ультразвука, носят вихревой характер и подразделяются на:

- мелкомасштабные (шлихтинговские), размер которых существенно меньше длины волны;

- среднемасштабные (релеевские), близкие к длине волны;

- крупномасштабные (эккартовские), значительно превышающие длину волны.

Наибольшую роль играют мелкомасштабные течения (микропотоки), которые интенсивно перемешивают жидкость в пограничном слое, способствуя удалению поверхностных загрязнений, ускоряя диффузионные, тепло- и массообменные процессы. Шлихтинговское акустическое течение возникает вблизи границы с твердой поверхностью в пограничном слое толщиной 5 и представляет собой вихри масштабом (Лямбда)/4*1,9 5 (рис. 9.2).

Выражения нормальной и тангенциальной компонент потока имеют вид:

$$\bar{v}_x = -\frac{v_0^{\,2}}{4c_0}(\mu - \mu^2)\sin 2kx ,$$

$$\bar{v}_y = -\frac{v_0^{\,2}}{4c_0} k\delta\mu^2 \cos 2kx ,$$

где μ - относительное расстояние ($\mu = y/\delta$), y текущая координата фронта волны

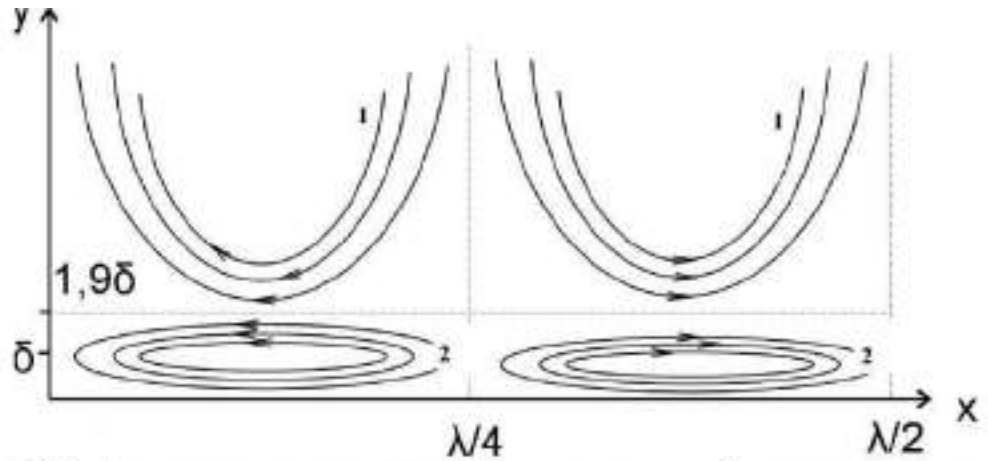


Рис. 9.2. Акустические течения: 1 – рэлеевское, 2 – шлихтинговское

Толщина акустического пограничного слоя 5 :

$$\delta = \sqrt{\frac{\eta}{\pi \cdot f}},$$

где η – вязкость жидкой среды, f – частота УЗ-колебаний.

Механизм УЗ-очистки проявляется в совместном действии кавитации и акустических микропотоков. Кавитационные пузырьки при захлопывании создают микроударные нагрузки на поверхности пленок загрязнений, что вызывает появление в них трещин, следов эрозии. Отслоение пленок вызывают пульсирующие пузырьки, которые, увеличиваясь в размерах и перемещаясь по очищаемой поверхности, счищают пленку загрязнений. Возникающие в пограничном слое микропотоки уносят частицы загрязнений, интенсифицируют процесс их растворения (рис. 9.3).

Рис. 9.3. Схема отслоения пленок загрязнений: 1,2 – захлопывающийся и пульсирующий пузырьки, 3 – пленка

К технологическим режимам УЗ-очистки относятся интенсивность и частота колебаний, время воздействия ультразвука, расстояние от излучателя, состав и температура раствора. Для очистки электронных изделий применение больших интенсивностей недопустимо, так как в условиях развитой кавитации может вызвать эрозионное разрушение лакокрасочных покрытий, нарушение герметичности электронных компонентов. Исследованиями установлен оптимальный диапазон интенсивности УЗ-колебаний в пределах (0,4-0,6)10 Вт/м , где степень очистки близка к 100% (не более 5-10"6 г/см2). Степень очистки определяется как потеря массы платы:

$$K = (m_1 - m_2)\ (m_1 - m_0)100\%,$$

где m0 mj m2 - массы чистой платы, загрязненной платы и платы после очистки соответственно.

Для оценки качества очистки поверхности можно использовать угол смачивания. Если масса капли M, то объём сферической капли V будет равен (рис. 9.4):

$$V = \frac{M}{\rho} = \frac{1}{6}\pi h(h^2 + 3R^2)$$

где h высота капли, R - радиус площади растекания

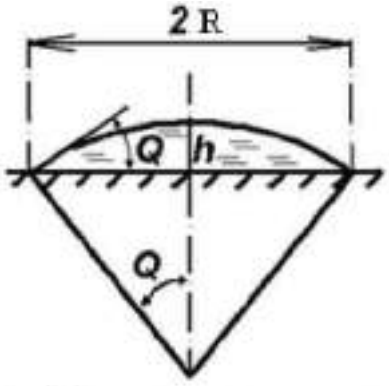


Рис. 9.4. Растекание капли жидкости

Размеры h и R связаны с контактным углом 0:

$$\frac{h}{R} = \frac{1-\cos\theta}{\sin\theta}$$

Комбинируя выражения (9.24) и (9.25) получим:

$$V = \frac{M}{\rho} = \frac{\pi R^3}{6}\left[\left(\frac{1-\cos\theta}{\sin\theta}\right)\times\left(\frac{1-\cos\theta}{\sin\theta}\right)+3\right].$$

из которого для известного объема капли жидкости угол смачивания может быть определён из диаметра площади растекания. Величина угла смачивания должна быть не более 10 град.

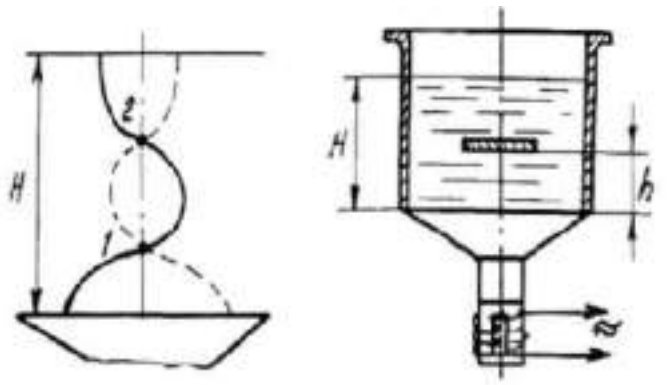
При очистке электронных и оптических изделий предпочтение отдают докавитационным режимам очистки, поэтому рекомендуется использовать более высокие частоты, обеспечивающие введение в жидкость большей интенсивности в этом режиме.

Так, на частоте 44 кГц происходит более интенсивное перемешивание растворителя и унос загрязнений микропотоками. С увеличением частоты уменьшается длина волны, что способствует более тщательной очистке труднодоступных элементов конструкции. Степень очистки на частоте 22 кГц с увеличением времени превышает 100%, т.к. имеет место эрозионное разрушение печатной платы и защитных покрытий электронных компонентов.

В область 16-20 кГц попадает большее количество собственных резонансных частот колебаний внутренних выводов полупроводниковых приборов и интегральных схем, поэтому уход в область более высоких частот предупредит возможные повреждения при больших интенсивностях УЗ-колебаний. Время УЗ-очистки выбирают в зависимости от степени загрязнения в пределах 60-120 с при интенсивности УЗ (0,4- 0,8>104 Вт/м2.

Использование калориметров для количественной оценки интенсивности колебаний на практике затруднительно, поэтому рациональнее измерять кавитационные эффекты с помощью радиотехнических методов. Экспериментально установлено, что наибольшая спектральная плотность кавитационного шума находится в полосе от 20-й до 40-й гармоники основной частоты УЗ-преобразователя. Поэтому для оценки кавитационного давления в жидкости предложено измерять квадрат шумов в диапазоне наибольшей спектральной плотности шума с помощью кавитометра. Для очистки на частотах 22-44 кГц кавитационное давление в ванне на расстоянии 20 мм от плоскости излучателя должно быть в пределах 100-150 Па.

Важными параметрами являются расстояние от излучателя (дно моющей камеры) до очищаемой детали h , а также высота уровня жидкости в ванне H (рис. 9.5, а). Высота жидкости H для камеры является резонатором, и в случае резонанса УЗ-волны полностью отражаются от поверхности раздела сред жидкость - воздух, совпадают по фазе с падающей волной и складываются, многократно повышая давление в узлах пучности давления У4 (точки 1 и 2 рис. 9.5, б). Из этих соображений расположение очищаемой детали должно быть не в пучности колебаний, а в узле колебаний, где находится пучность давления. Высота жидкости должна быть равна X/4(2n+1), где n - натуральное число из ряда 1,2,3,4...



а б

Рис. 9.5. Диаграмма амплитуд смещений частиц жидкости (а) и схема УЗ ванны (б)

Состав растворителя не должен растворять лакокрасочные покрытия, маркировочные обозначения, оказывать коррозионное воздействие на материал. Для очистки применяют различные составы моющих жидкостей с поверхностно-активными веществами (ПАВ).

Технологическое оборудование и приборы

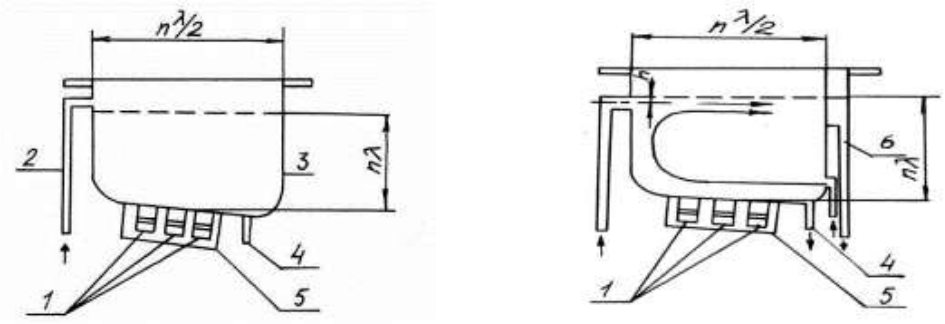
Современное технологическое оборудование для УЗ-очистки состоит из УЗ-технологических систем с использованием широкополосных

пьезокерамических преобразователей, модульных транзисторных генераторов с выходной мощностью 0,25-0,75 кВт на рабочую частоту 44 кГц. УЗ-технологические системы для процессов удаления загрязнений включают различные по конструкции ванны, которые используются для очистки как в непроточных средах на основе водных растворов ПАВ, так и в проточной воде, а также в органических растворителях.

Ванны для очистки в непроточных и проточных моющих средах (рис. 9.6, а, б) отличаются друг от друга тем, что последние оснащены переливным карманом или воронкой. Для повышения эффективности смены моющей среды в рабочем объёме ванны, подачу свежих порций раствора необходимо осуществлять противотоком, как это показано на рис. 9.6, б слева, сверху и снизу ванны через ряд отверстий небольшого диаметра (3-6 мм). Верхний ряд отверстий должен быть затоплен на глубину h = 8-15 мм. Такая конструкция ванны для очистки в проточной моющей среде будет обладать большой равномерностью распределения кавитационного давления, поскольку потоки моющей среды имеют практически ламинарный характер.

В верхней части ванны для очистки в органических растворителях происходит конденсация паров растворителя, поэтому уровень растворителя должен составлять 1/3 полной высоты ванны, а ширина и длина ванны должны относиться

к высоте как 1/3 или 1/2. Такой выбор соотношений обеспечивает минимальные потери растворителя при испарении.



а б

Рис. 9.6. Конструкции УЗ-ванн очистки: 1 – преобразователи, 2 – переливной патрубок, 3 – корпус, 4 – сливной патрубок, 5 – экран; 6 – переливной карман

Ёмкость ванн выбирается в зависимости от габаритных размеров обрабатываемой детали или (при групповой очистке) в зависимости от заданной производительности установки и необходимого времени очистки в каждой ванне. Основные требования, которые необходимо выполнять для обеспечения равномерного воздействия УЗ-колебаний на объект очистки - кратность линейных размеров ванны в поперечном сечении Х/2, оптимальная высота уровня моющей среды - кратна Х.

Для исследования процесса кавитации в жидкости используется УЗ- установка (рис. 9.7), пьезоэлектрический датчик, кавитометр и осциллограф. УЗ-генератор является настольным прибором мощностью до 1,0 кВт, предназначенным для питания УЗ-ванны с пакетными пьезоэлектрическими преобразователями. На передней панели генератора расположены: тумблер включения; кнопки «Пуск» - включения УЗ колебаний и «Стоп» - выключения УЗ-колебаний,тумблер «Нагрев». Блок управления (БУ)

управляет основными параметрами: временем очистки, температурой растворов и коммутирует напряжение питания на термостат и таймер. Таймер вырабатывает временные интервалы 1-15 минут и выключает генератор по окончании цикла очистки. Термостат осуществляет терморегулирование раствора в ванне.

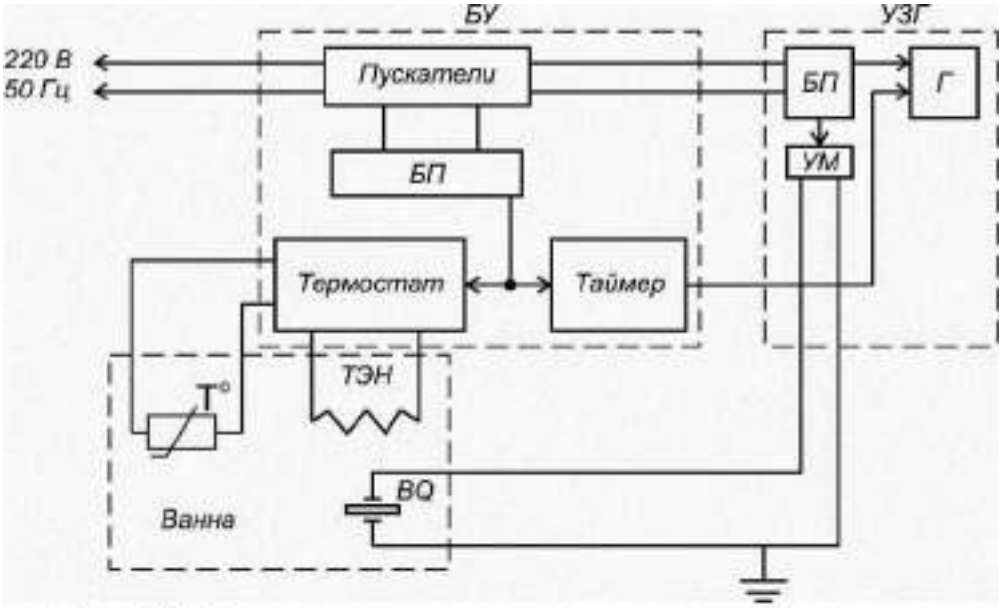


Рис. 9.7.Функциональная схема установки УЗ-очистки

Датчик давления (рис. 9.8) состоит из пьезоэлемента, соединенного с отрезком стального одножильного провода, на который надет кембрик. Датчик помещен в защитный металлический корпус, в котором также расположен предварительный усилитель.

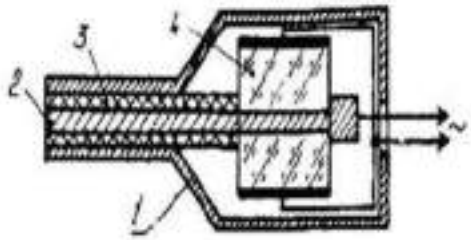


Рис. 9.8. Волноводный датчик давления:
1 – корпус, 2 – демпфер, 3 – кембрик, 4 – пьезоэлемент

УЗ-ванна прямоугольной формы снабжена откидной крышкой. Моющая камера выполнена из нержавеющей стали объемом до 15 литров. Пьезоэлектрические преобразователи конструктивно прикреплены к дну моющей камеры. Моющая камера имеет кран слива. Кавитометр (рис. 9.9) состоит из приемного элемента 1, пьезоэлектрического преобразователя 2, согласующего усилителя 3, аттенюатора 4, полосового фильтра 5, усилителя 6, детектора 7, усилителя постоянного тока 8, блока питания 9.

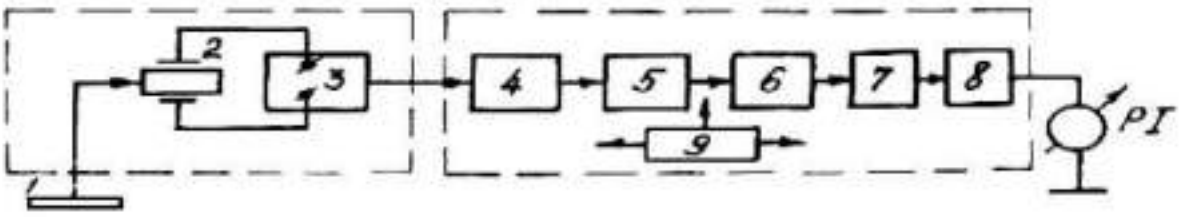


Рис. 9.9. Структурная схема кавитометра

Давление в кавитационной области воспринимается приемным элементом площадью 0,8 см, соединенным с преобразователем упругим волноводом. Конструктивно приемный элемент, преобразователь и согласующий усилитель выполнен в виде измерительного зонда. Кавитометр измеряет кавитационные давления от 5 до 30 кПа в диапазоне частот 18-50 кГц с точностью ± 10%.

Внимание! При работе с УЗ технологическим оборудованием соблюдать меры предосторожности в соответствии с ГОСТ 12.1.001-89.

Порядок выполнения работы

1. Изучить описание к лабораторной работе, инструкции к технологическому УЗ-оборудованию и приборам.

2. Рассчитать длину волны колебаний в частотном диапазоне работы генератора 44±1 кГц, необходимый уровень жидкости в моющей камере, проверить положение сливного крана (он должен быть закрыт) и заполнить камеру водой до половины расчетного уровня.

3. Заготовить 10 образцов из алюминиевой фольги размером 60х60 мм. Измерить их начальную емкость Со с помощью моста переменного тока Е7-8 или измерителя Е7-20.

4. Поместить в камеру датчик, закрепив его на расстоянии 5-10 мм от дна ванны. Включить тумблера «Сеть» частотомера и кавитометра.

5. Включить тумблером «Сеть» БУ установки УЗ очистки при этом должен загореться индикатор. Установить время очистки на БУ. Подать УЗ-колебания на ванну, нажав кнопку «ПУСК». Определить по форме импульсов на экране осциллографа момент начала кавитации в жидкой среде и измерить величину девиации частоты УЗ-генератора.

6. Измерить с помощью датчика и кавитометра величину кавитаци-онного давления в жидкости при различных расстояниях от дна ванны.

7. Определить неравномерность кавитационного поля в ванне в горизонтальной плоскости с шагом Х/8. Выключить ультразвук, нажав на кнопку «СТОП».

8. Определить зону наибольшей кавитационной эрозии путем погружения образцов в ванну на различные расстояния от дна ванны. Опыты начать со дна ванны и вести через 5 мм, включив расстояния, равные X /4-п, где n = 1,2,3,4. УЗ-колебания подавать в течение 30-60 с. Измерить емкость образцов после разрушения Ср и рассчитать интенсивность эрозии

$$I = \frac{C_0 - C_p}{C_p} \cdot 100\ \%$$

9. Исследовать влияние параметров УЗ-очистки на качество очистки деталей. Включить тумблером «Нагрев» на блоке УЗГ термостат нагрева раствора. При достижении температуры раствора 75°С должен загореться индикатор «Режим», после чего тумблер «Нагрев» отключить. В соответствии с индивидуальным заданием (табл. 9.1) провести исследо-вание зависимости качества очистки от параметров УЗ-очистки.

Таблица 9.1

Индивидуальные задания

Параметр процесса	Единица измерения	Величина параметра				
		1	2	3	4	5
Выходное напряжение	В	150	100	150	200	250
Температура жидкости	°С	20	30	40	50	60
Время очистки	с	20	30	40	50	60
Расстояние до дна ванны	мм	5	10	15	20	25

10. Качество очистки можно оценить по величине угла смачивания. Для этого нанести пипеткой дозированный объем жидкости на поверхность образца и под микроскопом МБС-2 измерить диаметр капли. По формуле (9.26) рассчитать величину угла смачивания.

10. Выключить УЗ-генератор кнопкой «Стоп» и тумблером «Сеть». Слить моющую жидкость из ванны, убрать рабочее место.

Содержание отчета

1. Цель работы.

2. Схемы: структурная макета и УЗ-ванны.

3. Расчет длины волны УЗ-колебаний.

4. Таблицы экспериментальных данных (кавитационное давление, интенсивность эрозии, угол смачивания).

5. Осциллограммы колебаний, эскизы разрушений образцов.

6. Графики полученных зависимостей.

7. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Физические явления при воздействии ультразвука на жидкие среды.

2. Технологические режимы процесса УЗ-очистки.

3. Особенности применяемого технологического оборудования и приборов.

4. Влияние режимов УЗ-очистки на качество очистки и надежность компонентов РЭС.

5. Методы контроля режимов УЗ-очистки.

6. Методика оценки качества очистки по углу смачивания.

7. Конструкции УЗ-ванн очистки.

Информационное обеспечение обучения

Основные печатные издания:

1. Аддитивные технологии в производстве изделий аэрокосмической техники : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. Л. Галиновский, Е. С. Голубев, Н. В. Коберник, А. С. Филимонов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 145 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-17883-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/545099.

2. Федоренко, В. Ф. Основы производства изделий с использованием аддитивных технологий в сельском хозяйстве : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Ф. Федоренко, И. Г. Голубев. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 137 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-21346-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/569764

3. Технология радиоэлектронных устройств и автоматизация производства: учебник / А. П. Достанко, В. Л. Ланин, А. А. Хмыль, Л. П. Ануфриев; Под общ. ред. А. П. Достанко. - Минск : Выш. школа, 2002. - 415 с.

4. Технология поверхностного монтажа: учеб. пособие / С. П. Кундас [и др.]- Минск : Армита-Маркетинг, Менеджмент, 2000. - 350 с.

5. IPC-SM-782 A. Стандарт по конструированию печатных плат с применением технологии поверхностного монтажа. М.: ЗАО ОСТЕК, 2002.

6. Медведев, А. М. Сборка и монтаж электронной аппаратуры / А. М. Медведев.- М. : Техносфера, 2005. - 500 с.

7. Ланин, В. Л. Формирование токопроводящих контактных соединений в изделиях электроники / В. Л. Ланин, А. П. Достанко, Е. В. Телеш. - Минск : Изд. Центр БГУ, 2007. - 574 с.

8. Ланин, В. Л. Монтаж и демонтаж электронных компонентов / В. Л. Ланин, В. В. Парковский // Компоненты и технологии, 2009, №3.- С. 147-152.

9. Джюд, М. Пайка при сборке электронных модулей / М. Джюд, К. Бридли. - М.: Издательский Дом «Технологии», 2006. - 416 с.

10. Ультразвуковые процессы в производстве изделий электронной техники / С.П. Кундас [и др.] В 2-х томах. Т.2- Минск : Бестпринт, 2003. - 224 с.

11. Ланин, В. Л. Технология и оборудование ультразвуковой очистки изделий электроники / В. Л. Ланин, В. С. Томаль // Технологии в электронной промышленности, 2007, № 8. - С. 60-64.

Дополнительные источники

1. Рудской А. И. Материалы и оборудование для аддитивного производства : учебник /

А. И. Рудской, А. А. Попович. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 398 с..

2. Рудской А. И. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий: учебник / А. И. Рудской, А. А. Попович. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, *2024. – 257 с.*

Приложение 1.1. (02.04)
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

МДК. 02.04. Методы финишной обработки и контроля качества готовых изделий

«ПМ.02 ПОДГОТОВКА, ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ НА УЧАСТКАХ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

2025

Оглавление

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Проверка соответствия готовых изделий техническому заданию с применением ручного измерительного инструмента....4

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. Проверка соответствия готовых изделий техническому заданию с применением систем бесконтактной оцифровки....13

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3. Выполнение работ по доводке изделий, полученных посредством аддитивных технологий на фрезерных и токарных станках с ЧПУ....20

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4. Выполнение работ по доводке изделий, полученных посредством аддитивных технологий на гидроабразивных установках....24

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5. Анализ и подбор оборудования для реализации поставленного задания по обработке изделия....29

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6. Выполнение работ по доводке изделий в соответствии с техническим заданием с гидроабразивных установок, расточных станков и ручного инструмента....34

Информационное обеспечение обучения....40

Пояснительная записка

Методические рекомендации по выполнению практических и лабораторных работ составлены в соответствии с программой по профессиональному модулю ПМ.02 «Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства» (МДК. 02.04. Методы финишной обработки и контроля качества готовых изделий) по профессии среднего профессионального образования 15.02.09 Аддитивные технологии

Выполнение практических и лабораторных работ по профессиональному модулю ПМ.02 «Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства» (МДК. 02.04. Методы финишной обработки и контроля качества готовых изделий) по профессии 15.02.09 Аддитивные технологии является результатом освоения ОПОП-П, соответствующим требованиям ФГОС СПО, а также отвечающим запросам организаций, действующих в реальном секторе экономики.

При выполнении практических и лабораторных работ основными задачами являются:

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2) выработка практических навыков самостоятельной работы;
3) подготовка обучающихся к будущей практической работе.

Целью выполняемых работ является получение умений и знаний, которые необходимы обучающемуся для овладения им соответствующего вида профессиональной деятельности.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1.
Проверка соответствия готовых изделий техническому заданию с применением ручного измерительного инструмента

(Время выполнения работы - 8 часов)

Цель: научиться использовать ручной инструмент для проверки соответствия готовых изделий техническому заданию.

Ход работы.

Штангенинструменты

Под общим названием «штангенинструмент» объединяется большая группа средств измерения и разметки линейных размеров. Общим для этих измерительных средств является то, что в качестве отсчетного устройства используется шкала измерительной линейки (штанги) с делением через 1мм, а отсчитывание частей деления на этой основной шкале производится с помощью вспомогательной (дополнительной) шкалы нониуса.

Отсчетное устройство штангенинструмента

Отсчетное устройство штангенинструмента состоит из основной шкалы, нанесенной на штанге с интервалом (т.е. промежутком между двумя соседними отметками шкалы) 1мм нониуса.

Нониус имеет небольшое число интервалов делений (10-20). Первый штрих нониуса является началом шкалы нониуса и одновременно индексом (указателем) значения размера на основной шкале. Если первый штрих нониуса совпадает с каким-либо штрихом основной шкалы (рис. 1, а), то отсчитывают целое значение размера только по основной шкале. Если же первый штрих нониуса не совпадает ни с одним штрихом основной шкалы, то отсчет получается из двух частей. Целое значение размера, кратное 1мм, берут по основной шкале по ближайшему меньшему значению (слева от первого штриха нониуса) и добавляют дробное значение размера по нониусу в зависимости от того, какое деление нониуса совпадает с каким-либо делением основной шкалы.

Порядок отсчета показаний рассмотрим на примере шкалы с нониусом, величина отсчета которого равна 0,1 мм (рис. 1, б). В данном случае отсчет равен 30,5 мм: первый штрих нониуса находится между штрихами основной шкалы с отметкой 3 см (30 мм) и 3,1 см (31мм), следовательно, первая часть отсчета будет равна ближайшему меньшему значению, а именно 30мм. Для того, чтобы определить дробную часть отсчета достаточно определить какой из штрихов шкалы нониуса точно совпадает со штрихом основной шкалы на штанге. В этом примере, 5-й штрих шкалы нониуса точно совпал со штрихом основной шкалы. Поскольку величина отсчета по нониусу равна 0,1 мм, то совпадение 5-ого штриха

нониуса означает, что дробное значение отсчета равно 0,5 мм. Весь же размер составляет 30+0,5=30,5 мм.

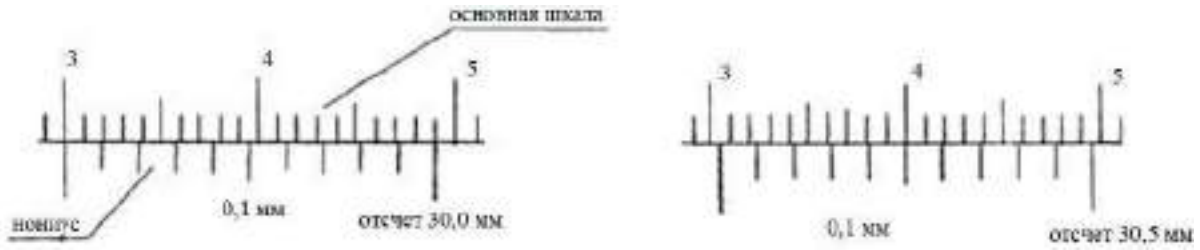


Рис. 1 Отсчетное устройство штангенинструмента

Перед началом измерений штангенциркулем необходимо осмотреть его и проверить на точность. Для этого надо совместить губки инструмента. При этом нулевые риски обеих шкал должны совпасть. Одновременно должен совместиться десятые штрих нониуса с девятнадцатым штрихом миллиметровой шкалы.

Для измерения изделия штангенциркулем необходимо:

– открепить рамки 3 и 6, передвинуть их вдоль штанги и расположить рамку 3 так, чтобы измеряемое изделие можно было установить между измерительными плоскостями губок;

– с помощью микровинта передвинуть рамку 3 до получения плотного прилегания поверхностей обеих губок к поверхностям измеряемого изделия;

– закрепить стопорный винт 4;

– сняв инструмент с изделия, считать показания по шкале штанги и понониусу.

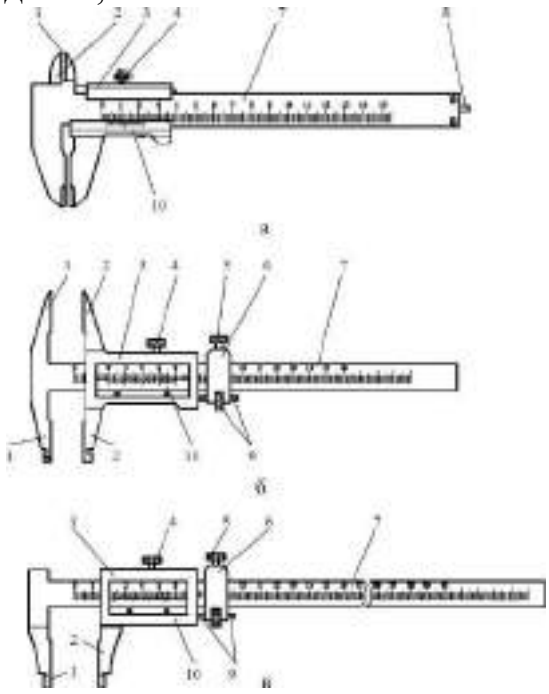


Рис. 2 Штангенциркули:

а − ШЦ I; б − ШЦ II; в − ШЦ III.

1 − неподвижные губки; 2 − подвижные губки; 3 − рамка; 4 − стопорный винт; 5 − зажим рамки микрометрической подачи; 6 − рамка микрометрической подачи; 7 − штанга; 8 −линейка глубиномера; 9 − винт и гайка микрометрической подачи; 10 – нониус.

Измеряя деталь, нельзя допускать перекоса губок штангенциркуля. Положение их обязательно фиксируется стопорным винтом. Точность показаний штангенциркуля зависит от правильности его установки на изделии (рис. 3). При измерении внутренних размеров необходимо учесть толщину губок штангенциркуля.

Не следует при измерении сжимать детали, захватывая рукой основнуюрамку.

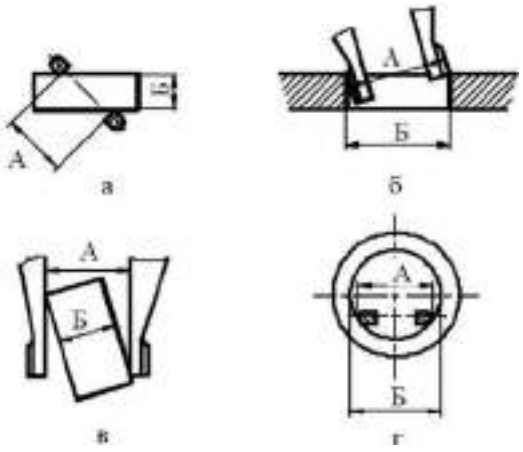


Рис. 3 Примеры неправильной установки штангенциркуля:

а, в – А > Б; б, г – А < Б

Микрометрические инструменты

К микрометрическим измерительным инструментам относятся микрометры для измерений размеров наружных элементов, микрометры для измерений размеров внутренних элементов, микрометрические нутромеры, микрометрические глубиномеры и специальные микрометры (для измерения толщины труб, листов и пр.).

Отсчетное устройство микрометрических инструментов

Принцип действия отсчетного устройства всех микрометрических инструментов основан на преобразовании угловых перемещений в линейные при помощи винтовой пары. В этой паре осевое перемещение барабана 3 (рис. 8) и винта 5 за каждый оборот барабана равно шагу винта.

Если на стебле 4, относительно которого вращается барабан, нанести деления через каждый шаг, то по полученной шкале 11 можно легко определить целое число оборотов винта 5. Для того, чтобы установить долю пройденного деления, на коническом срезе барабана 3 нанесена дополнительная шкала 10, содержащая n делений. Поворот барабана на одно деление этой шкалы вызывает осевое перемещение винта на 1/n часть шага.

Таким образом, цена деления барабана определяется из уравнения

$$i = \frac{t}{n},$$

где t – шаг винта; n – число делений на срезе барабана.

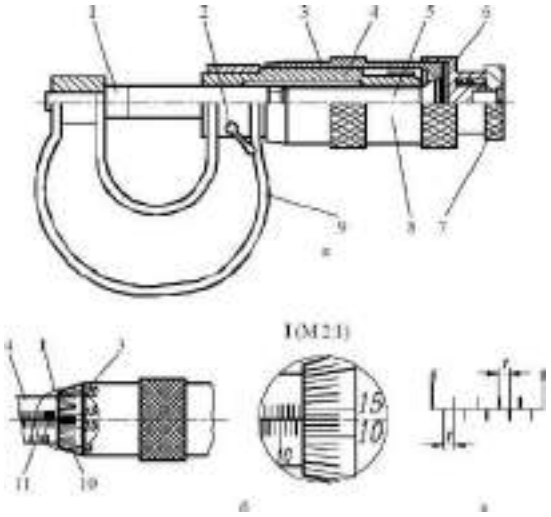


Рис. 8 Микрометр:

1 − пятка; 2 − стопорное устройство; 3 − барабан; 4 − стебель; 5 − микрометрический винт; 6 – установочный колпачок; 7 − трещоточное устройство; 8 − микрометрическая головка; 9 − скоба; 10,11 − шкалы микрометра.

В большинстве случаев у микрометрических инструментов, число делений на срезе барабана равно 50, тогда при t – 0,5 мм цена деления инструмента будет равна 0,01 мм.

У всех микрометрических инструментов на стебле нанесены две миллиметровые шкалы, из которых одна расположена над продольной чертой стебля, а другая – под чертой. Верхняя шкала сдвинута относительно нижнейна размер шага винта, т.е. на 0,5 мм. Целое число миллиметров отсчитывается по основной шкале (с пронумерованными штрихами), а половины миллиметров – по вспомогательной. Доли же миллиметра устанавливаются по числу делений на барабане.

Измерение микрометром

При правильной установке микрометра нулевой штрих барабана совпадает с продольным отсчетным штрихом на стебле, а начальный штрих основной шкалы 0, 25 мм и др. в зависимости от диапазона измерений виден полностью.

Если указанные штрихи не совпадают, то микрометр требуется перенастроить. Для этого у микрометра с диапазоном измерения 0 … 25 мм вращают микровинт за трещотку, доводя измерительные плоскости пятки и микровинта до соприкосновения, и в таком положении стопорят микровинт. Если

же необходимо установить микровинт с диапазоном измерений больше 25 мм, то между измерительными поверхностями пятки и микровинта зажимают соответ ствующий установочный калибр или концевую меру.

Дальнейшая настройка микровинтов осуществляется следующим образом. Поворачивая установочный колпачок 6 (см. рис. 8, а) не более чем на пол- оборота, освобождают барабан. После освобождения барабана разъединяют его с микровинтом. Для этого барабан сдвигают вдоль стебля до появления щелчка. Барабан поворачивают до совмещения его нулевого штриха с продольным отсчетным штрихом. После этого, придерживая барабан, закрепляют его установочным колпачком.

Перед началом измерений расстояние между измерительными поверхностями устанавливают так, чтобы оно было больше измеряемой величины. Установку следует вести путем вращения барабана в ту или другую сторону, не забыв отстопорить микровинт. В противном случае барабан провернется, и настройка микрометра будет нарушена.

При измерении микрометр устанавливают на изделие и, вращая микровинт за трещотку, зажимают изделие между измерительными поверхностями.

После того как трещотка прекратит проворачиваться, снимают показания.

Контроль поверочными инструментами

Радиусы выпуклых и вогнутых поверхностей от 1 до 25 мм проверяют радиусными шаблонами, которые комплектуются в наборы (рис. 9). Например, набор № 1 имеет девять выпуклых и девять вогнутых шаблонов с радиусами 1; 1,2; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5 и 6 мм.

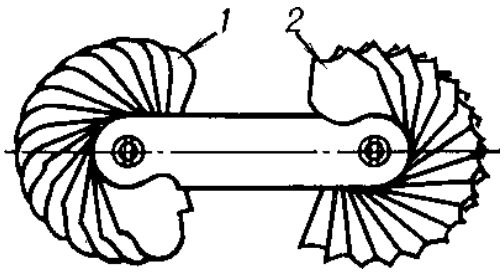


Рис.9 Набор радиусных шаблонов:

1 — выпуклых; 2 — вогнутых.

Размер радиуса закруглений контролируют «на просвет», совмещая профиль шаблона с проверяемым профилем.

С помощью резьбовых шаблонов проверяют профили резьб (рис. 10). Эти шаблоны комплектуются в два набора: для метрической резьбы с углом профиля

60° и для дюймовой резьбы с углом профиля 55°. На каждом шаблоне, входящем в тот или другой набор, указывается шаг резьбы.

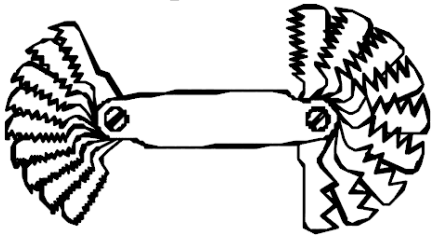


Рис. 10 Набор резьбовых шаблонов

Для проверки размеров зазоров между сопряженными поверхностями деталей используют щупы (рис. 11). Они представляют собой набор заключенных в обойму мерных стальных, точно обработанных пластинок, которые имеют толщину от 0,03 до 1 мм и длину 50, 100 или 200 мм.

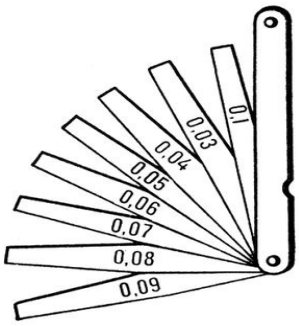


Рис. 11 Набор щупов

Размер зазора проверяют, вводя в него поочередно пластинки различной толщины (одну или несколько штук одновременно). Размер зазора считается равным толщине пластинки или набора пластинок, плотно входящих в него.

Для выполнения операций технического контроля в условиях массового и крупносерийного производства широко используют контрольные инструменты в виде калибров. Калибры – это тела или устройства, предназначенные для проверки соответствия размеров изделий или их конфигурации установленным допускам.

Контроль состоит в сравнении размера изделия с калибром по вхождению или степени прилегания их поверхностей. Такое сравнение позволяет рассортировать изделия на годные (размер находится в пределах допуска) и бракованные с возможным исправлением или неисправимые. Калибры делят на предельные и нормальные. Нормальный калибр (шаблон) применяется для проверки сложных профилей. Он имеет размеры,равные только номинальному размеру проверяемого элемента изделия. Такой калибр входит в проверяемую деталь с большей или меньшей степенью плотности.

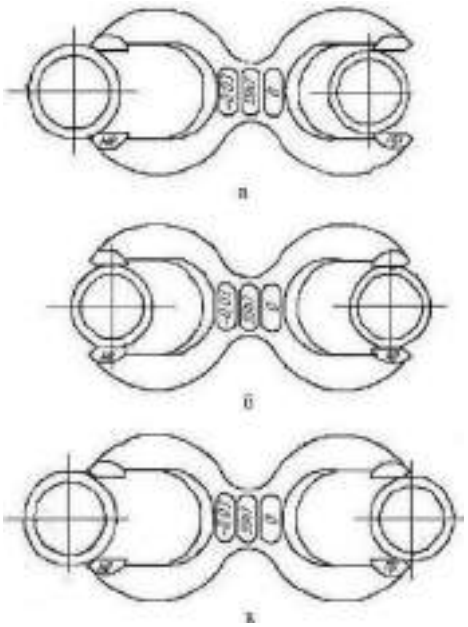


Рис.12 Контроль отверстия предельными калибрами:

а - детали годные; б – размер деталей меньше допустимого; в – размер деталей больше допустимого наибольшего.

В настоящее время применяют в основном предельные калибры (рис. 12). Предельный калибр имеет проходную (ПР) и непроходную стороны (НЕ), т.е. верхнее и нижнее отклонение номинального размера, что позволяет контролировать размер в поле допуска. Предельные калибры применяются для измерения цилиндрических, конусных, резьбовых и шлицевых поверхностей. При конструировании предельных калибров должен выполняться принцип Тейлора, согласно которому проходной калибр является прототипом сопрягаемой детали и контролирует размер по всей длине соединения с учетом погрешностей формы.

Непроходной калибр должен контролировать только собственно размер детали и поэтому имеет малую длину для устранения влияния погрешностей формы.

Виды предельных калибров: калибр-скоба, калибр-пробка, резьбовой калибр-пробка, резьбовой калибр-кольцо и т. д.

Так для контроля размера отверстия Ø55H7(+0,030) используют калибр-пробку, на которой указывается маркировка 55 H7. На проходной стороне калибра наносится символ ПР – и нижнее предельное отклонение 0, а на непроходной, соответственно НЕ и верхнее предельное отклонение

+0,030. Проходной калибр-пробка изготовляют по наименьшему предельному размеру, а непроходной - по наибольшему предельному.

Для контроля вала размером Ø55h7 (-0,03) используют калибры- скобы. Непроходную скобу изготавливают по наименьшему предельному размеру вала, а

проходную - по наибольшему. Схема контроля отверстия и вала калибрами показана на рис. 13.

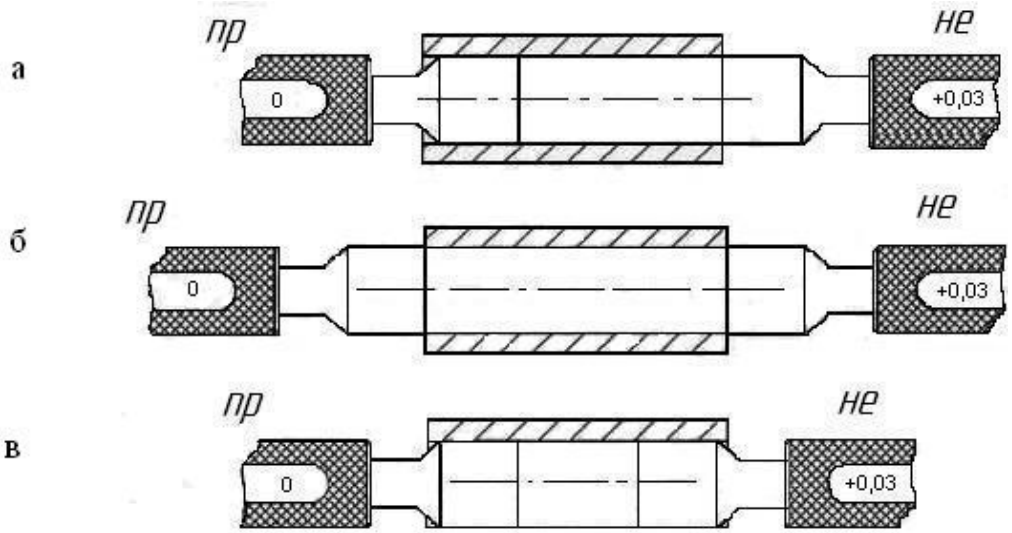


Рис.13 Контроль отверстия предельными калибрами:

а - детали годные; б – размер деталей меньше допустимого;в – размер деталей больше допустимого наибольшего

Гладкие двухпредельные калибры-скобы, предназначенные для контроля валов с допусками по квалитету 7 и выше, выпускаются трех основных типов: листовые двухсторонние (рис. 14, а); листовые (или штампованные) односторонние (рис. 14, б); односторонние со сменными губками (рис. 14, в).

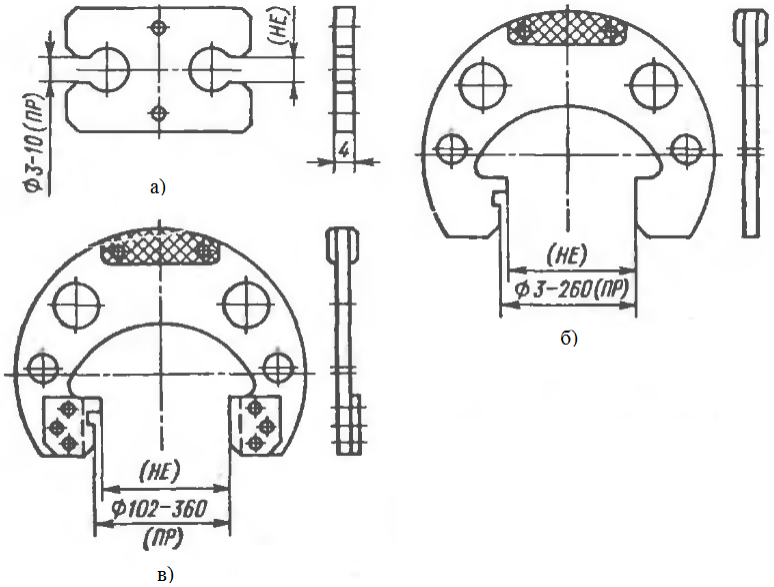


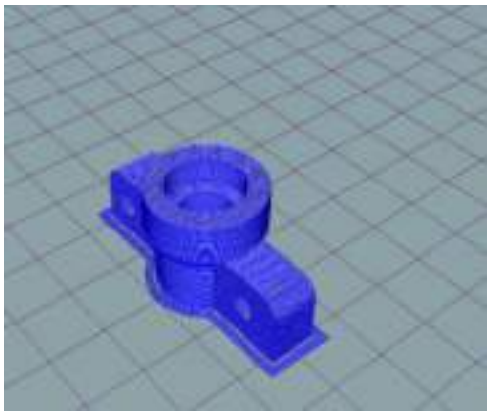
Рис. 14 Гладкие калибры-скобы:

а – двусторонний; *б* – односторонний; *в* – со сменными губками

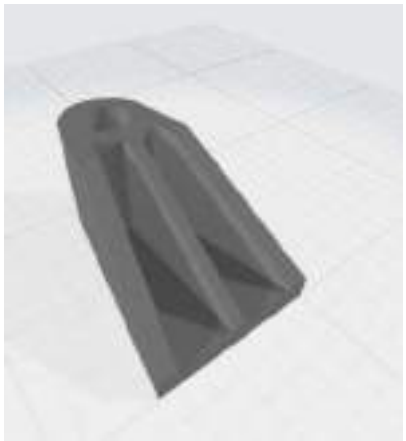
Задание: выполнить измерения изделия (по заданию преподавателя)

Вариант 1

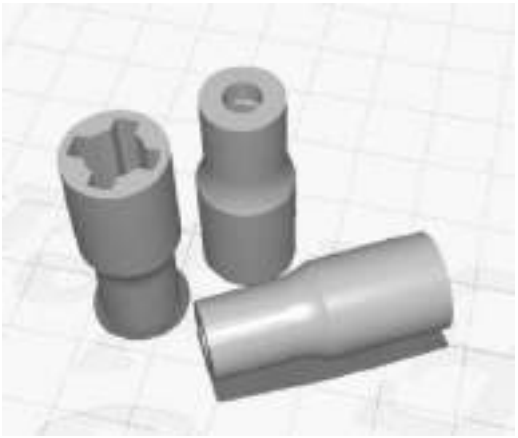
Вариант 2.



Вариант 3.



Вариант 4



Отчет: создать чертеж детали (изделия) с указанием действительных размеров, сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2.
Проверка соответствия готовых изделий техническому заданию с применением систем бесконтактной оцифровки

(Время выполнения работы - 8 часов)

Цель: научиться применять ПО для 3D сканнеров при проверке соответствия готовых изделий техническому заданию.

Ход работы.

В сфере контроля качества сложность заключается в измерении различных форм, размеров и типов поверхностей – производимые детали становятся все более разнообразными. От сложности также зависит время программирования, поскольку контроль сложных 3D-форм возможен только при измерении всей поверхности объекта. Таким образом, контроль всех данных, описывающих сложную геометрию, требует определенных трудозатрат. Такие затруднения, отрицательно влияющие на производительность, необходимо устранять. Для успешного контроля качества деталей в процессе производства нужна технология, которая отличается высокой гибкостью, то есть способна измерять поверхности из любых материалов и с любыми текстурами сканеры метрологического класса.

без подготовки. Такие возможности предоставляют 3D-

При контроле качества в серийном производстве 3D-сканер, в сравнении с классическими инструментами измерения, позволяет существенно сэкономить время и трудозатраты, в том числе за счет частичной автоматизации процесса. В каких отраслях востребовано 3D-сканирование:

1. машиностроение;
2. авиакосмическая промышленность;
3. приборостроение;
4. ювелирное дело;
5. медицина;
6. наука и образование;
7. архитектура, дизайн, искусство.

Новое поколение 3D-сканеров – альтернатива КИМ

Традиционные автоматизированные координатно-измерительные машины (КИМ) подразумевают использование тактильных датчиков в управляемой среде. Медленная технология, более приспособленная для метрологических лабораторий, не поможет решить проблемы производительности. Однако новое поколение 3D-сканеров, способных выполнять функции КИМ, которые устанавливаются на роботизированную руку и обеспечивают ту же точность, что и традиционные КИМ, может стать ключом к решению этих проблем.

Промышленные роботы, оснащенные 3D-сканерами, обеспечивают точные и быстрые измерения, хорошо справляясь с контролем качества в условиях производственного цеха.

КИМ

ПО

Важно понимать, что сам по себе процесс сканирования – только первый этап работы, это просто сбор «сырой» информации. Чтобы получить конечный результат, мы должны обработать сканы с помощью специализированного ПО.

После того как сканирование выполнено, полученная информация обрабатывается в специализированном ПО. 3D-сканеры представляют данные в виде облака точек, а современные модели – в виде полигональных моделей (точек, которые сшиваются между собой методом триангуляции). С помощью ПО можно устранить ошибки в отсканированной модели, создать набор NURBS-поверхностей, спроектировать полноценные параметрические твердотельные модели, проанализировать возможные изменения и погрешности, провести исследования, сравнительный анализ, а также контроль размеров и качества физического объекта.

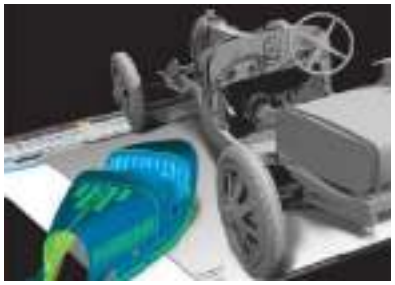
Обработка данных сканирования решает следующие задачи:

- контроль геометрии (в том числе в процессе эксплуатации для измерения износа, входной ивыходной контроль изделий);
- обратное проектирование (для восстановления и/или оптимизации формы детали, обратныйинжиниринг и построение CAD-модели);
- измерение реальных зданий, сооружений и других объектов для их реконструкции илиперепланировки;
- проверка изделий на собираемость;
- создание цифровых архивов.
- На производстве 3D-сканирование применяется прежде всего для контроля геометрии иреверс-инжиниринга.

В программах 3D-сканирования реализованы инновационные технологии топологического распознавания форм и их дальнейшего преобразования в твердотельную модель с сохранением истории. Они обеспечивают оперативное проектирование конструкторской документации либо восстановление утраченных чертежей посредством реверс-инжиниринга, а также позволяют выполнять детальный анализ отклонений и износа с возможностью автоматизации выгрузки отчетов.

Наиболее продвинутые инструменты для обработки данных сканирования – ПО Geomagic от компании 3D Systems: Wrap, Control X, Design X.

Geomagic Wrap: удобный инструмент для работы в 3D



Высокопроизводительная программа для обработки области точек и полигональной сетки. Это быстрый и точный инструмент для дизайна,

моделирования, «лечения» и оптимизации с сохранением качества текстуры и фактуры. Wrap дает возможность легко преобразовать трехмерные данные в точные 3D-модели, которые можно незамедлительно использовать в различных сферах, передавать в 3D-печать или архивировать. Wrap по удобству работы с трехмерными объектами – своего рода Photoshop в мире 3D.

Wrap – это:

- наличие сценариев макросов для автоматизации процессов;
- самый простой способ сохранить, преобразовать текстуру и фактуру поверхности, в томчисле и в карту текстуры;
- инновационная возможность преобразования скрученных поверхностей в плоские для их измерения, моделирования текстуры и фактуры, создания 2D-эскизов;
- простой и оперативный способ создать из области точек 3D-модель для печати;
- поддержка всех трехмерных цифровых преобразователей, камер и сканеров формата XYZ/ASCII и обработка упорядоченных и неупорядоченных данных поверхностей и объемов.

Geomagic Control X: мощный софт для контроля геометрии

Гибкий программный продукт для выявления и решения проблем в области контроля качества, предлагающий многофункциональные и интуитивно понятные инструменты измерения, управления и анализа.

Непосредственная задача ПО – сравнение данных 3D-сканирования эксплуатационного изделия с эталонной моделью и составление полноценных отчетов в удобном формате. Процесс формирования отчетности может быть автоматизирован, а полученной информацией легко обмениваться со всеми участниками проекта. Control X позволяет значительно повысить показатели предприятия при выполнении проверок качества продукции.

Control X – это:

• возможность сравнения полученных сканов как с эталоном, так и с другими данными;

• контроль и анализ полученной информации в сравнении как с эталоном, так и с другимиданными;

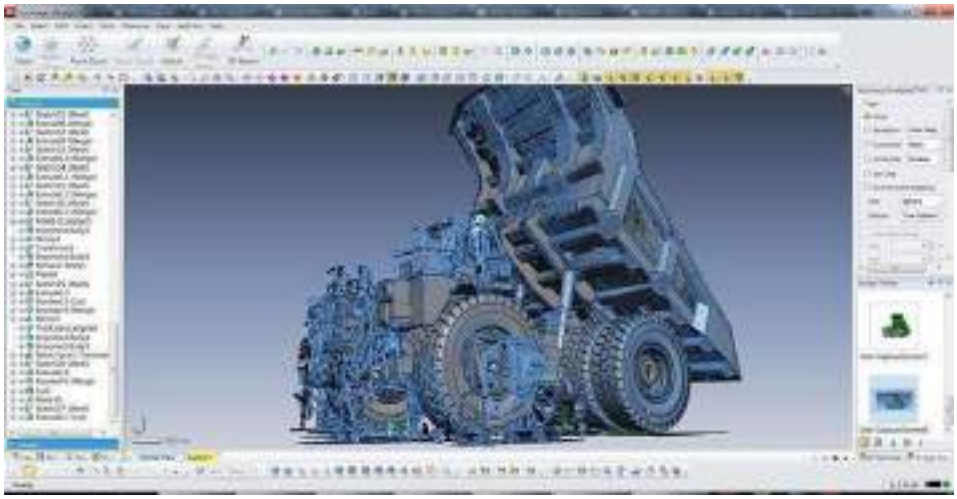
• настраиваемые выгружаемые отчеты, с возможностью автоматизации контроля;

• поддержка данных, полученных не только с помощью 3D-сканирования, но и другимиспособами;

• поддержка большого количества форматов, что позволяет контролировать и анализироватьданные из различных источников;

• интуитивно понятный интерфейс.

Geomagic Design X: новые возможности работы в САПР



Наиболее комплексное ПО для реверс-инжиниринга, начиная с обработки данных сканирования до создания твердотельной параметризированной модели (CAD).

Design X быстро обрабатывает сканы моделей, позволяя сэкономить средства на реализацию проекта и быстрее вывести продукт на рынок. ПО предлагает обширный выбор передовых инструментов САПР и работы со сканами и будет незаменим в сложных проектах.

В частности, у этой программы 3D-сканирования есть специальный инструмент для предварительной обработки полигональных моделей, ускоряющий дальнейшую работу (удаление шумов, острых граней, самопересечений, микротоннелей и т.п.).

Design X – это:

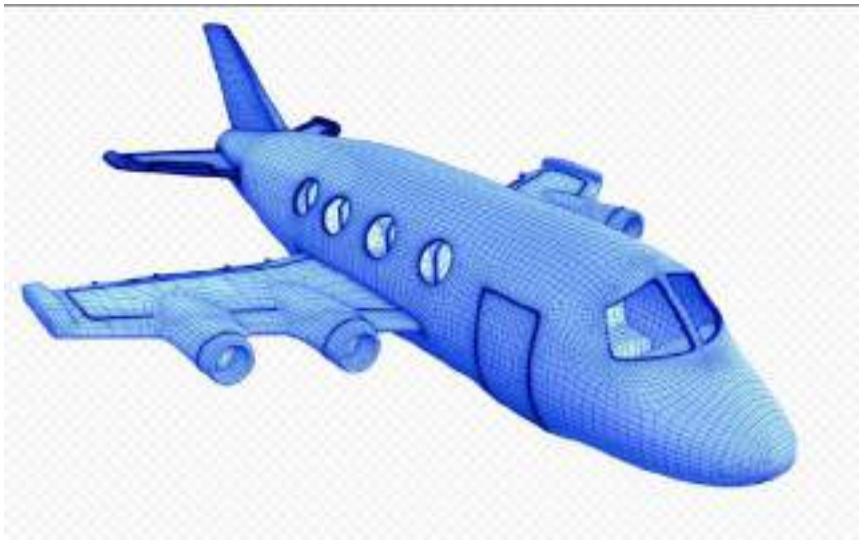
• возможность создания дерева построения CAD-детали в наиболее распространенныхмеждународных САПР;

• воссоздание истории построения CAD-детали в самых передовых САПР;

• быстрое воссоздание моделей по сканам;многообразие инструментов.

Задание: отсканировать изделие и обработать с использованием ПО (по заданию преподавателя)

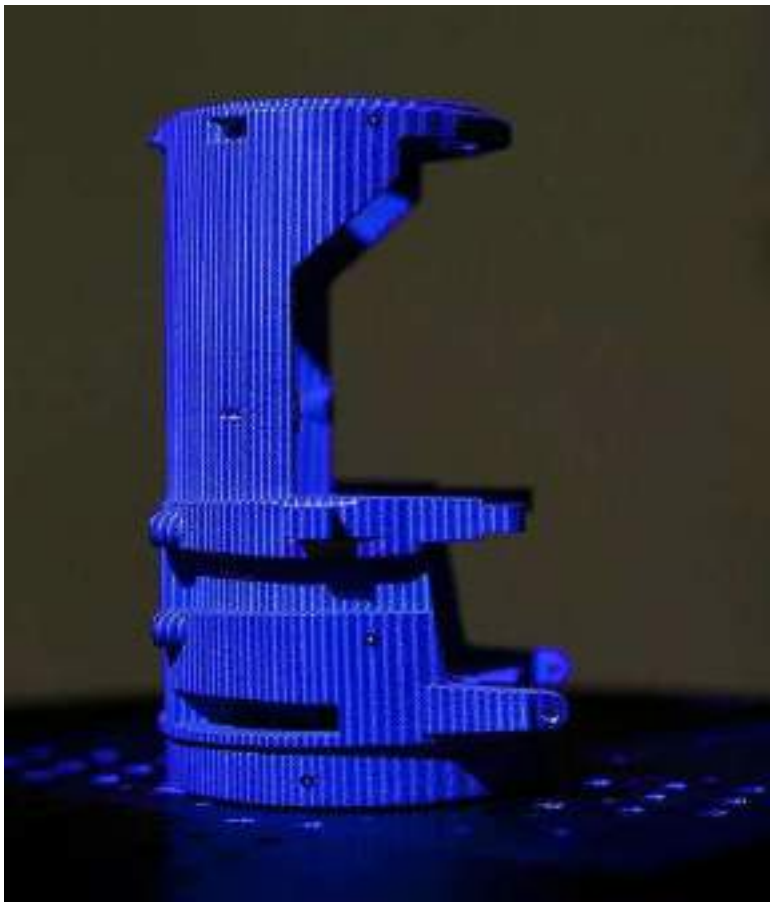
Вариант 1.



Вариант 2.

Вариант 3.

Вариант 4.



Отчет: сохранить выполненную работу в своей папке на рабочем компьютере.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3.
Выполнение работ по доводке изделий, полученных посредством аддитивных технологий на фрезерных и токарных станках с ЧПУ

(Время выполнения работы - 8 часов)

Цель: научиться выполнять работы по доводке изделий, полученных посредством аддитивных технологий на фрезерных и токарных станках с ЧПУ.

Ход работы.

Выбор технологии изготовления во многом определяется применением – в одном случае определенные технологические дефекты не повлияют на качество деталей, в другом они будут иметь ключевое значение. Производители, стремящиеся свести к минимуму количество недостатков в пользу реализации преимуществ методов изготовления, создают так называемые гибридные решения.

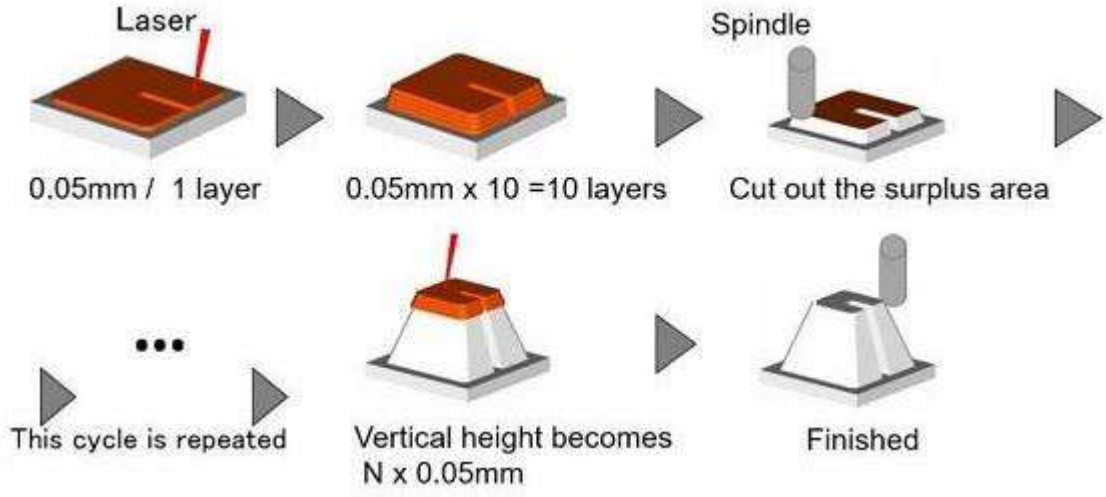
Для гибридных машин основным преимуществом является сочетание двух взаимодополняющих технологий для достижения наилучшего конечного результата. Это позволяет как создавать новые элементы, так и ремонтировать (путем наплавки, а затем фрезерования для получения желаемой геометрии), используя широкий спектр материалов. Кроме того, экономия обусловлена покупкой одного многофункционального устройства вместо создания машинного парка, что сокращает количество ремонтов, проверок или работников, эксплуатирующих машины. В то же время это экономит деньги за счет сокращения времени – каждый раз, когда вы перемещаете деталь (например, с 3D-принтера на станок с ЧПУ), это увеличивает время производства.

Гибридный 3D-принтер сочетает селективное спекание с механической обработкой

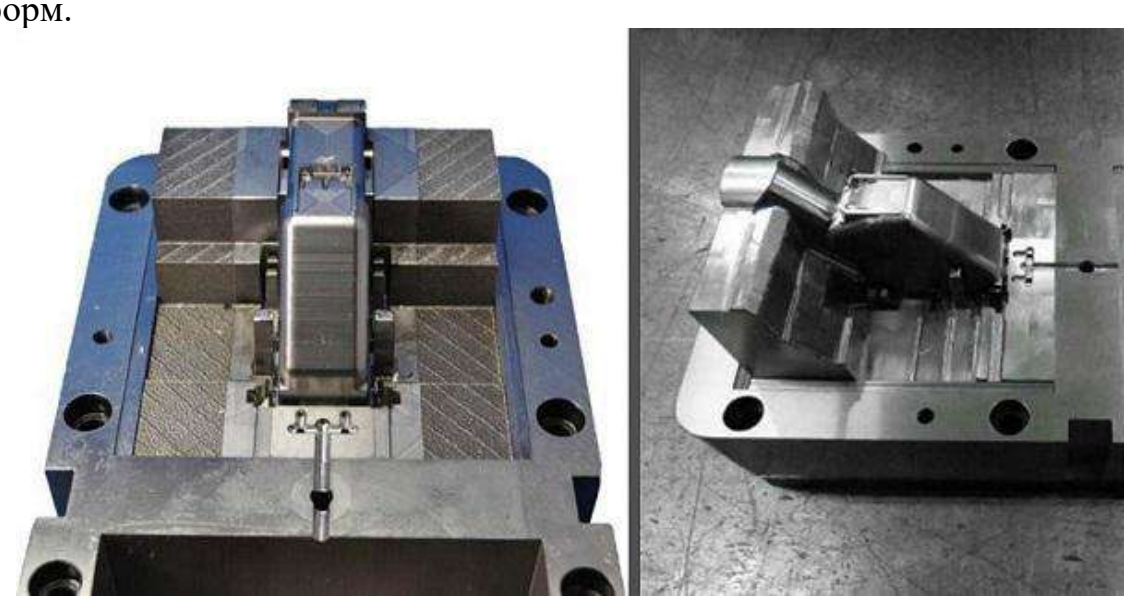
При всей своей точности и высоком разрешении лазерные спекающие 3D-принтеры в большинстве случаев производят детали, требующие дополнительной механической обработки. Уже существуют системы, способные самостоятельно осуществлять полный производственный цикл 3D-печати и постобработки.

Гибридные 3D-печатающие и фрезерующие установки уже не редкость, но стандартом для таких систем остается наплавление металлических порошков с последующей обработкой. Как правило, такие системы используются не для производства, а для ремонта металлических деталей сложной формы – например, лопаток газовых турбин. Гибридный 3D-принтер стал первой промышленной системой, сочетающей фрезерование с прямым селективным спеканием металлических порошков (DMLS).

Рабочая камера позволяет выращивать детали размером до 250x250x250 мм. в азотной атмосфере. Спекание осуществляется 500-ваттным иттербиевым волоконным лазером с длиной волны излучения 1070 нм. Печать производится попеременно с обработкой модели шпинделем с частотой вращения до 45 000 оборотов в минуту. Как утверждают разработчики, аддитивный процесс позволяет добиваться монолитности на уровне 99,99%, а механическая обработка снижает шероховатость поверхностей (Ra) до двух микрон.



Одним из примеров применения гибридной технологии служит создание элементов с внутренними каналами для водяного охлаждения. Наиболее же перспективным направлением разработчики считают изготовление литейных форм.



В некоторых случаях установка позволяет создать литейный стержень, обычно состоящий из 21 элемента, всего из двух частей. Экономия времени при этом составляет порядка 55%, а себестоимость производства снижается на 38%.

Стоимость одной установки оценивается в районе одного миллиона долларов США.

Фрезерование при изготовлении 3д-моделей.

Трёхмерные модели (3d-модели) широко используются в прототипировании и других областях проектирования и производства.

3Д-модели получают при помощи удаления лишнего материала с поверхности заготовки при помощи специальных фрез. Фрезы приводятся в движение шпинделем, работой которого управляет компьютерное устройство, сопряжённое с фрезерным станком (такой станок носит название «станок с ЧПУ»).

Алгоритм работ выглядит следующим образом. Пока ещё цифровая трёхмерная модель, полученная в результате моделирования в одном из пакетов трёхмерного конструирования, при помощи специального программного обеспечения преобразуется в набор управляющих инструкций для станка с ЧПУ.

Фрезерный станок ЧПУ, руководствуясь полученными инструкциями, за несколько проходов выполняет фрезерование заготовки до получения изделия с поверхностью нужной чистоты и точности. Так виртуальная модель становится реальным изделием, которое можно взять в руки. Без преувеличения можно сказать, что фрезерование – центральный технологический процесс при изготовлении 3d-моделей.

При фрезеровании на станке ЧПУ обычно делаются следующие проходы:

- черновой проход
- чистовой проход

При черновой обработке используется фреза большего диаметра и шаг станка крупнее, чем при чистовой обработке. Например, при обработке деревянной заготовки черновая обработка может вестись фрезой диаметром от 3 до 6 миллиметров с шагом 1,5 – 3 миллиметра, в то время как при чистовой обработке работа ведётся фрезой 2 мм с шагом 0,25 мм.

При обработке 3д-моделей используются преимущественно конические фрезы со сферическим и плоским торцом, так как коническая форма фрезы позволяет удобно обрабатывать поверхности со сложным рельефом.

3D-фрезеровка включает в себя следующие этапы:

1. создание компьютерной 3д-модели (в одном из трёхмерных пакетов конструирования)
2. подготовка 3d-модели к обработке (создание управляющей программы для станка, а такжеподбор инструмента)
3. фрезеровка пробной 3д-модели из легкообрабатываемого пластика (например, ПВХ)

4. по результатам фрезеровки пробной модели проводится фрезеровка 3d-модели

Задание:

Вариант 1.

Вариант 2.

Вариант 3.

Вариант 4.

Отчет: выполненные изделия.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4.
Выполнение работ по доводке изделий, полученных посредством аддитивных технологий на гидроабразивных установках

Время выполнения работы - 8 часов)

Цель: научиться выполнять работы по доводке изделий, полученных посредством аддитивных технологий на гидроабразивных установках

Ход работы.

Технология обработки материалов с использованием гидроабразивного станка

Для обработки разнообразных изделий на промышленном предприятии может использоваться гидроабразивный станок, на котором возможно производить резку материалов с толщиной до 300 мм. Станок с использованием данной технологии может оснащаться ЧПУ, что значительно повышает производительность труда и расширяет возможности применения и сложность выполняемых операций.

Рис. 1.Гидроабразивная резка

Технология выполнения гидроабразивной резки

Операция по выполнению гидроабразивной резки заключается в обработке заготовки водяной струей под большим давлением с добавлением в воду режущего вещества в виде мелких частиц твердых горных пород. Для точного позиционирования режущей струи используется лазер и специальная направляющая головка, выполненная из прочного сплава.

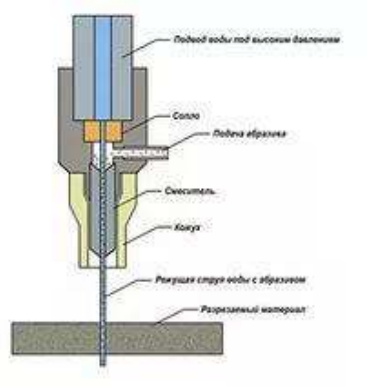


Рис. 2

Рабочая операция резки материала под большим давлением на гидроабразивном станке.

Операция резки протекает под воздействием абразивной смеси за счет использования специального насоса, от характеристик которого зависит толщина реза и скорость обработки заготовки. Для управления процессом на станке устанавливается регулятор мощности, который позволяет изменять толщину и скорость реза заготовки. При обработке наиболее прочных материалов применяют трехкомпонентный наполнитель, менее прочных – двухкомпонентную смесь (вода + абразив).

Большую роль в технологическом процессе играет напор воды, который должен иметь рабочие параметры не менее 4700 кг/см^2 и скорость до 1200 м/сек.

Для точного позиционирования струи используются специальные сопла, которые имеют различный диаметр выходного отверстия, что позволяет за счет смены головки регулировать толщину реза. Ресурс работы водяных сопел обычно составляет 60 — 100 час. по истечении, которого производится их замена.

Обработка на расточных станках

Растачивание - вид обработки отверстий, ранее полученных каким-либо другим методом, расточными резцами. Растачиванием обрабатывают внутренние (цилиндрические, торцовые и резьбовые), наружные (торцовые и цилиндрические) поверхности вращения, а также плоские поверхности в различных заготовках. Самое широкое применение находит этот вид обработки при обработке отверстий в корпусных деталях.

Главным движением при растачивании является вращение инструмента. Движение подачи может совершать заготовка или инструмент. Формообразование поверхностей происходит по методу следа.

Основные типы расточных станков: координатно-расточные, горизонтально-расточные и алмазно-расточные. Координатно-расточные станки позволяют обрабатывать отверстия в различных заготовках с высокой точностью формы, размеров и взаимного расположения. По конструкции такие станки бывают одностоечные (рис.3.5) и двухстоечные.

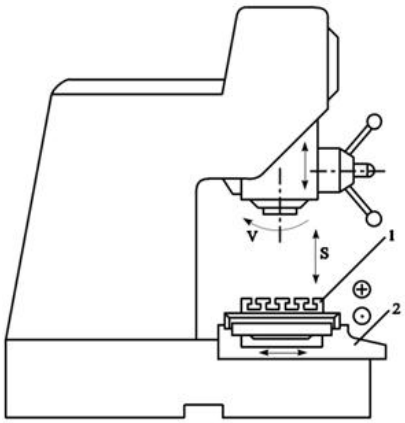


Рис.3. Общий вид координатно-расточного станка

Стол 1 координатно-расточного станка может перемещаться по направляющим салазок 2, а салазки в свою очередь по горизонтальным направляющим станины совершают соответственно продольное и поперечное установочные движения. Необходимое качество обработки достигается за счет координатной установки заготовок относительно инструмента, осуществляемой при помощи специальных оптических устройств с точностью до нескольких микрометров.

Наибольшее распространение на машиностроительных предприятиях получили горизонтально-расточные станки. Они используются в основном для обработки заготовок корпусных деталей.

На станине 1 горизонтально-расточного станка неподвижно закреплена передняя стойка 2, по вертикальным направляющим которой перемещается шпиндельная бабка 3 с планшайбой 4, радиальным суппортом 5 и шпинделем 6. На горизонтальных направляющих станины устанавливается в нужном положении и закрепляется задняя стойка 7 с опорным люнетом. По продольным направляющим станины перемещается стол 11, в поперечных направляющих которого перемещаются салазки 10 с поворотным столом 9 и установленной на нем заготовкой. Инструмент закрепляется в шпинделе или на планшайбе и вместе с ними совершает главное вращательное движение. Движение подачи могут

совершать либо заготовка, либо инструмент. В первом случае заготовка перемещается в поперечном направлении вместе с салазками или в продольном - вместе со столом. При осевом перемещении суппорта, радиальном - радиального суппорта или вертикальном - шпиндельной бабки движение подачи вместе с ними совершает режущий инструмент.

Ручной инструмент для обработки металла

Этот инструмент подразделяют на инструмент для **опиловки, рубки и пробивки отверстий, сверления, нарезания резьбы, резки металла, а также ударный и вспомогательный инструмент.**

Инструмент для опиловки поверхностей металлических заготовок— рашпили, напильники, надфили. Эти инструменты различают по форме поперечного сечения, размерам, типу насечки и величине зубьев.

Рашпили представляют собой бруски с поперечным сечением различной формы, на рабочей поверхности которых наносят ямочную насечку с пирамидальными выступами. Выступы располагают в шахматном порядке. Рашпили используют для грубой обработки мягких материалов: алюминия, свинца, древесины, пластмасс, резины и т. п.

Напильники по форме поперечного сечения могут быть плоскими, квадратными, трехгранными, ромбическими, ножовочными, круглыми, полукруглыми. Все напильники, кроме круглых, изготовляют с насеченным зубом, круглые — с насеченным и нарезным.

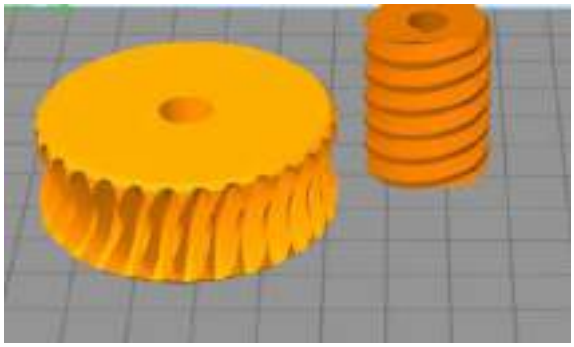
Напильники с крупными зубьями называют **драчевыми** (длина 200-300 мм), со средними – **личными** (длина 150-200 мм) и с мелкими – **бархатными** (длина 100-125 мм).

Надфили по форме сечения выпускают десяти типов – плоские, круглые, квадратные, треугольные и т.д. Длина рабочей части надфилей может быть 40, 60 и 80 мм. Надфили имеют перекрестную (двойную) насечку.

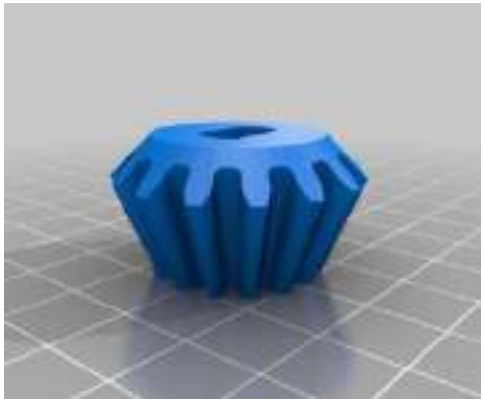
Напильники и надфили должны быть термически обработаны и иметь твердость, обеспечивающую сцепляемость их с контрольной пластинкой с твердостью HRC 57. На вершинах зубьев не допускается обезуглероженный слой. Непрямолинейность рабочей части — не более 0,2 мм на 100 мм длины.

Задание: выполнить изделие по заданию преподавателя

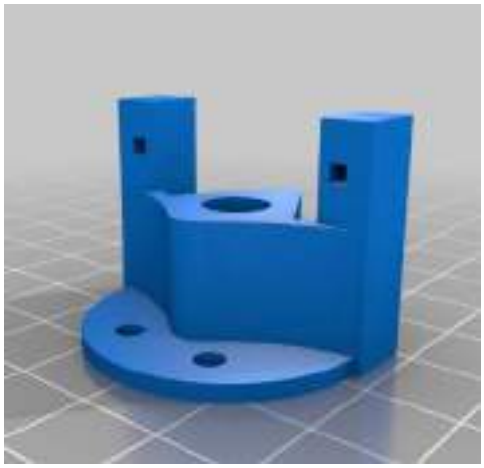
Вариант 1.



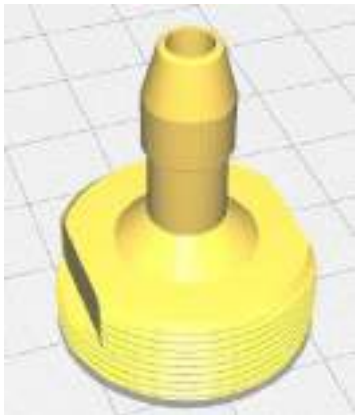
Вариант 2.



Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: выполненные изделия.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5.
Анализ и подбор оборудования для реализации поставленного задания по обработке изделия

(Время выполнения работы - 7 часов)

Цель: научиться подбирать оборудование для реализации поставленного задания по обработке изделия

Ход работы.
Технология обработки материалов с использованием гидроабразивного станка

Тип оборудования (станка) должен обеспечивать: точность обработки, заданное качество поверхностей и выполнение других пищских требований к изготовляемой детали; производительность обработки, обеспечивающую заданную программу выпуска в условиях принятого типа производства (в поточном производстве с учетом тага выпуска); наименьшую технологическую себестоимость детали, т.е. максимальную экономичность и эффективность При выборе варианта станка учитывают соответствие основных размеров рабочей юны станка размерам обрабатываемых заготовок или нескольких одновременно обрабатываемых заготовок, соответствие производительности станка количеству деталей подлежащих изготовлению в заданный период времени;

возможность работы на оптимальных режимах резания, при которых загрузка станка по мощности должна быть не менее 80%, а по времени работы - 60-90%;

-возможность обработки детали иди партии деталей за минимальное время с минимальной себестоимостью;

- наличие станка в цехе или реальную возможность его приобретению минимальной отпускной цене.

При высокой степени концентрации операции выбирают много суппортные или многошпиндельные станки. Решающим фактором при |выборе того или другого станка является экономичность процесса обработки. Результаты экономичности должны быть представлены в виде отношений основных времен, штучных времен и приведенных затрат на выполнение работ различными методами. Лучшим вариантом считают тот, значения показателей которого минимальны. При выборе варианта оборудования учитывают также максимальное сокращение срока окупаемости затрат на механизацию и автоматизацию. По сведениям проф. А.А. Маталиима, размер экономически целесообразной партии заготовок, при которой следует переводить их обработку с токарного станка на револьверный, составляет 5-25 шт., с револьверного станка на одношпиндельный автомат - 150-700 шт. и на многошпиндельный автомат с одношпиндельного - от 150 шт. заготовок и выше.

Имеет значение также масса и конфигурация заготовки, степень концентрации операции и другие факторы.

Более сложным является вопрос об экономичности применения станков с ЧПУ. При обработке специальных заготовок особо сложной конфигурации целесообразность применения таких станков не вызывает сомнений, не смотря на их высокую стоимость.

При обработке обычных деталей машиностроения использование станков с ЧПУ взамен токарных, револьверных, фрезерных, расточных и других в каждом отдельном случае должно бытьобосновано тщательным экономическим анализом.

В условиях крупносерийного и массового производства часто представляется целесообразным выполнение операции на специальном станке. В таких случаях должно быть разработано задание наего проектирование. Одновременно должны учитываться возможности изготовления такого станка на самом предприятии или размещение заказа на специализированном заводе (например, на заводе агрегатных станков и т.п.).

В приложении приведены модели наиболее распространенных металлорежущих станков основных групп и их технические характеристики.

Пример. В соответствие с пунктом 2.5 для операции 005 необходимо выбрать другое оборудование. На этой операции производится токарная обработка торцов и наружной поверхности, а также зенкерование отверстия.

Этим условиям наиболее полно соответствует токарный станок с ЧПУ 16А20ФЗ, так как это оборудование характерно для серийных производств и является универсальным. Эскиз рабочейзоны приведен на рис. 2.5. В соответствие с характеристикой, он предназначен для обработки наружных и внутренних поверхностей деталей типа тел вращения со ступенчатым и криволинейным профилем различной сложности в полуавтоматическом режиме. Станок способен производить подрезку, продольное и поперечное точение, сверление, зенкерование, развертывание, растачивание, т.е. имеет возможность осуществить переходы операции 005. Наибольший диаметр устанавливаемого над суппортом изделия - 200 мм, что позволяет обрабатывать заготовку на данном станке.

Станок относится к нормальным по классу точности, следовательно, пригоден для черновой обработки заготовок с достижением точности размеров по 11-му квалитету.

Анализ правильности выбора средств технологического оснащения.

К средствам технологического оснащения (СТО) относятся технологическое оборудование, оснастка, средства механизации и автоматизации производственных процессов. В состав этой функции входят:

разработка технического задания на проектирование СТО;

проектирование специальных приспособлений;

проектирование переналаживаемых приспособлений;

выбор универсальных СТО;

проектирование и выбор СТО процессов контроля;

проектирование и выбор вспомогательной технологической оснастки и инструмента.

При ТПП, как правило, проектируют нестандартную, специальную технологическую оснастку, средства механизации и автоматизации производственных процессов.

Любое СТО может быть выбрано из одноименного множества. Обычно это касается технологического оборудования, а также технологической оснастки и средств механизации и автоматизации стандартных конструкций.

Выбор СТО осуществляется в следующей последовательности:

определяют точное название требуемого СТО, для оборудования - группу и тип;

формируют основные требования (ключ поиска) к искомому СТО;

выполняют поиск в соответствии с требованиями (ключом поиска);

оформляют заказ на приобретение найденного СТО.

Исходные данные для поиска содержатся в техническом задании на СТО.

Выбор технологического оборудования и оснастки основывается на анализе затрат, связанных с реализацией технологического процесса в установленный промежуток времени при заданном качестве изделия. Анализ затрат предусматривает сравнение вариантов при прочих равных условиях и выбор наилучшего.

Выбор технологического оборудования в соответствии со стандартом ЕСТПП начинается с анализа формирования типовых поверхностей деталей и сборочных единиц и методов их обработки с целью определения наиболее эффективных методов обработки и сборки, исходя из назначения и параметров изделия.

Выбор оборудования производят по главному параметру, т. е. в наибольшей степени соответствующий его функциональному назначению и техническими возможностями.

Физическая величина, характеризующая главный параметр, устанавливает взаимосвязь оборудования с размером изготавливаемого на нем изделия.

Выбор технологической оснастки осуществляется в следующей последовательности:

проведение анализа характеристик, организационных и технологических условий изготовления (схема базирования и закрепления, вид технологической операции, организационная форма процесса изготовления и т. д.);

группирование технологических операций;

определение исходных требований к технологической оснастке;

отбор конструкции оснастки.

При выборе технологической оснастки используют нормативно - техническую (стандарты) и техническую (альбомы типовых конструкций, каталоги, паспорта на технологическое оборудование, методические материалы) информацию.

Анализ правильности выбора измерительных средств для контроля изделия

Выбор средств контроля включает определение номенклатуры:

контрольного оборудования (контрольных автоматов и полуавтоматов, координатно- измерительных машин, роботов, приборов);

контрольных приспособлений и инструментов.

Этапы выбора средств контроля для одного контролируемого параметра приведены в табл. 1.

Таблица I

Этап выбора средств контроля	Решение задачи	Используемая документация
Анализ характеристик объекта контроля и показателей процесса контроля	Ознакомление с характеристиками объекта контроля, показателями процесса контроля, влияющими на выбор средств контроля	Конструкторская документация на изделие; технологическая документация на изготовление, испытание и контроль изделий; документы, содержащие сведения об объеме выпуска и сроках изготовления изделий
Анализ характеристик средств контроля	Ознакомление с параметрами, устройством, особенностями применения средств контроля	Классификатор средств контроля; каталог средств контроля; государственные, отраслевые стандарты на средства контроля
Определение состава средств контроля	Определение состава средств контроля, обеспечивающих заданные показатели процесса контроля с учетом метрологических и эксплуатационных характеристик средств контроля; предварительное определение необходимости проектирования специальных средств контроля	Картотеки применяемости средств контроля; каталог средств контроля; классификатор средств контроля
Оценка эффективности выбранных средств контроля	Определение целесообразности применения средств контроля; экономическое обоснование выбираемых средств контроля	Методика расчета экономической эффективности технического контроля

Этапы выбора средств контроля для комплекса контролируемых параметров и объектов контроля приведены в табл.2.

Таблица 2

Этап выбора средств контрол*	Решение задачи	Используемая документация
Анализ состава контролируемых параметров и объектов контроля	Группирование контролируемых параметров с целью сокращения номенклатуры средств контроля	Технологическая документация на изготовление, испытание и контроль изделия; документы, содержащие сведения об объеме выпуска и сроках изготовления изделий
Выбор схем одновременного контроля нескольких параметров с помощью специальных средств контроля, механизированных и автоматизированных средств контроля	Повышение точности и производительности контроля; сокращение номенклатуры средств контроля	Альбомы схем контроля; каталог средств контроля; классификатор средств контроля
Выбор методов и алгоритмов контроля для перенастраиваемых, гибких, программируемых автоматизированных технических средств	Увеличение гибкости средств контроля; обеспечение управления технологическим процессом и качеством продукции с применением программных пропусков	Библиотека программ проведения контроля и обработки результатов контроля
Определение окончательного состава необходимых средств контроля	Расчет потребности в средствах контроля; экономическое обоснование выбираемых средств контроля; составление ведомости средств контроля; определение недостающих средств контроля; выдача технических заданий на разработку новых средств контроля	Методика расчета экономической эффективности технического контроля

При выборе средств контроля должны учитываться:

вид объекта контроля (деталь, сборочная единица, технологический процесс);вид контроля (сплошной, выборочный и т.д.);

входной уровень дефектности контролируемой продукции;

вероятность обнаружения брака на последующих этапах технологического процесса; вид контролируемого признака (геометрический размер, физический параметр номинальные значения и допуски контролируемых параметров;

допускаемая погрешность измерения;

конструктивные особенности объекта контроля (конфигурация, доступность и т.п.)

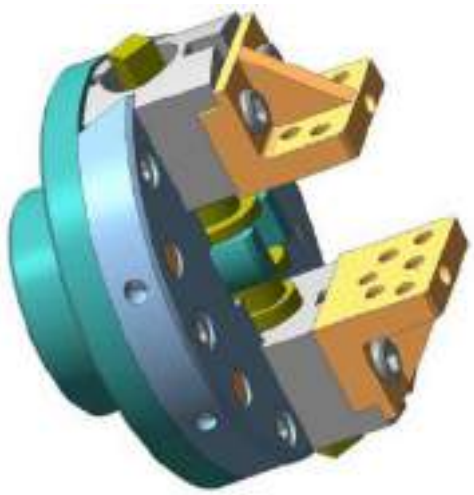
транспортабельность средства и объекта контроля; производительность технического контроля; наличие средств контроля на предприятии; стоимость средств контроля; квалификация исполнителяконтроля;

целесообразность проектирования специальных средств контроля; дополнительные условия и характеристики.

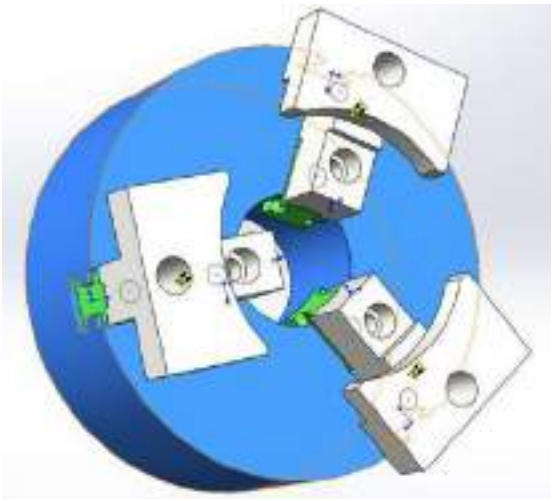
Задание: подобрать оборудование и изготовить изделие по заданию преподавателя.

Вариант 1.

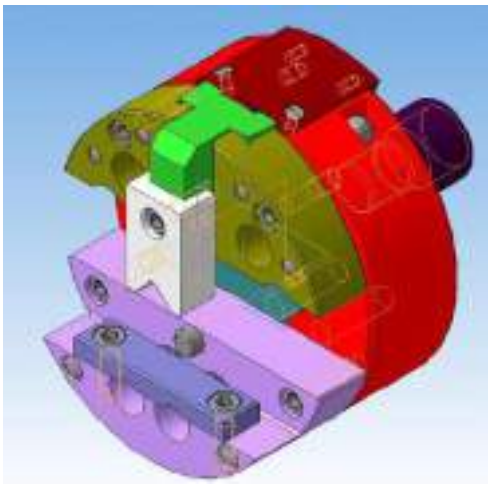
Вариант 2.



Вариант 3.



Вариант 4.



Отчет: выполненное изделие.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6.
Выполнение работ по доводке изделий в соответствии с техническим заданием с гидроабразивных установок, расточных станков и ручного инструмента

(Время выполнения работы - 7 часов)

Цель: научиться выполнять работы по доводке изделий в соответствии с техническим заданием с гидроабразивных установок, расточных станков и ручного инструмента.

Ход работы.

Так как получить заданную точность поверхностей деталей только заготовительными операциями в большинстве случаев не удается, то назначенный

припуск последовательно срезают с поверхностей заготовок, тем самым последовательно повышая их точность и качество, доводя до заданных значений. Таким образом, требуемая точность размеров и качество поверхностного слоя отдельных поверхностей формируют в результате последовательного применения нескольких методов обработки.

Выбор того или иного способа определяется комплексом факторов, среди которых учитывают: конфигурацию, габаритные размеры, материал и массу деталей, объем выпуска, принятый тип и форму организации производства; оборудование и оснастку, имеющиеся в распоряжении и др. К главным факторам также относят точность, производительность и рентабельность каждого способа. Например, получить плоскую поверхность небольшой площади с примерно одинаковым качеством на детали из чугуна можно: цилиндрическим и торцовым фрезерованием; строганием, точением и протягиванием; плоским и ленточным шлифованием; шабрением и т.д. Выбор способа тесно связан еще и со стадией процесса обработки. Обдирочная, черновая, предварительная (промежуточная), чистовая и окончательная (отделочная, тонкая) обработки одной и той же поверхности чаще выполняются разными способами, например черновое и чистовое зенкерование отверстия, а затем его развертывание или шлифование.

Исходными данными для составления последовательности обработки отдельных поверхностей служат чертежи и технические требования к деталям и заготовкам, а также существующие технические возможности и организационные условия. Выбор методов обработки для определенной поверхности можно разделить на три основных этапа:

В соответствии с требованиями к точности размеров и качеству поверхностей, указанным на чертеже детали, с учетом размера, массы и формы детали назначают окончательный, последний метод обработки, обеспечивающий заданные требования.

В соответствии с точностью размеров и качеством поверхностей, указанным на чертеже заготовки, назначают первый метод обработки.

В соответствии с назначенными первым и последним методами обработки при необходимости назначают промежуточные. При этом придерживаются следующего правила: каждый последующий способ обработки должен быть точнее предыдущего. Это значит, что каждая очередная операция, переход или рабочий ход должны выполняться с меньшим технологическим допуском, обеспечивать повышение качества и снижение шероховатости обрабатываемой поверхности.

При определении количества промежуточных операций исходят из технологических возможностей выбираемых методов обработки с точки зрения достигаемых экономической точности и качества поверхностей. Технологический допуск на промежуточный размер и качество поверхности, полученные на предшествующем этапе обработки, должны находиться в пределах, которые позволяют использовать намеченный последующий метод обработки. На последующую операцию рекомендуется принимать технологический допуск в 2–4 раза меньше предыдущего. Кроме обеспечения точности размеров и формы поверхностей, очень важно обеспечить также точность взаимного расположения поверхностей. Нельзя, например, после сверления производить чистовое

развертывание, т.к. в результате сверления не удается получить необходимую точность положения оси отверстия, а последующее развертывание не позволит устранить эту погрешность. Поэтому, сначала нужно после сверления выполнить зенкерование или растачивание, что позволит исправить положение оси формируемого отверстия, а затем уже выполнить его развертывание, что позволит достичь заданной точности размера, формы и шероховатости поверхности. Число возможных вариантов маршрута обработки какой-либо поверхности может быть значительным. Некоторые ограничения на их выбор могут оказывать такие факты, как необходимость обработки данной поверхности совместно с другой; низкая жесткость заготовки, препятствующая применению высокопроизводительных методов и др.

На практике при выборе методов обработки руководствуются рекомендациями таблиц средней экономической точности различных способов обработки, публикуемых в справочной и технической литературе по машиностроению.

Разработка последовательности обработки поверхностей детали, их анализ и составление предварительного варианта технологического маршрута.

При разработке технологического маршрута обработки детали всю механическую обработку распределяют по операциям, выявляют их число и последовательность выполнения. Для каждой операции выбирают оборудование, определяют конструктивную схему приспособления, припуски на обработку и пр. От логичности порядка выполнения операций во многом зависят и качество, и производительность, и экономичность обработки детали.

В общем случае последовательность технологических операций устанавливают, пользуясь следующими методическими рекомендациями:

на первых (одной – двух) операциях при базировании по черновым базам обрабатывают поверхности, служащие в дальнейшем технологическими базами;

затем обрабатывают те поверхности, с которых снимается наибольший слой металла, что позволяет своевременно обнаружить и устранить внутренние дефекты, не допуская дальнейшей обработки бракованных заготовок;

выполняют операции формообразования детали в последовательности, обратной степени их точности;

осуществляют операции местной обработки на ранее обработанных поверхностях: фрезеруют канавки и лыски, нарезают резьбу и зубья, сверлят отверстия и т.д.;

заканчивают обработку теми поверхностями, которые являются наиболее точными и наиболее важными для нормального функционирования детали;

обработку легкоповреждаемых поверхностей (например, наружных резьб) рекомендуется выносить в конец маршрута;

вспомогательные операции, такие как сверление мелких отверстий, прорезка канавок игалтелей, снятие фасок, зачистка заусенцев и тому подобное выполняют на стадии чистовой обработки;

отделочные операции, такие, как шлифование, хонингование, притирка и прочие, делают в последнюю очередь, обычно после термической, химико-

термической и других немеханических операций, разделяющих весь технологический процесс на отдельные части;

технический контроль проводят после тех операций, на которых выше вероятность брака, после сложных дорогостоящих операций, после законченного цикла, а также в конце изготовления детали.

При производстве точных деталей маршрут обработки, разделяют на стадии: черновую, чистовую и отделочную. На первой снимают основную массу металла в виде припусков и напусков. Обработку ведут рабочие невысокой квалификации на станках пониженной точности. Погрешности обработки возникают из-за значительных деформаций технологической системы, при закреплении заготовки большими силами, ввиду интенсивного разогрева заготовки, в связи с ее короблением из-за перераспределения внутренних натяжений. Во время чистовой обработки значительная часть погрешностей устраняется. Группируя обработку по отмеченным стадиям, увеличивают разрыв во времени между черновой и отделочной обработками и позволяют более полно проявиться деформациям до их устранения на последней стадии обработки.

Изложенная последовательность соблюдается не всегда; она в большей степени подходит для массового производства и противоречит принципу концентрации операций, когда черновую и чистовую обработки жестких заготовок деталей средней точности успешно выполняют с одного установа, например, обработка на автоматах и полуавтоматах, револьверных и агрегатных станках.

Иногда последовательность обработки зависит от системы простановки размеров.

При проектировании технологического процесса для существующего цеха учитывают наличие, возможности и расположение обрабатывающего оборудования, поточные линии, участки групповой обработки, а также наличие транспортных средств и прочие условия.

Последовательность обработки устанавливают с учетом возможного сокращения путей и времени транспортировки деталей. Разрабатывая маршрут обработки детали, одновременно производят или уточняют предварительную структуру технологических операций без подробной проработки их содержания. Предварительное содержание операций устанавливают объединением тех переходов на данной стадии обработки, которые могут быть выполнены на одном станке. В массовом производстве содержание операций определяют из условия, чтобы их длительность была равна или кратна такту. В тяжелом машиностроении стремятся сократить число переустановок заготовок со станка на станок, что также сказывается на содержании операций.

При составлении маршрута обработки заготовки по отдельным операциям устанавливают также тип станков и другого технологического оборудования. Характеристики, размеры и модели уточняют и корректируют при детальной проработке технологических операций.

При разработке технологического маршрута ориентируются на типовые технологические процессы обработки деталей данного класса, разработанные в различных отраслях машиностроения.

Итоги технологического проектирования – перечень и содержание операций, тип оборудования, виды оснастки, нормы времени и прочее –заносят в технологические маршрутные карты (ГОСТ 3.1118–82), карты технологического процесса (ГОСТ 3.1404–86).

Пример. Для дальнейшего проектирования необходимо разработать технологическиймаршрут механической обработки зубчатого колеса для условий среднесерийного производства.

Для снятия наибольшего припуска, выявления дефектов и подготовки комплекта технологических баз, первой операцией назначаем черновое точение. На этой операции обрабатываются базовый и противобазовые торцы, наружная поверхность зубчатого венца, а также производится предварительное и чистовое растачивание отверстия.

После предварительной обработки необходимо получить комплект технологических баздля последующего чистового точения, поэтому следующей операцией назначаем протягивание шлицевого отверстия.

Для достижения заданных параметров по точности линейных размеров и качеству поверхности торцов и наружной поверхности зубчатого венца назначаем чистовое точение.

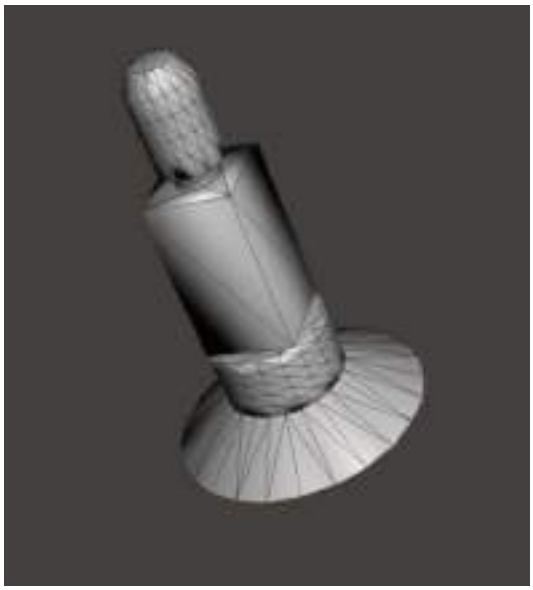
Далее производим зубофрезерование червячной фрезой. С целью достижения заданной степени точности зубьев и повышения качества поверхности до $Ra1{,}6$ мкм следующей операцией назначаем шевингование. Для повышения твердости рабочей поверхности зубьев до величины 45–50 *HRC* вводим операцию закалки ТВЧ с последующим высоким отпуском. После термической обработки для повышения точности размеров и качества поверхности вводится операция однократного шлифования базового торца.

Задание: выполнить изделие по заданию преподавателя

Вариант 1.

Вариант 2.

Вариант 3.



Вариант 4.

Отчет: выполненное изделие

Информационное обеспечение обучения

Основные печатные издания:

1. Аддитивные технологии в производстве изделий аэрокосмической техники : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. Л. Галиновский, Е. С. Голубев, Н. В. Коберник, А. С. Филимонов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 145 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-17883-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/545099.

2. Федоренко, В. Ф. Основы производства изделий с использованием аддитивных технологий в сельском хозяйстве : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Ф. Федоренко, И. Г. Голубев. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 137 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-21346-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/569764

Дополнительные источники

1. Рудской А. И. Материалы и оборудование для аддитивного производства : учебник /

А. И. Рудской, А. А. Попович. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 398 с..

2. Рудской А. И. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий: учебник / А. И. Рудской, А. А. Попович. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, *2024. – 257 с.*

Приложение 1.1. (03.01)
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

МДК 03.01. Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок

«ПМ.03 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

2025

Оглавление

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Чтение чертежа детали 4
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. Анализ конструкции на технологичность 9
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3. Разработка схемы базирования заготовки 15
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4. Проектирование технологических процессов изготовления деталей на основе технологий аддитивного производства 17
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5. Написание управляющих программ оборудования для аддитивного производства 25
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6. Трехмерное сканирование и основы работы с 3D-сканером 32
Информационное обеспечение обучения 36

Пояснительная записка

Методические рекомендации по выполнению практических и лабораторных работ составлены в соответствии с программой по профессиональному модулю ПМ.03 «Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий» (МДК 03.01. Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок) по профессии среднего профессионального образования 15.02.09 Аддитивные технологии

Выполнение практических и лабораторных работ по профессиональному модулю ПМ.03 «Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий» (МДК 03.01. Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок) по профессии 15.02.09 Аддитивные технологии является результатом освоения ОПОП-П, соответствующим требованиям ФГОС СПО, а также отвечающим запросам организаций, действующих в реальном секторе экономики.

При выполнении практических и лабораторных работ основными задачами являются:

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2) выработка практических навыков самостоятельной работы;
3) подготовка обучающихся к будущей практической работе.

Целью выполняемых работ является получение умений и знаний, которые необходимы обучающемуся для овладения им соответствующего вида профессиональной деятельности.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Чтение чертежа детали

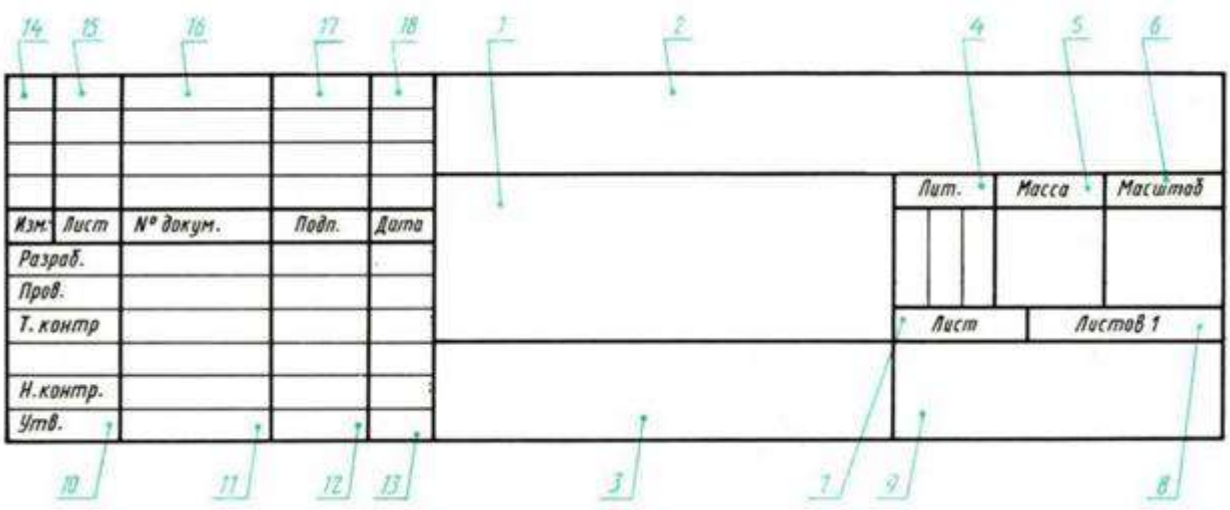
(Время выполнения работы - 1 час)

Цель работы: Отработать навыки чтения конструкторской документации.

Основные понятия:

Чертеж - документ, содержащий графическое изображение изделия точно и полно передающее его форму, а также содержащий все данные, необходимые для изготовления и контроля изделия.

Чтение чертежа начинаем с основной рамки, на которой:



В графе 1 - наименование изделия (в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73), а также наименование документа, если этому документу присвоен код;

В графе 2 - обозначение документа;

В графе 3 - обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей);

В графе 4 - литеру, присвоенную документу (графу заполняют последовательно, начиная с крайней левой клетки);

В графе 5 - массу изделия по ГОСТ 2.109-73;

В графе 6 - масштаб (проставляется в соответствии с ГОСТ 2.302-68 и ГОСТ 2.10973);

В графе 7 - порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);

В графе 8 - общие количество листов (графу заполняют только на первом листе);

В графе 9 - наименование или различительный индекс предприятия, выпускающего документ

(графу не заполняют, если различительный индекс содержится в обозначении документа);

В графе 10 - характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ, в соответствии с формами 1 и 2. Свободную строку заполняют по усмотрению разработчика, например: "Начальник отдела", "Начальник лаборатории", "Рассчитал";

В графе 11 - фамилия лиц, подписавших документ:

В графе 12 - подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11.

В графе 13 - дату подписания документа;

В графах 14-18 - графы таблицы изменения, которые заполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 2.503-74.

Далее на чертеже читают технические требования, предъявляемые к детали или изделию (например: детали изготавливает из штамповки, допуски на размеры и т.д.)

Затем смотрят общую шероховатость и вид обработки:

-Обозначение шероховатости поверхности без указания способа обработки;

-Обозначение шероховатости поверхности, при образовании которой обязательно удаление слоя материала;

-Обозначение шероховатости поверхности, при образовании которой осуществляется без удаления слоя материала.

-обозначает, что для всех поверхностей, кроме указанных иначе.

Порядок выполнения:

1. Написать цель и тему работы
2. Устно ответить на вопросы

a) Каким образом указание квалитета или допуска определяет технологию обработки?

b) Укажите назначение квалитетов.

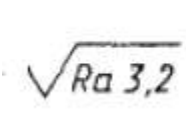
c) В каких случаях размеры называются свободными и какими квалитетами характеризуют точность обработки свободных размеров?

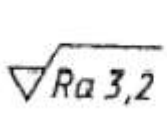
d) Какими буквами обозначаются основные отклонения: а) в системе отверстия; б) в системе вала

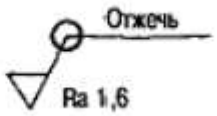
e) Определите для размера 25H7: а) схема расположения поля допуска;

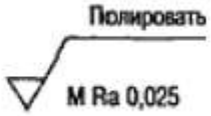
б) систему, в которой задан размер; в) номинальный размер; г)квалитет

f) Поясните условные обозначения шероховатости поверхности









3. Выполните чертеж детали с указанием рабочих поверхностей и технических требованием к ним

4. Определите по чертежу детали:

a) число гладких отверстий;

b) число резьбовых отверстий;

c) число глухих отверстий;

d) число видов;

e) какое изображение является главным видом и почему.

f) есть ли фаски, и если есть, то сколько;

g) есть ли скругления, и если есть, то сколько;

h) является ли деталь телом вращения (корпусной, листовой и т.д.) и почему;

i) имеются ли на чертеже: выносной элемент, местный разрез, дополнительный вид;

j) напишите габаритные размеры детали

5. Определите по чертежу шероховатость отдельных поверхностей детали. Расшифруйте обозначение шероховатости

6. Определите предельные отклонения, допуск и квалитет точности размеров детали

7. Определите служебное назначение изделия и дайте его описание.

8. Определите назначение обрабатываемой детали как составной части сборочной единицы. Проанализируйте служебное назначение отдельных элементов детали и поверхностей

9. Проанализируйте материал детали, его химический состав и физико-механические свойства.

10. Определите режимы и условия работы лимитирующих поверхностей или элементов детали и выявите возможные причины выхода ее из строя.

Дайте предложения по отделочной и упрочняющей обработке лимитирующих

поверхностей с целью обеспечения долговечности детали или по замене материала

детали и технологии ее изготовления.

12. Оформите отчет по практической работе и сдайте преподавателю в установленный срок.

Перечень оборудования: (ТСО, наглядные пособия)

ПК преподавателя, проектор, интерактивная доска.

Комплект наглядных пособий: комплект чертежей деталей в бумажном и электронном виде.

Вопросы для повторения:

1. Чертеж – дать определение.

2. Порядок чтения чертежа

3. В каких случаях размеры называются свободными и какими квалитетами характеризуют точность обработки свободных размеров?

4. Каково влияние шероховатости на работу деталей машин?

Литература:

1. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения : учебник для вузов / Б.М.

Базров. - 2-е изд. (1-е изд. 2005г.). - М. : Машиностроение, 2007. - 736 с.

2. Ганенко А.П. Оформление текстовых и графических материалов при подготовке дипломных проектов, курсовых и письменных экзаменационных

работ (требования ЕСКД) : учебник для НПО / А.П. Ганенко, Лапсарь М.И.. -

5-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2008. - 352 с.

3. Клепиков В.В., Бодров А.Н. Технология машиностроения : учебник / В.В. Клепиков, А.Н. Бодров. - М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2004. - 860 с.

4. Куликов В.П. Стандарты инженерной графики : учебное пособие / В.П. Куликов. - М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2007. - 240 с.

5. Куликов В.П. Инженерная графика : учебник для ссузов / В.П. Куликов, А.В.

Кузин. - 3-е изд., испр. - М. : ФОРУМ, 2009. - 366 с.

Пример выполнения работы:

1. Исходные данные

Название детали - _____

Марка материала – _____

2. Описание формы детали.

3. Чертеж анализируемой детали с обозначением рабочих поверхностей и технических требований к ним.

Анализ конструкции детали число гладких отверстий	
число резьбовых отверстий	
число глухих отверстий	
число видов	
какое изображение является главным видом и почему	
есть ли фаски, и если есть, то сколько	
есть ли скругления, и если есть, то сколько	
является ли деталь телом вращения (корпусной) и почему	

имеются ли на чертеже: выносной элемент, местный	
разрез, дополнительный вид	
напишите габаритные размеры детали	

Шероховатость поверхностей

Количество рабочих поверхностей	Знак шероховатости	Расшифровка знака

Технические требования к детали - перечислить

2. Характеристика материала (по справочнику)

- Химический состав
- Физико-механические свойства
- Область применения

3. Результаты анализа служебного назначения узла, детали и отдельных элементов и поверхностей детали.

4. Результаты анализа условий работы и причин возможного выхода детали из строя.

5. Предложения по отделочной и упрочняющей обработке рабочих поверхностей детали, выводы о соответствии материала детали заданной долговечности

Вывод: В ходе выполнения работы я научился читать чертежи.

Прочитав основную надпись, я узнал, что деталь называется Шпангоут. Ее номер ПР04.151901.10.32.19; материал - алюминиевый сплав В95оч ГОСТ 4784-97; деталь изображена в масштабе 1:2; масса - 3,6кг.

Разработчик: Иванов С.А.

Предприятие изготовитель: ОГБОУ СПО «ИАТ» ТМ-32

Прочитав технические требования, я узнал, что деталь изготавливается из штамповки, с последующей обработкой на станках с ЧПУ. Острые кромки притупляются радиусом 0.3 мм и т.д.

Деталь обрабатывается по 14 квалитету, за исключением отверстий диаметром ХХ - они изготавливаются по 9 квалитету. Общая шероховатость на чертеже Ra 3.2, радиусные переходы выполняются с шероховатостью Ra 1.6 и т.д.

Деталь является телом вращения.

Габаритные размеры детали 0 660х63

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2.
Анализ конструкции на технологичность

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель: Научиться определять качественные и количественные показатели технологичности деталей.

Теоретическая часть Понятие о технологичности

Успешное решение задач, которые стоят и будут стоять перед машиностроением, при создании новых и совершенствовании действующих машин с целью достижения более высоких эксплуатационных характеристик при одновременном сокращении их массы, габаритов и стоимости, повышении долговечности, простоте ухода и надежности вработе.

Одновременно в самом машиностроении необходимо совершенствовать технологические процессы изготовления изделий, улучшать использование всех средств технологического оснащения, внедрять в производство прогрессивные методы организации производства.

Одним из эффективных путей решения этих задач является внедрение принципов технологичности конструкций. В соответствии с ГОСТ14.205-83 ***технологичность*** *– это совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте при заданных показателях качества, объеме выпуска и условиях выполнения работ.*

Производственная технологичность конструкции детали *- это степень соответствия требованиям наиболее производительного и экономичного изготовления.*

Чем меньше трудоемкость и себестоимость изготовлении, тем более технологичной является конструкция детали.

Технологичность – важнейшая техническая основа, обеспечивающая использованиеконструкторских и технологических резервов для выполнения задач по повышению технико-экономических показателей изготовления и качества изделий. Работа по улучшению технологичности должна производиться на всех стадиях проектирования и освоения в производстве выпускаемых изделий.

При выполнении работ, связанных с технологичностью, следует руководствоватьсягруппой стандартов, входящих в Единую систему подготовки производства (ЕСТПП), а именно ГОСТ 14.201-83…14.205-83.

Технологичность детали зависит от типа производства, выбранного технологического процесса, оборудования и оснастки, организации производства, а также от условий работы детали и сборочной единицы в изделии и условий ремонта.

Оценка технологичности конструкции бывает двух видов: качественная и количественная.

Качественная оценка технологичности является предварительной, обобщенной и характеризуется показаниями: «лучше - хуже», «рекомендуется – не рекомендуется»,

«технологично – нетехнологично» и т.п.

Технологичной при качественной оценке следует считать такую геометрическую конфигурацию детали и отдельных ее элементов, при которой учтены возможности минимального расхода материала и использовании наиболее производительных и экономичных для определенного типа производства методов изготовления

Требования к технологичности конструкции детали согласно ГОСТ 14.204-83следующие:

- конструкция детали должна состоять из стандартных и унифицированных элементов илибыть стандартной в целом;
- детали должны изготовляться из стандартных и унифицированных заготовок илизаготовок, полученных рациональным способом;
- размеры и поверхности детали должны иметь соответственно оптимальные степеньточности и шероховатость;
- физико-химические свойства материала, жесткость детали, её форма и размеры должнысоответствовать требованиям технологии изготовления;
- показатели базовой поверхности (точность, шероховатость) детали должны обеспечиватьточность установки, обработки и контроля;
- конструкция детали должна обеспечивать возможность применения типовых истандартных технологических процессов её изготовления.

Примеры некоторых конструктивных решений, обеспечивающих технологичностькорпусных деталей, валов, втулок, шестерен и шкивов.

Основные требования к технологичности деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ

Технологичность конструкции деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ, рассматривается с позиции собственно обработки и задач программирования, решение которых требует упрощения геометрических образов и типизации основных повторяющихся геометрических элементов заготовки. Для удовлетворения требованиймеханической обработки на станках с ЧПУ в общем случае следует считать технологичными такие детали, формы и размеры которых отвечают условиям выполненияобработки в непрерывном автоматическом цикле.

Применение автоматизированных методов проектирования технологических процессов и управляющих программ для обработки на станках с ЧПУ ставит перед конструкторами задачу пересмотра требований к оформлению чертежей деталей. При этомособо актуальной является проверка чертежей на технологичность, их увязка с возможностями станков с ЧПУ.

Правила обработки детали на технологичность:

1) Единым критерием технологичности конструкции изделия является её экономическая целесообразность при заданном качестве и принятых условиях производства.

2) При определении качественных показателей технологичности детали определить:а) Возможность изготовления заготовок с минимальными припусками.

б) Соответствие материала детали её названию.

в) Взаимозаменяемость детали с оптимальными значениями полей допуска ишероховатостей обработки.

г) Стандартизация и унификация конструктивных элементов (резьб, модулей зубчатыхколёс, радиусов, галтелей и т.д.).

д) Возможность применения стандартного режущего, мерительного и вспомогательногоинструментов, приспособлений.

е) Возможность использования типовых технологических процессов.

Количественная оценка технологичности

Для количественной оценки используют показатели, приведенные в таблице 1, показывающие достигнутое снижение: коэффициент трудоёмкости ($К_{ут}$), технологической себестоимости ($К_{ус}$) по сравнению с аналогичным базовым вариантом, а также коэффициент унификации конструктивных элементов ($К_{уэ}$); коэффициент точности ($К_{ут}$);коэффициент шероховатости ($К_{ш}$).

Таблица 1 – Расчет количественных показателей технологичности конструкции детали

Наименование показателя	Формула и расчет
1	2
1. Трудоемкость изготовления детали	$К_{у.т.} = \frac{Тп}{Тб}$, где Тп – проектная трудоемкость изготовления детали; Тб – трудоемкость на базовом предприятии.
2. Технологическая себестоимость	$К_{у.с.} = \frac{С_п}{С_б}$, где Сп – проектная себестоимость детали; Сб – себестоимость на базовом предприятии.
3. Коэффициент унификации конструктивных элементов	$К_{у.э.} = \frac{Q_{у.э.}}{Q_э}$, где Qу.э. – число унифицированных элементов(резьбы, фаски, отверстия, шпонки и пр.); Qэ – число конструктивных элементов в детали.
4. Коэффициент использования материала	$К_{и.м.} = \frac{m_д}{m_з}$, где $m_д$ – масса детали; $m_з$ – масса заготовки.
5. Коэффициент точности обработки детали	$К_{т.ч.} = 1 - \frac{1}{А_{ср}}$, где Аср – средний квалитет точности.
6. Коэффициент шероховатости поверхностей детали	$К_ш = \frac{1}{Б_{ср}}$, где Бср – средняя шероховатость поверхности.

Для определения коэффициента унификации конструкторских элементов учитывают все унифицированные типоразмеры: ряды нормальных диаметров валов и отверстий, резьбы,зубья, шлицы, фаски, конусы и др.

Коэффициент точности определяют по формуле:

$$К_{ут} = 1 - \frac{1}{А_{ср}}$$

где $А_{ср}$ - средний квалитет точности, определяется как сумма всех квалитетов точностиповерхностей, делённая на общее количество поверхностей.

Коэффициент шероховатости $К_ш$ определяют по формуле:

$$К_ш = 1 - \frac{1}{Б_{ср}}$$

где $Б_{ср}$ - средняя шероховатость обработки, определяется аналогично среднему квалитетуточности ($А_{ср}$).

Числовые значения показателей (коэффициентов) должны быть близки к 1 (примерно 0,6. . .0,8). В этом случае деталь считается технологичной

Анализ технологичности по количественным показателям 1 и 2 таблицы 1 в практической работе допускается не производить.

Указания по определению некоторых показателей.

Для расчета Ку.э., Кт.ч и Кш необходимо подготовить исходные данные и свести их втаблицу 2. С этой целью необходимо:

1) пронумеровать все поверхности детали (или присвоить им наименования);

2) определить количество одинаковых поверхностей, суммируя которые получаем Qэ;

3) определитьколичество унифицированных элементов для каждой поверхности,пользуясь приложениями 1 - 7 , а затем суммировать их и получим Qу.э;

4) по чертежу определить квалитет точности каждой поверхности (если на чертеже старое обозначение точности по ОСТ, необходимо его перевести в ЕСДП, пользуясь приложением1;

5) определить параметр шероховатости для каждой поверхности в мкм (если на чертеже старое обозначение шероховатости треугольником и номером класса, например, 5, необходимо перевести его в новое обозначение параметром Ra, пользуясь приложением 2;

Средний квалитет точности определяем по формуле

:

$$А_{ср} = \frac{п_1 + 2п_2 + 3п_3 + \cdots + 19п_{19}}{\sum_1^{19} п},$$

где $п_1$, $п_2$, …$п_{19}$ – число поверхностей детали точностью соответственно по 1 – 19квалитетам (см. пример)

Средняя шероховатость поверхности Бср, определяемая в значениях параметра Ra, мкм,равна:

$$Б_{ср} = \frac{0{,}01п_{14} + 0{,}02п_{13} + \cdots + 40п_2 + 80п_1}{\sum_1^{14} п},$$

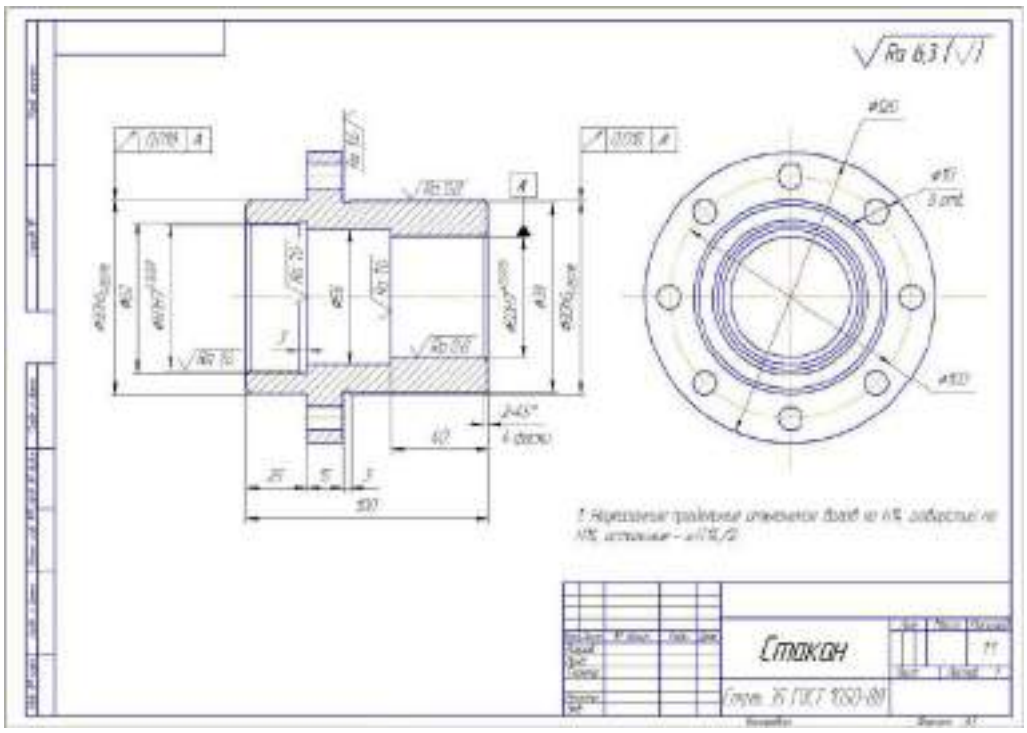
где $п_1$, $п_2$, …$п_{14}$ – число поверхностей, имеющих шероховатость, соответствующую данному числовому значению параметра Ra. Например, для 14-го квалитета ($п_{14}$) параметрRa=0,01, для 2-го квалитета ($п_2$) параметр Ra=40 (см. пример).

Практическая часть

Необходимые материалы и данные:

Чертеж детали. Чертеж заготовки.

Справочники и учебные пособия.



Порядок выполнения работы

1. Работа выполняется в подгруппах по 2-3 человека в каждой. Подгруппа получает индивидуальное задание и исходные материалы: чертеж детали, чертеж заготовки. *Примечание* Данную работу можно выполнить по чертежу детали и рассчитанной заготовке по согласованию с преподавателем. Изучить исходные данные:

2.Провести анализ исходных данных.

2.1 установить наименование детали, ее форму, размеры, вес, материал и родзаготовки;

2.2 пронумеровать все поверхности детали на рабочем чертеже справа - налево по часовой стрелке арабскими цифрами.

2.3 определить по рабочему чертежу детали для каждой поверхности: размер, точность, шероховатость обработки, требования по взаимному расположению поверхностей, требования к форме поверхностей, заполнить таблицу 1.

3. Произвести анализ детали на технологичность.

3.1 Определить качественные показатели технологичности, сделать выводы позаданному чертежу детали.

3.2 Определить 3 количественных показателя технологичности: коэффициенты унификации, точности, шероховатости, проанализировав таблицу 2.

Таблица 2

Наименование поверхностей	Количество поверхностей	Количество унифицированных поверхностей	Квалитет точности	Шероховатость
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-

3.3 Сделать выводы о технологичности конструкции.

4. Оформить отчёт

4.1 Содержание отчёта

1. Тема практической работы.
2. Цель практической работы.
3. Ход (содержание работы).
4. Выводы.

Вопросы для контроля

1. Что входит в понятие «технологическая конструкция изделий»?
2. Какова основная задача отработки конструкции на технологичность?
3. Какова номенклатура показателей технологичности конструкции изделия?
4. Что такое коэффициент унификации изделий, коэффициент использования материала, коэффициент точности обработки, коэффициент шероховатости обработки. Как определитуказанные коэффициенты?
5. Какие существуют виды оценок технологичности конструкции изделий

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3.
Разработка схемы базирования заготовки

(Время выполнения работы - 1 час)

Цель занятия: Научиться разрабатывать схему базирования заготовки. Научиться анализировать возможность лишения заготовки всех шести степеней свободы.

Для выполнения работы необходимо знать: правило шести точек; типовые схемы базирования.

К лабораторному занятию допускаются студенты, ответившие на контрольные вопросы.

Обеспечение:

1. Заготовки деталей.
2. Эскиз детали (заготовки).
3. Типовые схемы базирования.

Основные теоретические положения:

Технологические базы – поверхности, используемые для определения положения заготовки или изделия в процессе изготовления. За технологические базы принимают реальные поверхности, непосредственно контактирующие с установочными элементами приспособления.

Положение детали в приспособлении определяют её базирующие поверхности.

Различают:

- черновые базы;
- чистовые (окончательные) базы;
- конструкторские базы;
- опорные установочные базы;
- измерительные базы.

Твёрдое тело имеет шесть степеней свободы: три связаны с перемещением тела вдоль трёх взаимно перпендикулярных осей *ox, oy, oz* и три – с возможным его поворотом относительно этих осей. При установке детали в приспособлении каждая из степеней свободы связывается соответствующей неподвижной точкой (опорой) приспособления.

Каждая опора связывает одну степень свободы детали. Следовательно, ***для лишения детали всех шести степеней свободы необходимо, чтобы в приспособлении было шесть неподвижных опорных точек*** *(правило шести точек).*

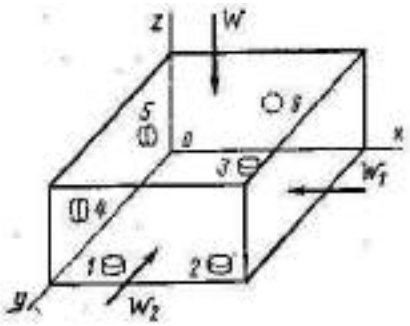


Рис. 2 – Иллюстрация правила шести точек.

К основным типовым схемам базирования относятся:

- базирование объекта комплектом плоских поверхностей;
- базирование объекта двумя плоскостями и наружной цилиндрической поверхностью (две схемы);
- базирование объекта двумя плоскостями и внутренней цилиндрической поверхностью;
- базирование объекта плоскостью и двумя цилиндрическими отверстия;
- базирование объекта плоскостью, осью и центром симметрии.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с заготовкой.
2. Выполнить упрощённый эскиз детали.
3. Определить вид обработки, для выполнения которой заготовка базируется в приспособлении.
4. Разработать схему базирования.
5. Проанализировать возможность лишения заготовки всех шести степеней свободы.
6. Сформулировать краткий вывод.

Содержание отчёта

1. Наименование работы.
2. Эскиз детали.
3. Разработанная схема базирования детали (изометрия или аксонометрия).
4. Схема базирования детали (в ортогональных проекциях).
5. Анализ возможности лишения заготовки всех шести степеней свободы.
6. Выводы и предложения.
7. Даты и подписи студента и преподавателя.

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте правило шести точек.
2. Для чего при базировании объекта плоскостью и двумя цилиндрическими отверстиями один из пальцев делают ромбической формы?
3. Какие вы знаете базы?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4.
Проектирование технологических процессов изготовления деталей на основе технологий аддитивного производства

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель работы: освоение методики проектирования технологических процессов изготовления деталей на основе технологий аддитивного производства с соблюдением принципов рациональности, производительности, экономичности, обеспечения качества и технических требований.

Производственные технологии

Большинство производственных технологий можно отнести к одной из трех групп. На простейшем уровне эти группы можно определить, как:

1) формовочное производство: лучше всего подходит для крупносерийного производства одной и той же детали, требующего больших первоначальных инвестиций в оснастку (пресс-формы), но затем способного производить детали по очень низкой цене за единицу продукции;

2) субтрактивное производство: лучше всего подходит для деталей с относительно простой геометрией, производимых в малых и средних объемах;

3) аддитивное производство (АП): лучше всего подходит для мелкосерийных сложных конструкций, которые формовочными или субтрактивными методами не могут быть произведены. Обычно используется для уникальных быстрых прототипов или деталей для конечного использования.

Стоимость любого типа производства в основном связана с объемом производства, а производительность изготовления детали сильно зависит от её геометрии.

Технологическая цепочка формовочного производства: чертеж - подготовка модельного комплекта - подготовка материалов для изготовления литейной формы - формовка - плавка материала - заливка формы - охлаждение формы - извлечение отливки - термообработка - очистка отливок - термообработка - контроль - среднее количество отходов.

Технологическая цепочка субтрактивного производства: чертеж - разработка технологического процесса, выбор оборудования, режущего и вспомогательного инструмента, технологической оснастки - разработка и изготовление специального режущего и вспомогательного инструмента, технологической оснастки - получение заготовки - субтрактивные методы изготовления деталей и термообработка - постобработка (слесарная операция, промывка, мойка, маркировка и др.) - деталь и её контроль - большое количество отходов.

Технологическая цепочка аддитивного производства: чертеж - CAD-модель - оптимизированная CAD-модель - разработка технологического процесса, выбор оборудования, выбор материала (порошок, филамент, смола и др.) - STL-файл - слайсинг и генерация управляющей программы - аддитивные методы изготовления деталей - постобработка - деталь и её контроль - малое количество отходов.

STL (от англ. stereolithography) - формат файла, широко используемый для хранения трёхмерных моделей объектов для использования в аддитивных

технологиях. Информация об объекте хранится как список треугольных граней, которые описывают его поверхность, и их нормалей.

Слайсинг (от англ. slicing) - процесс перевода STL-файла трехмерной модели в управляющий код. Модель режется (слайстися) по слоям. Каждый слой состоит из периметра и/или заливки. Модель может иметь разный процент заполнения заливкой, также заливки может и не быть (пустотелая модель).

Постобработка (от англ. post-processing) - процесс или последовательность операций, которую необходимо совершить с изделием или материалом, перед или после SD-печати, для получения необходимых характеристик детали и преодоления ограничений аддитивного производства.

Ключевым аспектом аддитивного производства является его способность создавать детали со сложной и оптимизированной геометрией. Это означает, что данный тип производственных технологий идеально подходит для изготовления высокопроизводительных деталей. С другой стороны, он не масштабируется так же хорошо, как обработка на станках с ЧПУ или литьё при больших объёмах.

Технологии аддитивного производства

В 2015 г. был создан стандарт ISO/ASTM 52900, а в 2017 г. - ГОСТ Р 57558-2017 / ISO/ASTM 52900:2015 с целью стандартизации всей терминологии и классификации каждого типа аддитивного производства.

В общей сложности на сегодняшний день выявлено и установлено семь категорий процессов аддитивного производства. Эти семь процессов SD-печати породили множество различных типов технологий, которые сегодня используют SD-принтеры.

1 Экструзия материала (material extrusion): процесс, в котором материал выборочно подается через сопло или жиклер (рисунок 1.1).

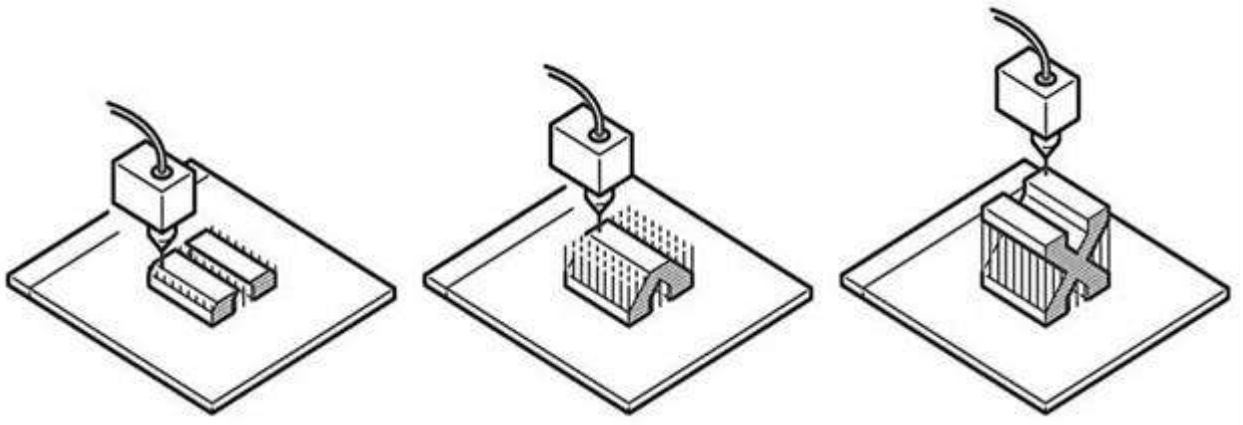


Рисунок 1.1 - Принцип процесса экструзии материала (material extrusion)

Типы технологии: fused deposition modeling (FDM) или fused filament fabrication (FFF).

Материалы: полимерный филамент (PLA, ABS, PET, PETG, TPU, Nylon, ASA, PC, HIPS, PEEK, PEI, PPE, PP, PE, PS, PA12, PA11, PA6, углеродное волокно и др.), металлизированный филамент и др.

Размерная точность: ±0,5 % (нижний предел ±0,5 мм).

Область применения: корпуса электрических устройств, быстрое прототипирование, модели для литья по выплавляемым моделям и др.

Преимущества: низкая стоимость; время выполнения печати приемлемое; технология достаточно доступна; широкий выбор материалов и расцветки.

Недостатки: самая низкая размерная точность и разрешение по сравнению с другими технологиями SD-печати, поэтому она не подходит для моделей со сложной геометрией и мелкими деталями; конечный продукт будет иметь видимые линии слоев, поэтому для лучшего вида требуется постобработка; механизм адгезии слоя делает детали анизотропными.

Постобработка: удаление поддержки (support removal): стандартные и растворимые; шлифование (sanding); холодная сварка (cold welding); запол-нение пропусков (gap filling); полировка (polishing); грунтовка и покраска (priming and painting); сглаживание парами растворителя (vapor smoothing); погружение в растворитель (dipping); эпоксидное покрытие (epoxy coating); металлическое покрытие (metal plating).

2 Фотополимеризация в ванне (vatphotopolymerization): процесс, в котором жидкий фотополимер выборочно отверждается (полимеризуется) в ванне световым излучением (рисунок 1.2).

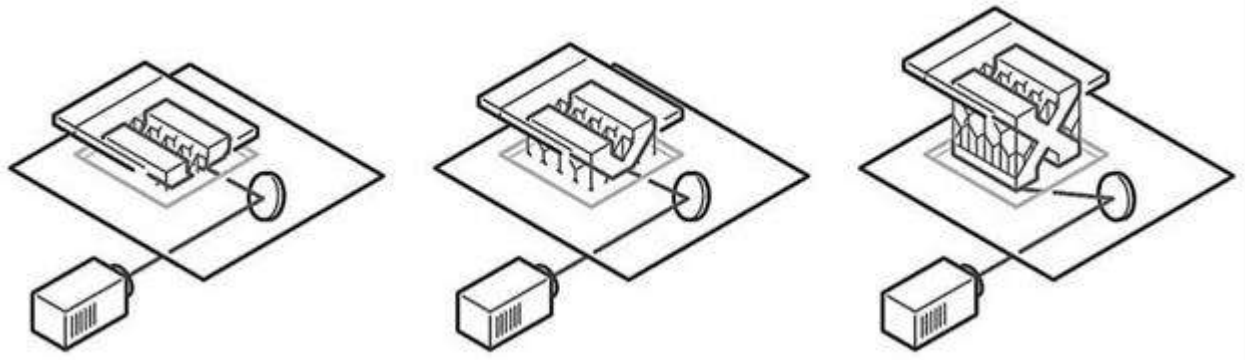


Рисунок 1.2 - Принцип процесса фотополимеризации в ванне (vat photopolymerization)

Типы технологии: stereolithography (SLA), masked stereolithography (MSLA), microstereolithography (^SLA) и др.

Материалы: фотополимерные смолы.

Размерная точность: ±0,5 % (нижний предел ±0,15 мм или 5 нм с ^SLA). Область применения: полимерные прототипы, подлежащие изготовлению методом литья под давлением; ювелирное литье; стоматологическое применение.

Преимущества: высокая точность размеров; возможность получения деталей со сложной геометрией; детали будут иметь очень гладкую поверхность, что делает их идеальными, например, для визуальных прототипов.

Недостатки: детали, как правило, хрупкие и не подходят для функциональных прототипов; механические свойства и внешний вид этих деталей со временем ухудшаются; поддержки и постобработка при печати требуются всегда.

Постобработка: промывка; дополнительная засветка фотополимерной смолы; удаление элементов поддержки; шлифование; склеивание; грунтовка; покраска и др.

3 Синтез на подложке (powder bed fusion): процесс, в котором энергия от внешнего источника используется для избирательного спекания/сплавления предварительно нанесенного слоя порошкового материала (рисунок 1.3).

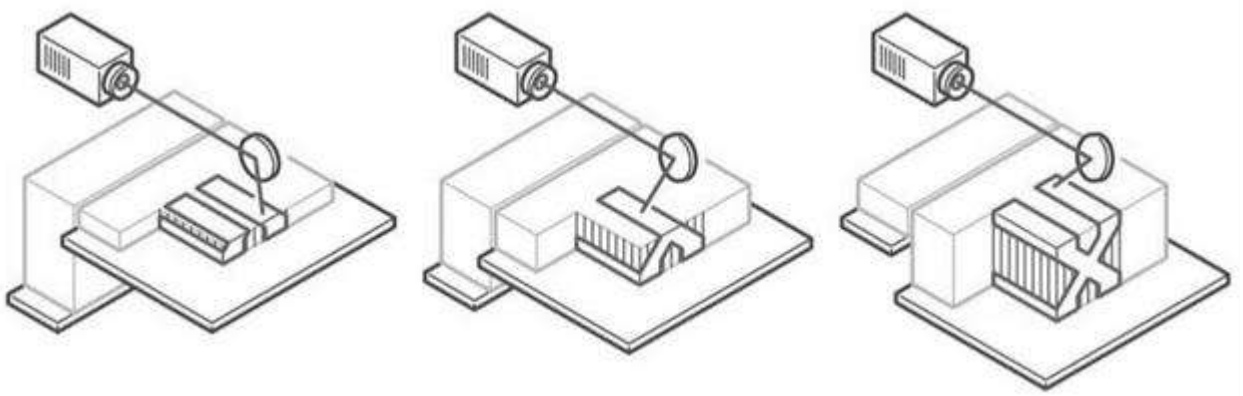


Рисунок 1.3 - Принцип процесса синтеза на подложке (powder bed fusion)

Типы технологии: selective laser sintering (SLS), selective laser melting (SLM), electron beam melting (EBM), direct metal laser sintering (DMLS), multi jet fusion (MJF).

Материалы: термопластичные порошки (Nylon 6, Nylon 11, Nylon 12 и др.), металлические порошки (сталь, титан, алюминий, кобальт и др.), керамические порошки.

Размерная точность: ±0,3 % (нижний предел ±0,3 мм).

Область применения: функциональные детали, сложные воздуховоды (полые конструкции), мелкосерийное производство деталей.

Преимущества: возможность изготовления функциональных деталей со сложной геометрией, которую традиционные методы производства не смогут обеспечить; детали могут быть оптимизированы; отличные механические свойства готовых деталей.

Недостатки: высокие затраты и стоимость расходного материала; размер рабочей области ограничен.

Постобработка: отделение моделей от стола (резка на проволочном электроэрозионном станке, резка на ленточнопильном станке, резка на дисковоотрезном станке); удаление порошка в полостях и элементов поддержки; термическая обработка (термический отжиг) для снятия остаточных напряжений и улучшения механических свойств детали; обработка на металлорежущих станках (обработка отверстий, резьбы и др.); пескоструйная обработка; галтование; шлифование; полировка и др.

4 Прямой подвод энергии и материала (directed energy deposition)', процесс, в котором энергия от внешнего источника используется для соединения

материалов путем их сплавления в процессе нанесения (рисунок 1.4).

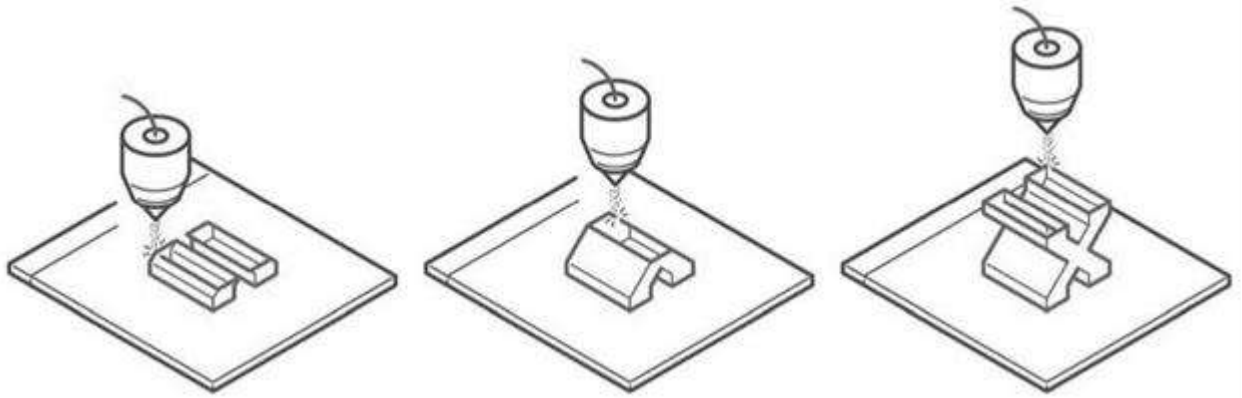


Рисунок 1.4 - Принцип процесса прямого подвода энергии и материала (directed energy deposition)

Типы технологии: laser engineered net shaping (LENS); electron beam additive manufacturing (EBAM); cold spray.

Материалы: металлы (проволока, порошок).

Размерная точность: ±0,1 мм.

Область применения: ремонт высококачественных автомобильных и аэрокосмических компонентов; функциональные прототипы и готовые детали.

Преимущества: поддерживающие конструкции требуются редко; смешивание металлов; работа в трёх координатах; высокая плотность и механическая прочность распечатков; возможность печатать прямо на готовом объекте.

Недостатки: низкое качество финишной поверхности, требующей последующей обработки; высокая стоимость; необходимость прочной поддержки.

Постобработка: термообработка; фрезерование, шлифование, полирование, и другие операции, характерные в том числе для ремонта и восстановления деталей.

5 Струйное нанесение связующего (binder jetting): процесс, в котором порошковые материалы соединяются выборочным нанесением жидкого связующего (рисунок 1.5).

Типы технологии: binder jetting (BJ).

Материалы: песок, полимер или металлический порошок: нержавеющая сталь / бронза, полноцветный песок, кременезём (литье в песчаные формы); металлокерамические композиты.

Размерная точность: ±0,2 мм (металл) или ±0,3 мм (песок).

Область применения: функциональные металлические детали, полноцветные модели, литьё в песчаные формы.

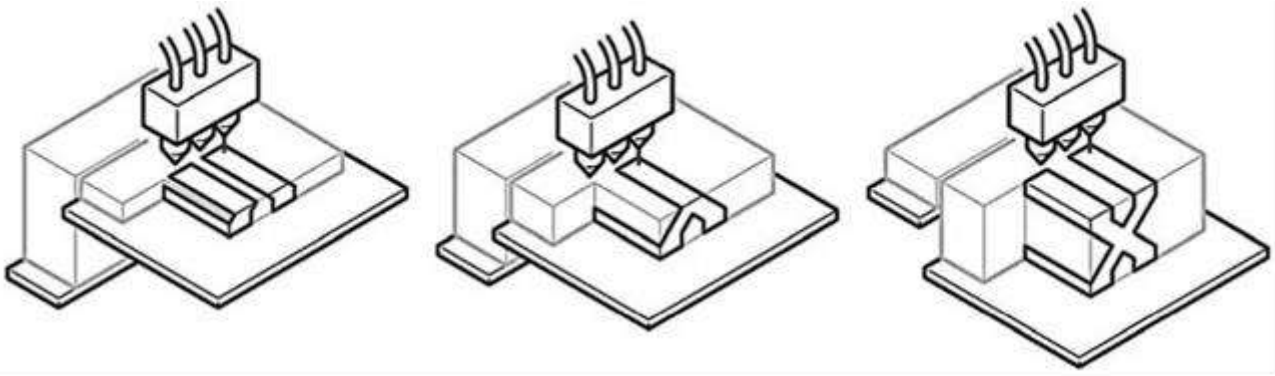


Рисунок 1.5 - Принцип процесса струйного нанесения связующего (binder jetting)

Преимущества: низкая стоимость; высокая производительность при производстве малых и средних партий; высокая точность; нет ограничений по габаритным размерам; улучшенные свойства готовой продукции; возможность изготовления изделий со сложной геометрией; возможность печати полноцветных прототипов; отсутствие деформации при печати; отсутствие поддержек; возможность использовать оставшийся после печати материал для новой распечатки.

Недостатки: высокая пористость моделей, что приводит к меньшей механической прочности; хрупкость детали в процессе до термообработки; необходимость закладывать разницу в размерах на усадку при печати моделей под запекание; ограниченное количество материалов.

Постобработка: термообработка (инфильтрация, спекание); обработка на металлорежущих станках (обработка отверстий, резьбы и др.); пескоструйная обработка; шлифование; полировка и др.

6 Струйное нанесение материала (material jetting): процесс, в котором изготовление объекта осуществляют нанесением капель строительного материала (рисунок 1.6))

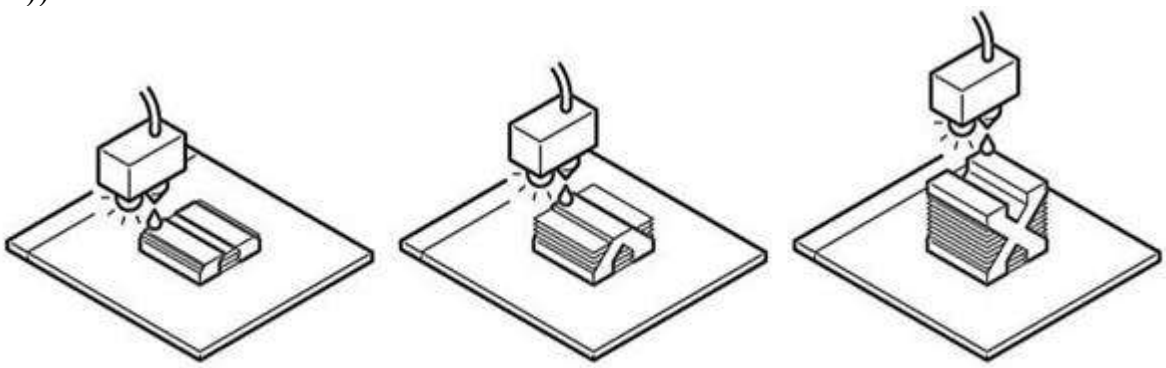


Рисунок 1.6 – Принцип процесса струйного нанесения материала (material jetting)

Типы технологии: material jetting (MJ), drop on demand (DOD).

Материалы: фотополимерная смола (стандартная, литьевая, прозрачная, высокотемпературная).

Размерная точность: ±0,1 мм.

Область применения: полноцветные прототипы продукции; прототипы, изготовленные методом литья под давлением; пресс-формы для литья под давлением; медицинские модели.

Преимущества: высокая точность и детализация (печать очень тонких слоёв); доступность полноцветного и мультиматериального производства; гладкая поверхность распечатков.

Недостатки: хрупкость, не подходит для механических частей; высокая стоимость принтеров и материалов для печати.

Постобработка: дополнительная засветка фотополимерной смолы; удаление элементов поддержки и остатков смолы; шлифование; склеивание; грунтовка; окрашивание и др.

7 Листовая ламинация (sheet lamination): процесс, в котором изготовление детали осуществляется послойным соединением листовых материалов (рисунок 1.7).

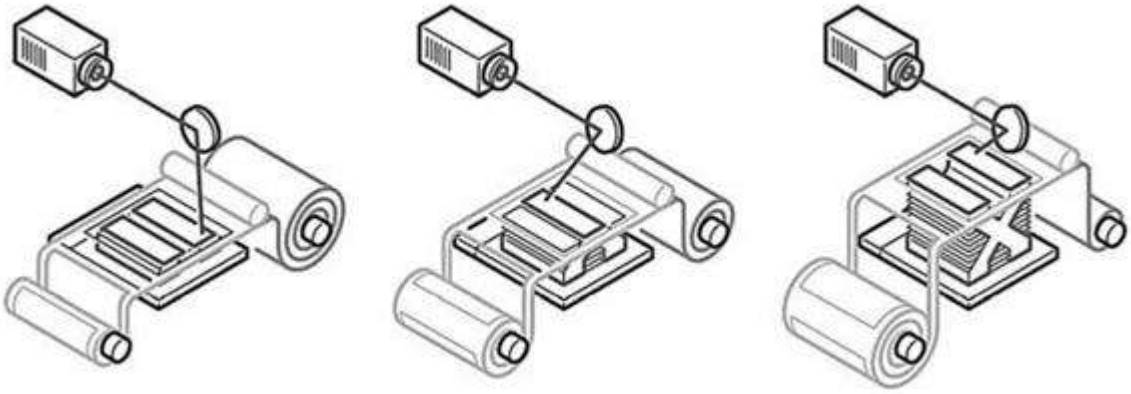


Рисунок 1.7 - Принцип процесса листовой ламинации (sheet lamination)

Типы технологии: laminated object manufacturing (LOM), ultrasonic consolidation (UC) и др.

Материалы: бумага, полимеры и металлы в листовой форме.

Размерная точность: ±0,1 мм.

Область применения: нефункциональные прототипы, многоцветная печать, формы для литья.

Преимущества: низкая стоимость; возможность быстрого изготовления; составная печать; производство крупных моделей.

Недостатки: низкая точность; много отходов; много постобработки; невысокая прочность моделей; ограниченность применения; низкое разрешение печати (толщина слоя равна толщине материала).

Постобработка: шлифование; полирование; механическая обработка отверстий и полостей; окрашивание и др.

Порядок выполнения лабораторной работы

1 Получить чертеж или CAD-модель детали у преподавателя.

2 Проанализировать информацию о детали: объем выпуска, размеры и допуски, сложность геометрии, материал, функциональное назначение.

3 Проанализировать применение различных методов производственных технологий и составить технологическую цепочку изготовления детали одним из типов технологии аддитивного производства.

Содержание отчета

Отчёт по лабораторной работе выполняется на отдельных листах бумаги или в тетради. Он должен содержать следующее:

- название лабораторной работы;
- цель работы;
- анализ информации о детали;
- технологическая цепочка изготовления детали;
- ответы на контрольные вопросы;
- выводы.

Контрольные вопросы

1 В чем отличие технологической цепочки аддитивного производства от цепочек других производственных технологий?

2 Какие категории процессов аддитивного производства Вы знаете?

3 Какие категории процессов и типы технологии аддитивного производства предназначены для получения деталей из металлов?

4 Какие категории процессов и типы технологии аддитивного производства предназначены для получения деталей из полимеров?

5 Какие категории процессов и типы технологии аддитивного производства предназначены для получения деталей из фотополимерной смолы?

6 Какие категории процессов и типы технологии аддитивного производства предназначены для получения деталей из композитов?

7 Какие категории процессов и типы технологии аддитивного производства предназначены для получения деталей из бумаги?

8 Какие категории процессов и типы технологии аддитивного производства предназначены для получения деталей из песка?

9 Что такое постобработка?

10 Какие операции может в себя включать постобработка?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5.
Написание управляющих программ оборудования для аддитивного производства

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель работы

Изучение языка программирования G-code оборудования для аддитивного производства.

Общие положения

2.1 Краткие теоретические сведения

G-код (G-code) - условное именование языка программирования устройств с числовым программным управлением (ЧПУ). Был создан компанией Electronic Industries Alliance в начале 1960-х. Окончательная доработка была одобрена в феврале 1980 года как стандарт RS274D. Комитет ISO утвердил G-код как стандарт ISO 6983-1:2009, Госкомитет по стандартам СССР - как ГОСТ 20999-83. В советской технической литературе G-код обозначается как код ИСО 7-бит (ISO 7-bit), это вызвано тем, что G-код кодировали на 8-дорожечную перфоленту в коде ISO 7-bit (разработан для представления информации УЧПУ в виде машинного кода так же, как и коды AEG и PC8C), восьмая дорожка использовалась для контроля чётности.

Производители систем УЧПУ (CNC), как правило, используют ПО управления станком, для которого написана (оператором) программа обработки в качестве осмысленных команд управления, используется G-код в качестве базового подмножества языка программирования, расширяя его по своему усмотрению.

G-code - это также стандартный язык, используемый многими моделями 3D-принтеров для управления процессом печати. Файлы GCODE могут быть открыты с помощью различных программ 3D- печати, например, Simplify3D, GCode Viewer, а также с помощью текстового редактора, поскольку их содержимое представляет собой обычный текст.

Отличие G-code оборудования для аддитивного производства от классического G-code часто состоит лишь в наличии уникальных команд для того или иного типа устройств.

Таблица 3 - Основные команды G-code

Команда	Описание	Применение			
		G-code	Mach3	grbl	Marlin
Основные команды					
G00	Ускоренное перемещение инструмента (холостой ход)	Да	Да	Да	Да
G01	Линейная интерполяция	Да	Да	Да	Да
G02	Круговая интерполяция по часовой стрелке	Да	Да	Да	Да
G03	Круговая интерполяция против часовой стрелки	Да	Да	Да	Да
G04	Задержка выполнения программы	Да	Да	Да	Да

G10	Переключение абсолютной системы координат	Да	Да	Да	Да (Откат пластика)
G11	Подача пластика	Нет	Нет	Нет	Да
G12	Круглый карман по часовой стрелке	Нет	Да	Нет	Да (Очистка сопла)
G13	Круглый карман против часовой стрелки	Нет	Да	Нет	Нет
G15	Переход в полярную (цилиндрическую) систему координат	Да	Да	Нет	Нет
G16	Отмена полярной системы координат	Да	Да	Нет	Нет
G17	Выбор рабочей плоскости X-Y	Да	Да	Да	Да
G18	Выбор рабочей плоскости Z-X	Да	Да	Да	Да
G19	Выбор рабочей плоскости Y-Z	Да	Да	Да	Да
G20	Режим работы в дюймовой системе	Да	Да	Да	Да
G21	Режим работы в метрической системе	Да	Да	Да	Да
G22	Активировать установленный предел перемещений	Да	Нет	Нет	Нет
G28	Вернуться на референтную точку	Да	Да	Да	Да
G28.1	Базовые оси	Нет	Да	Да	Нет
G29	Создание сетки кривизны стола	Нет	Нет	Нет	Да
G30	Поднятие по оси Z на точку смены инструмента	Да	Да	Да	Да (одиночный Z-щуп)
G30.1	Установка заранее определенной позиции	Нет	Нет	Да	Нет
G31	Перемещение осей в заданную позицию	Нет	Да	Нет	Да (док-сани)
G38.2	Проба в направлении рабочего стола, остановка при контакте, ошибка в случае неудачи	Нет	Нет	Да	Да
G38.3	Проба в направлении рабочего стола, остановка при контакте	Нет	Нет	Да	Да
G38.4	Проба в направлении от рабочего стола, остановка при разрыве контакта, ошибка в случае неудачи	Нет	Нет	Да	Да
G38.5	Проба в направлении от рабочего стола, остановка при разрыве контакта	Нет	Нет	Да	Да
G40	Отмена компенсации радиуса инструмента	Да	Да	Да	Нет
G41	Компенсировать радиус инструмента слева от траектории	Да	Да	Нет	Нет

G42	Компенсировать радиус инструмента справа от траектории	Да	Да	Нет	Да (Переход к координатам сетки)
G43	Компенсировать длину инструмента в положительную сторону	Да	Нет	Нет	Нет
G43.1	Смещение длины инструмента	Нет	Нет	Да	Нет
G44	Компенсировать длину инструмента в отрицательную сторону	Да	Нет	Нет	Нет
G49	Отмена компенсации длины инструмента	Да	Да	Да	Нет
G50	Сброс всех масштабирующих коэффициентов в 1,0	Да	Да	Нет	Нет
G51	Назначение масштабов	Да	Да	Нет	Нет
G53	Переход в систему координат станка	Да	Да	Да	Да
G54-G59	Переключиться на заданную оператором систему координат	Да	Да	Да	Да
G61-G64	Переключение режимов Точный Стоп/Постоянная скорость	Да	Да	Нет	Да (Сохранить текущую позицию / Возврат в сохраненную позицию)
G68	Поворот координат на нужный угол	Да	Нет	Нет	Нет
G70	Цикл продольного чистового точения	Да	Нет	Нет	Нет
G71	Цикл многопроходного продольного чернового точения	Да	Нет	Нет	Нет
G80	Отмена циклов сверления, растачивания, нарезания резьбы метчиком и т. д.	Да	Да	Да	Да (Отмена текущего Режима движения)
G81	Цикл сверления	Да	Да	Нет	Нет
G82	Цикл сверления с задержкой	Да	Да	Нет	Нет
G83	Цикл прерывистого сверления	Да	Да	Нет	Нет
G84	Цикл нарезания резьбы	Да	Да	Нет	Нет
G85	Стандартный цикл развёртывания	Нет	Да	Нет	Нет
G86	Предполагаемый постоянный цикл растачивания	Нет	Да	Нет	Нет
G87	Предполагаемый постоянный цикл обратного растачивания	Нет	Да	Нет	Нет
G88	Предполагаемый постоянный цикл растачивания	Нет	Да	Нет	Нет
G89	Постоянный цикл растачивания	Нет	Да	Нет	Нет
G90	Задание абсолютных координат опорных точек траектории	Да	Да	Да	Да

G91	Задание координат инкрементально относительно координат последней введённой опорной точки	Да	Да	Да	Да
G91.1	Режимы расстояния Arc IJK	Нет	Нет	Да	Нет
G92	Координаты смещения и заданные параметры	Да	Да	Да	Да
G92.1	Отмена G92 и параметров	Нет	Да	Да	Нет
G92.2	Отмена G92 с сохранением параметров	Нет	Да	Нет	Нет
G92.3	Отмена параметров	Нет	Да	Нет	Нет
G93	Обратный режим подачи времени	Нет	Да	Да	Нет
G94	F (подача) - в формате мм/мин	Да	Да	Да	Нет
G95	F (подача) - в формате мм/об	Да	Да	Нет	Нет
G98	Возврат к исходному уровню после постоянных циклов	Нет	Да	Нет	Нет
G99	После каждого цикла не отходить на <проходную точку>	Да	Да	Нет	Нет
Технологические команды					
M00	Приостановить работу станка до нажатия кнопки <старт> на пульте управления, так называемая <безусловная технологическая остановка>	Да	Да	Да	Да
M01	Приостановить работу станка до нажатия кнопки <старт>, если включён режим подтверждения остановки	Да	Да	Да	Да
M02	Конец программы, без сброса модальных функций	Да	Да	Да	Да
M03	Начать вращение шпинделя по часовой стрелке	Да	Да	Да	Да
M04	Начать вращение шпинделя против часовой стрелки	Да	Да	Да	Да
M05	Остановить вращение шпинделя	Да	Да	Да	Да
M06	Сменить инструмент	Да	Да	Нет	Нет
M07	Включить дополнительное охлаждение	Да	Да	Да	Да
M08	Включить основное охлаждение	Да	Да	Да	Да
M09	Выключить охлаждение	Да	Да	Да	Да
M13	Включить одновременно охлаждение и вращение шпинделя по часовой стрелке	Да	Нет	Нет	Нет
M14	Включить одновременно охлаждение и вращение шпинделя против часовой стрелки	Да	Нет	Нет	Нет
M17	Возврат из подпрограммы или из макроса (действие аналогично M99)	Да	Нет	Нет	Да (Включить/П одать питание на все шаговые двигатели)

M18	Убрать ток с двигателей (действие аналогично M84)	Нет	Нет	Нет	Да
M20	Список файлов на SD карте	Нет	Нет	Нет	Да
M21	Инициализация SD карты	Нет	Нет	Нет	Да
M22	Освобождение SD карты	Нет	Нет	Нет	Да
M23	Выбор файла на SD карте	Нет	Нет	Нет	Да
M24	Начало/продолжение печати с SD карты	Нет	Нет	Нет	Да
M25	Замена инструмента вручную	Да	Нет	Нет	Да (Пауза печати с SD карты)
M28	Начать запись на SD карту	Нет	Нет	Нет	Да
M29	Остановить запись на SD карту	Нет	Нет	Нет	Да
M30	Конец программы, со сбросом модальных функций и изменением указателя номера кадра на начало программы	Да	Да	Да	Да (Удалить файл с SD карты)
M32	Выбрать файл и начать печать с SD карты	Нет	Нет	Нет	Да
M47	Повторить программу с первой строки	Нет	Да	Нет	Нет
M48	Разрешить переопределять скорость подачи	Да	Да	Нет	Да (Проверка повторяемости зонда)
M49	Запретить переопределение скорости подачи	Да	Да	Нет	Нет
M80	Включить блок питания ATX	Нет	Нет	Нет	Да
M81	Выключить блок питания ATX	Нет	Нет	Нет	Да
M82	Установить экструдер в абсолютный режим	Нет	Нет	Нет	Да
M83	Установить экструдер в относительный режим	Нет	Нет	Нет	Да
M84	Перевести моторы в режим ожидания	Нет	Нет	Нет	Да
M92	Установить количество шагов по осям на единицу	Нет	Нет	Нет	Да
M97	Запуск подпрограммы, находящейся в той же программе	Да	Нет	Нет	Нет
M98	Запуск подпрограммы, находящейся отдельно от основной программы	Да	Да	Нет	Нет
M99	Конец подпрограммы и переход в вызвавшую программу	Да	Да	Нет	Нет
M104	Установить температуру экструдера и НЕ ждать	Нет	Нет	Нет	Да
M105	Получить температуру экструдера	Нет	Нет	Нет	Да
M106	Включить вентилятор обдува детали	Нет	Нет	Нет	Да
M107	Выключить вентилятор	Нет	Нет	Нет	Да
M108	Отменить нагрев	Нет	Нет	Нет	Да

M109	Установить температуру экструдера и ждать	Нет	Нет	Нет	Да
M110	Установить номер текущей строки	Нет	Нет	Нет	Да
M112	Экстренная остановка	Нет	Нет	Нет	Да
M114	Получение текущих позиций	Нет	Нет	Нет	Да
M115	Получить версию прошивки	Нет	Нет	Нет	Да
M119	Получить статус концевиков	Нет	Нет	Нет	Да
M140	Установить температуру стола и НЕ ждать	Нет	Нет	Нет	Да
M190	Установить температуру стола и ждать	Нет	Нет	Нет	Да
M200	Установить РЕАЛЬНЫЙ диаметр прутка филамента.	Нет	Нет	Нет	Да
M201	Установка максимальных ускорений (в мм/с2)	Нет	Нет	Нет	Да
M202	Установка максимального ускорения для простого(холостого) перемещения	Нет	Нет	Нет	Да
M203	Установка максимальной скорости (в мм/с)	Нет	Нет	Нет	Да
M204	Установка ускорений (в мм/с2)	Нет	Нет	Нет	Да
M205	Установка максимальных рывков (jerk) (мм/сек)	Нет	Нет	Нет	Да
M206	Установка смещений относительно концевиков (ноля)	Нет	Нет	Нет	Да
M207	Установка параметров ретракта (втягивание прутка)	Нет	Нет	Нет	Да
M208	Параметры восстановления подачи прутка после ретракта	Нет	Нет	Нет	Да
M209	Вкл/выкл автоматического ретракта	Нет	Нет	Нет	Да
M218	Установка смещения головы	Нет	Нет	Нет	Да
M301	Записать PID параметры хотэнда	Нет	Нет	Нет	Да
M302	Разрешить выдавливание при температуре Snnn и выше	Нет	Нет	Нет	Да
M303	Запустить процесс PID калибровки для стола/хотэнда	Нет	Нет	Нет	Да
M304	Записать PID параметры стола	Нет	Нет	Нет	Да
M404	Установка номинальной толщины филамента 1,75 или 3	Нет	Нет	Нет	Да
M420	Вкл/выкл использования сетки компенсации кривизны стола (MESH BED LEVELING)	Нет	Нет	Нет	Да
M500	Сохранение данных в EEPROM	Нет	Нет	Нет	Да
M504	Чтение данных из EEPROM	Нет	Нет	Нет	Да
M600	Команда для автоматической смены филамента	Нет	Нет	Нет	Да
Параметры команд					
X	Перемещение инструмента в заданную точку с заданной координатой по оси X	Да	Да	Да	Да

Y	Аналогично X по оси Y	Да	Да	Да	Да
Z	Аналогично X по оси Z	Да	Да	Да	Да
A	Аналогично X по оси A	Да	Да	Да	Да
B	Аналогично X по оси B	Да	Да	Да	Да
C	Аналогично X по оси C	Да	Да	Да	Да
E	Аналогично X по оси E	Нет	Нет	Нет	Да
P	Время задержки в миллисекундах	Да	Да	Да	Да
O	Метка подпрограммы с указанным номером	Да	Да	Нет	Да
F	Линейная скорость перемещения инструмента	Да	Да	Да	Да
S	Частота вращения шпинделя в оборотах в минуту	Да	Да	Да	Да
T	Указание номера инструмента в команде смены инструмента	Да	Да	Да	Да
R	Расстояние отвода инструмента в повторяющихся циклах обработки	Да	Да	Да	Да
D	Параметр коррекции радиуса выбранного инструмента	Да	Да	Нет	Да
L	Число вызовов подпрограммы, число вызовов макроса, или количество циклов в повторяющихся операциях	Да	Да	Да	Да
I	Указание смещения по оси X координаты центра дуги при круговой интерполяции перемещения инструмента (см G02, G03)	Да	Да	Да	Да
J	Аналогично параметру I для оси Y	Да	Да	Да	Да
K	Аналогично параметру I для оси Z	Да	Да	Да	Да
N	Номер кадра	Да	Да	Да	Да

2.2 Описание лабораторного стенда

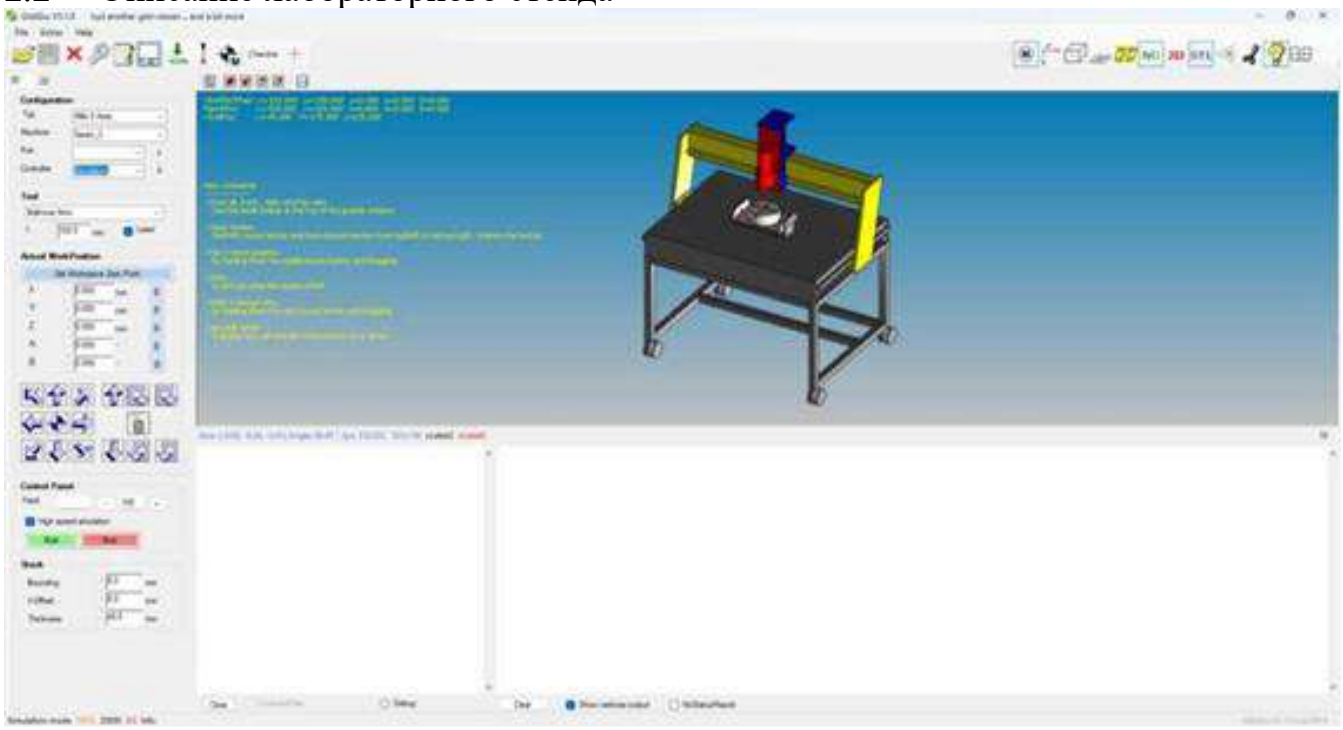


Рисунок 4 - ПО GrblGru v5.1.0

Порядок выполнения работы

3.1 Ознакомиться с техникой безопасности и правилами поведения в лаборатории;

3.2 Составить управляющую программу в соответствии с заданием преподавателя;

3.3 Внимательно изучить устройство и правила эксплуатации 3D принтера;

3.4 Внимательно изучить ПО;

3.5 Выполнить симуляцию составленной управляющей программы, при необходимости внести коррективы (Таблица 2);

Таблица 3 - Форма отчетной таблицы

Задание	G-code

Оформить отчёт о выполнении практической работы.

Контрольные вопросы

4.1 Дайте определение G-code;

4.2 Какие существуют виды команд в G-code?

4.3 Какие существуют параметры команд в G-code?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6.
Трехмерное сканирование и основы работы с 3D-сканером

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель работы: освоение методики трехмерного сканирования деталей на основе метода структурированного света с использованием SD-сканера модели EinScan-Pro.

3.1 Оборудование, инструменты и приборы

1 Объекты исследования: твердотельные детали.

2 SD-сканер модели EinScan-Pro, штатив, поворотный стол, текстурная камера, набор маркеров, калибровочная пластина.

3 Рабочая станция или ноутбук.

4 Программное обеспечение EinScan-Pro.

5 Программное обеспечение SolidWorks.

3.2 Сканирование структурированным светом

3D-сканер - периферийное устройство, анализирующее форму объекта и на основе полученных данных создающее его 3D-модель.

3D-сканеры делятся на два типа по методу сканирования.

1 Контактный.

Такой метод основывается на непосредственном контакте сканера с исследуемым объектом.

2 Бесконтактный.

2.1 Активные сканеры: излучают на объект некоторые направленные волны и обнаруживают его отражение для анализа: чаще всего используется светодиодный или лазерный луч, реже - рентгеновские лучи, инфракрасное излучение или ультразвук.

2.2 Пассивные сканеры: не излучают ничего на объект, а полагаются на обнаружение отражённого окружающего излучения. Большинство сканеров такого типа обнаруживает видимый свет - легкодоступное окружающее излучение.

Существует пять основных методов сбора данных при 3D-сканировании.

1 Фотограмметрия. Программное обеспечение объединяет множество фотографий объекта, сделанных с различных ракурсов, и определяет координаты с помощью триангуляции.

2 Лазер. Сканер излучает лазерный луч. Луч отражается от объекта и возвращается в датчик, который определяет расстояние до поверхности.

3 Координатно-измерительные машины (КИМ). КИМ используют щуп, который контактирует с поверхностью объекта.

4 Компьютерная томография. Метод неразрушающего послойного исследования строения предмета, основанный на измерении и сложной компьютерной обработке рентгеновского излучения, проходящего сквозь объект.

5 Структурированный свет. Проектор излучает световые узоры (паттерны), которые деформируются при отражении от объекта. Затем одна или несколько камер распознают 3D-геометрию с помощью алгоритмов триангуляции, как показано на рисунке 3.1.

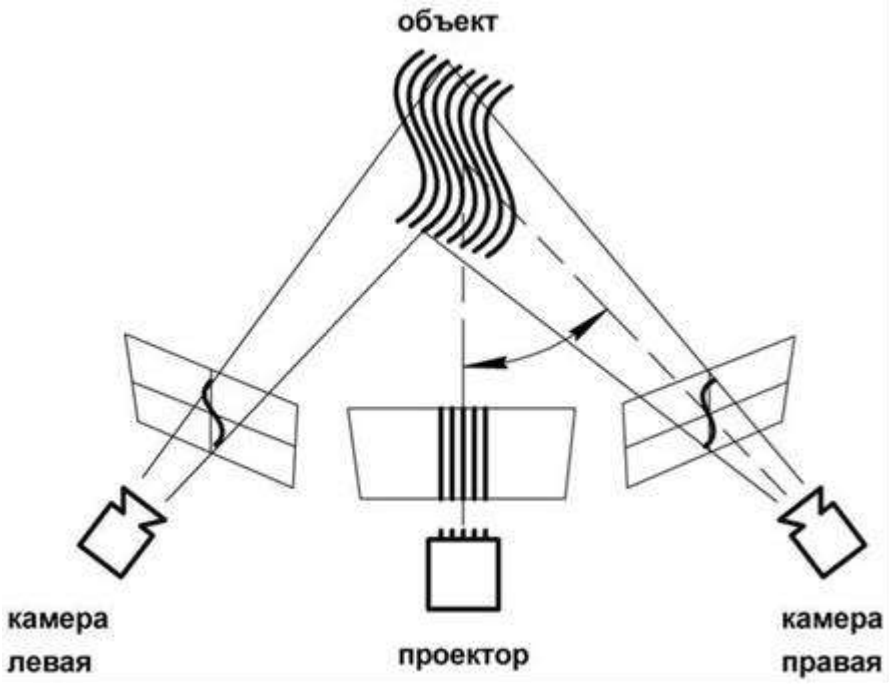


Рисунок 3.1 - Принцип сканирования структурированным светом

Процесс 3D-сканирования структурированным светом в общем случае представлен на рисунке 3.2 и состоит из следующих этапов:

- сканер собирает данные в виде точек, которые состоят из координат XYZ и, если есть такая опция, информацию о цвете (текстуре) и программное обеспечение 3D-сканера преобразует данные в облако точек;

- программное обеспечение 3D-сканера соединяет точки, создавая полигональную сетку;
- программное обеспечение CAD-проектирования преобразует файл полигональной сетки в файл твердотельной модели.

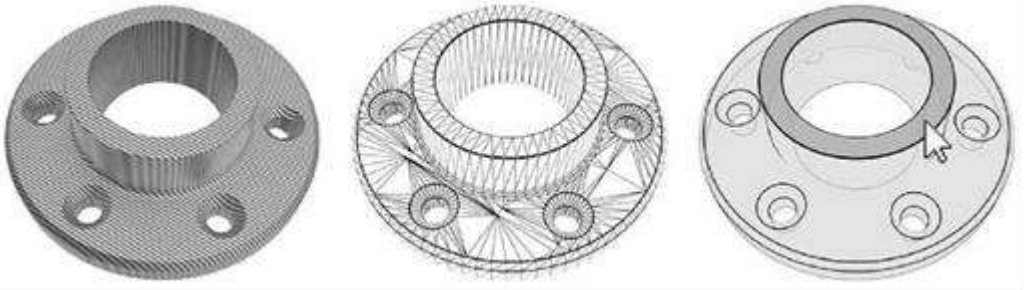


Рисунок 3.2 - Этапы 3D-сканирования

3.3 3D-сканер модели EinScan-Pro

Рисунок 3.3 - Комплект ЭБ-сканера EinScan-Pro

3D-сканер модели EinScan-Pro от компании SHINING 3D обладает следующим набором технических характеристик.

1 Режим работы: ручное HD-сканирование.
1.1 Область сканирования: 0,03...4 м.
1.2 Скорость сканирования: 15 кадров/с.
1.3 Точность сканирования: 0,1 мм.
2 Режим работы: ручное быстрое сканирование.
2.1 Область сканирования: 0,15...4 м.
2.2 Скорость сканирования: 10 кадров/с.
2.3 Точность сканирования: 0,3 мм.
3 Режим работы: автоматическое сканирование.
3.1 Область сканирования: 0,03...0,15 м.
3.2 Скорость сканирования: менее 2 с (один проход).
3.3 Точность сканирования: 0,05 мм (один проход).
4 Режим работы: свободное сканирование.
4.1 Область сканирования: 0,03...4 м.
4.2 Скорость сканирования: менее 2 с (один проход).

4.3 Точность сканирования: 0,05 мм (один проход).

5 Размер одного снимка: 210 x 150 мм.

6 Источник света: LED (белый).

7 Количество камер: 2 + 1 (две основные и одна камера для захвата текстур и цвета).

8 Поддерживаемые форматы: OBJ, STL, ASC, PLY, 3MF, P3.

9 Сканирование специальных объектов: для сканирования прозрачных, блестящих, темных объектов требуется применение специального спрея.

10 Дополнительное оборудование: калибровочная платформа, поворотный стол.

3.4 Порядок выполнения лабораторной работы

1 Получить деталь у преподавателя.

2 Проанализировать конструкцию детали: размеры, сложность геометрии, текстуру, труднодоступные участки. Подготовить деталь к SD-сканированию.

3 Выполнить калибровку SD-сканера модели EinScan-Pro, выполняя пошаговые рекомендации программного обеспечения EinScan-Pro.

4 В программном обеспечении EinScan-Pro создать новый проект, определить параметры сканирования и выполнить 3D-сканирование детали. Сформировать итоговый файл.

5 Проанализировать полученные результаты.

6 Оформить отчёт.

3.5 Содержание отчета

Отчёт по лабораторной работе выполняется на отдельных листах бумаги или в тетради. Он должен содержать следующее:

- название лабораторной работы;
- цель работы;
- порядок калибровки 3D-сканера EinScan-Pro;
- анализ конструкции и порядок подготовки детали к 3D-сканированию;
- порядок 3D-сканирования детали и работа с программным обеспечением EinScan-Pro;
- ответы на контрольные вопросы;
- анализ полученных результатов и выводы.

Контрольные вопросы

1 Что такое 3D-сканер? Какие основные элементы его конструкции Вы знаете?

2 Как работают пассивные сканеры?

3 Какие основные методы сбора данных при 3D-сканировании Вы знаете? В чем их отличие?

4 На чем основан метод структурированного света?

5 Какие режимы сканирования 3D-сканера модели EinScan-Pro Вы знаете?

Информационное обеспечение обучения

Основные печатные издания:

1. Беляев, Л. В. Введение в аддитивные технологии : учеб, пособие / Л. В. Беляев, А. В. Аборкин ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. - Владимир : Изд-во ВлГУ, 2023. - 248 с. ISBN 978-5-9984-1796-2

2. Технология машиностроения. Аддитивные технологии в подготовке производства наукоемких изделий: учебное пособие [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые и граф. данные (2,3 Мб) / Г. А. Сухочев, С. Н. Коденцев. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2020.

3. Ермолаев В.В. Технологическая оснастка: учебник. М.: Издательский центр «Академия». – 2-е изд., стер., 2014.

4. Ермолаев В.В. Технологическая оснастка: Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособие. М.: Издательский центр «Академия». – 2-е изд., стер., 2014.

Дополнительные источники

1. Тарасова, Т. В. Аддитивное производство : учебное пособие / Т.В. Тарасова. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 196 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/textbook_5c25c2b3a03f99.16774025. - ISBN 978-5-16-014676-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2073481 (дата обращения: 12.01.2025).

Приложение 1.1. (04.01)
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ

ПМ.04 «Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)» МДК 04.01. Технология изготовление деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса

2025

Методические рекомендации по выполнению практических разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее ФГОС) и в соответствии с рабочей программой по дисциплине, входящей в профессиональный цикл, ПМ.04 «Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)» МДК 04.01. Технология изготовление деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса для профессии для специальности среднего профессионального образования (далее СПО) **15.02.09 Аддитивные технологии**.

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Ринейская Я.В., - преподаватель СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Пояснительная записка

Методические рекомендации по выполнению практических занятий составлены в соответствии с рабочими программами по профессиональному модулю ПМ.04 «Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)» МДК 04.01. Технология изготовление деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса для профессии 15.02.09 Аддитивные технологии.

Выполнение практических занятий по профессиональному циклу для профессии 15.02.09 Аддитивные технологии является одним из важнейших условий реализации основной профессиональной образовательной программы.

Целью выполняемых работ является получение умений и знаний, которые необходимы обучающемуся для овладения им соответствующего вида профессиональной деятельности.

При выполнении практических работ основными задачами являются:

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2) выработка практических навыков самостоятельной работы;
3) подготовка обучающихся к будущей практической работе.

Содержание

№ пр. занятия	Название практической работы	Стр.
1.	Выбор режимов резания для станков с ЧПУ.	5
2.	Программирование линейной и круговой интерполяции.	10
3.	Составление расчетно-технологической карты и карты наладки станка с ЧПУ.	14
4.	Наладка станка на обработку вала.	16
5.	Центрование, сверление, зенкерование на токарных станках с ЧПУ.	18
6.	Развертывание отверстий на токарных станках с ЧПУ.	21
7.	Растачивание сквозных, глухих конических отверстий на токарных станках с ЧПУ.	24
8.	Разработка управляющей программы в системе CAD/CAM для фрезерного станка ЧПУ.	26
9.	Разработка управляющей программы в системе CAD/CAM для токарного станка ЧПУ.	29
10.	Расчет режимов резания, работа со слоями в системе CAD/CAM.	30
11.	Программирование паузы, остановы выдержки времени, корректировка в процессе выполнения управляющей программы, удаление и копирование файлов.	32
12.	Разработка программы в системе ADEM/CAD/CAM, изучение системы координат и рабочей плоскости.	35
13.	Объемное моделирование в системе ADEM/CAD/CAM для станков с ЧПУ.	36
14.	Точные построения, работа со слоями, текстом, обработка объемного материала, наладка станка с ЧПУ.	41
15.	Настройка установочного размера фрезерного станка с УЧПУ FANUC.	45
16.	Разработка тех. процесса и составление управляющей программы по чертежу.	49
-	Выполнение тестов по темам МДК 04.01. Диф.зачет. (оформлено отдельным документом) (2ч.).	
	Список литературы	54

Практическое занятие
Выбор режимов резания для станков с ЧПУ

Цель занятия. Изучить режимы резания. Уметь рассчитывать режимы резания. Закрепить умение выбора и расчета режимов резания для станков с ЧПУ.

Краткая теоретическая справка

Глубина резания **t** (мм) – величина срезаемого слоя за один проход, измеренная в направлении, перпендикулярном обработанной поверхности. Глубина резания всегда перпендикулярна направлению движения инструмента. При наружном точении она представляет собой полуразность между диаметром заготовки и диаметром обработанной поверхности.

$$t = \frac{D - d}{2},$$

где D - диаметр заготовки в мм
где d - диаметр обработанной поверхности в мм

Скорость резания **V** (м/мин) - величина перемещения точки режущей кромки относительно поверхности резания в единицу времени в процессе осуществления движения резания.

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

где D - наибольший диаметр поверхности резания в мм.

Частота вращения шпинделя **n** (мин$^{-1}$):

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

Минутная подача $\mathbf{S_м}$ (мм/ об) - величина перемещения режущей кромки в направлении движения резца за 1 минуту. При токарной обработки может быть продольная подача, когда резец перемещается в направлении, параллельном оси заготовки и поперечная, когда резец перемещается в направлении, перпендикулярном оси заготовки. 9

$$S_м = S_o \cdot n$$

где S_o – подача за один оборот заготовки в мм/ об.

Основное время обработки детали $\mathbf{T_o}$ (мин) – время, в течение которого происходит процесс снятия стружки без непосредственного участия рабочего.

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n}$$

где L - длина рабочего хода инструмента в мм.

Особенности выбора режимов обработки на станках с ЧПУ

По сравнению с обычными станками при выборе параметров режима резания для токарных станков с ЧПУ должны быть учтены хрупкое разрушение твердосплавного инструмента, экономическая стойкость инструмента и стабильность режимов резания.

Учет хрупкого разрушения. Твердосплавной инструмент выходит из строя из-за изнашивания или хрупкого разрушения. Обычно при выборе параметров режима резания для универсального оборудования с ручным управлением хрупкое разрушение не рассматривают. Имеется в виду, что рабочий непрерывно наблюдает за резанием и при выкрашивании инструмента отводит резец, чем предотвращает нежелательные последствия хрупкого разрушения. Станок с ЧПУ работает по полуавтоматическому циклу, а зона обработки на токарных станках закрыта кожухом, поэтому выкрашивание резца может вести к браку детали и поломке станка. Практика показывает, что до 30 — 50 % резцов выходят из строя вследствие хрупкого разрушения. Процесс выкрашивания носит вероятностный характер. Точно никогда нельзя сказать, произойдет ли выкрашивание инструмента в той или иной конкретной ситуации, можно только учитывать и предупреждать явления, которые повышают вероятность выкрашивания.

Факторы, связанные с разрушением инструмента, можно разделить на три группы:

1) качество твердосплавного инструмента (марка материала, остаточные напряжения, микротрещины);

2) величина и характер нагружения пластины;

3) стабильность процесса обработки.

Любые дестабилизирующие факторы повышают вероятность выкрашивания: неравномерный припуск, дефекты поверхности, вибрации технологической системы и т. д. Величина нагружения зависит в основном от подачи, а его характер — от геометрии инструмента. Пластина может работать на изгиб и на сжатие. Нагружение на сжатие менее способствует хрупкому разрушению инструмента.

Учет экономической стойкости инструмента. Режимы резания определяют энергетические затраты на обработку. Расчет мощности резания позволяет правильно выбрать мощность главного привода станка и оценить жесткость технологической системы.

Задание для практической работы

Задача №1

Определить глубину резания t при обтачивании заготовки диаметром D на токарном станке в два перехода. При переходе предварительной обработки заготовка обтачивается до D_1, а при окончательной обработке — до D_2.

Пример решения:

Дано: D = 150 мм; D_1 = 142мм; D_2 = 140мм

При предварительном точении глубина резания:

$$t = \frac{D - D_1}{2} = \frac{150 - 142}{2} = 4 мм$$

При окончательном точении:

$$t = \frac{D_1 - D_2}{2} = \frac{142 - 140}{2} = 1 мм$$

Данные к задаче № 1

№ варианта	D мм	D_1 мм	D_2 мм	№ варианта	D мм	D_1 мм	D_2 мм
1	188	182	180	6	87	81,5	80
2	67	61,5	60	7	216	208	206
3	56	51	50	8	50	43,5	42
4	120	114	112	9	140	132	130
5	95	88,5	87	10	73	66,5	65

Задача №2

Определить скорость движения подачи $S_м$ при обтачивании заготовки на токарном станке с частотой вращения шпинделя n, подача резца за один оборот шпинделя $S_о$. 10

Пример решения:

Дано: n = 1000 мин$^{-1}$; $S_о$ = 0,26 мм/об

Скорость движения подачи резца определяется по формуле:

$S_м = S_о \cdot n$

$S_м = 0,26 \cdot 1000 = 260$ мм/мин

Данные к задаче № 2

№ варианта	n мин $^{-1}$	S мм/об	№ варианта	n мин $^{-1}$	S мм/об
1	400	0,61	6	1600	0,17
2	630	0,43	7	860	0,3
3	200	0,87	8	160	0,95

4	315	0,7	9	1250	0,23
5	250	0,78	10	500	0,52

Задача №3

Определить скорость главного движения резания при обработке заготовки диаметром D (мм) на токарном станке с частотой вращения шпинделя n (мин $^{-1}$).

Пример решения:

Дано: D = 120 мм; n = 500 мин $^{-1}$

Скорость главного движения резания при точении определяется по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$ м/мин

$$V = \frac{3{,}14 \cdot 120 \cdot 500}{1000} = 189$$ м/мин

Данные к задаче № 3

№ варианта	D мм	n мин $^{-1}$	№ варианта	D мм	n мин $^{-1}$
1	80	860	6	180	315
2	150	315	7	30	2000
3	45	1600	8	95	630
4	70	1250	9	110	400
5	220	250	10	60	1000

Задача №4

Определить частоту вращения шпинделя станка n (мин $^{-1}$) при обтачивании заготовки диаметром D (мм) на токарном станке со скоростью главного, движения резания V (м/мин).

Пример решения:

Дано: D = 80 мм; V= 215м/мин

Частота вращения шпинделя токарного станка:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 215}{3{,}14 \cdot 80} = 860 \text{ мин}^{-1}$$

Данные к задаче № 4

№ варианта	D мм	V м/мин	№ варианта	D мм	V м/мин
1	140	88	6	64	200
2	37	233	7	160	80
3	90	177	8	54	170
4	120	119	9	43	216
5	72	280	10	210	133

Задача № 5 Определить основное время при отрезании кольца от заготовки, имеющей форму трубы, на токарном станке резцом с пластиной из твердого сплава. Наружный диаметр заготовки D, внутренний диаметр d. Частотой вращения шпинделя n, подача резца за один оборот шпинделя S_o.

Пример решения:

Дано: D = 100 мм; d = 84 мм; n = 250 мин$^{-1}$; S_o = 0,14 мм/об

Основное время:

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n}$$

Длина рабочего хода резца при отрезании кольца

$$L = \frac{D - d}{2} + (1...2)$$

Второе слагаемое учитывает врезание и перебег резца; принимаем его равным 2мм. Тогда

$$L = \frac{100 - 84}{2} + 2 = 10 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{10}{250 \cdot 0.14} = 0{,}29 \text{ мин}$$

12

Данные к задаче № 5

№ варианта	D мм	d мм	n мин $^{-1}$	S мм/об	№ варианта	D мм	d мм	n мин $^{-1}$	S мм/об
1	90	60	315	0,15	6	80	65	400	0,14

2	120	100	200	0,17	7	65	50	500	0,12
3	75	50	400	0,13	8	50	40	630	0,10
4	60	50	500	0,12	9	70	50	400	0,13
5	150	120	160	0,18	10	85	70	315	0,14

Контрольные вопросы

1. Глубина резания t - это?
2. Скорость резания V- это?
3. Частота вращения шпинделя n- это?
4. Минутная подача $S_м$ – это?
5. Основное время обработки детали $T_{о.}$?

Требования к содержанию отчета

Отчет должен содержать:
- порядковый номер и наименование практической работы;
- цель работы;
- содержательная составляющая:
  - решение заданий практической работы
  - ответы на контрольные вопросы. вывод.

Практическое занятие
Программирование линейной и круговой интерполяции

Цель занятия. Научить студентов программировать линейную и круговую интерполяцию.

Теоретические сведения

Программист создает управляющую программу, в которой содержится закодированная информация о траектории и скорости перемещения исполнительных органов станка, частоте вращения шпинделя и другие данные, необходимые для выполнения процесса обработки. Подсистема управления считывает эту программу, расшифровывает ее и вырабатывает траекторию перемещения исполнительных органов станка.

Траекторию перемещения можно представить в виде графика, который показывает, в какой точке должен находиться исполнительный орган станка через определенные промежутки времени. В соответствии с траекторией перемещения подсистема управления посылает на соответствующий двигатель строго определенное количество электрических импульсов. Двигатель вращает ходовой винт, и исполнительный орган станка перемещается в указанную позицию (координату).

Датчики обратной связи отправляют в подсистему управления информацию о действительно достигнутой позиции исполнительного органа. Происходит сравнение фактической и требуемой (теоретической) позиций исполнительного органа. Если между ними есть разница (ошибка перемещения), то подсистема управления посылает скорректированное на величину ошибки число электрических импульсов на двигатель. Этот процесс повторяется до тех пор, пока исполнительный орган станка не достигнет требуемой позиции с определенной (очень высокой) точностью. Всегда будет присутствовать некоторая ошибка перемещения, но она должна быть настолько малой, чтобы ею можно было пренебречь.

Выше рассмотрен простейший вариант – перемещение рабочего органа вдоль одной оси, теперь усложним задачу. Пусть требуется переместить рабочий стол прямолинейно, но не параллельно ни одной из осей станка. Чтобы выполнить такое перемещение, система ЧПУ вынуждена строить множество опорных точек и двигать рабочий стол по опорным точкам ступенчато, попеременно включая подачу то по одной оси, то по другой (рис. 1).

При этом нужно поддерживать такое соотношение скоростей движения по осям, чтобы траектория перемещения соответствовала заданной траектории. Расчет координат промежуточных опорных точек выполняет специальное устройство, входящее в состав подсистемы управления, которое называется интерполятором.

Интерполятор непрерывно в соответствии с заданными перемещениями поддерживает функциональную связь между опорными точками и оценивает отклонения от заданной траектории, стремясь свести их к минимуму. Эти "ступеньки" имеют некоторое отклонение от заданной траектории перемещения. Рассмотренная интерполяция называется линейной. Если же необходимо выполнить перемещение по дуге, то интерполяция будет круговой. В случае перемещения по дуге выполняется так называемая линейная аппроксимация дуги, то есть замена дуги маленькими прямолинейными отрезками. Поэтому исполнительный орган станка также будет двигаться по "ступенчатой" траектории, которая визуально будет казаться абсолютно гладкой. При перемещении из точки 1 в точку 2 система ЧПУ строит множество опорных точек и перемещает исполнительный орган "ступенчато", попеременно включая подачу то по одной оси, то по другой.

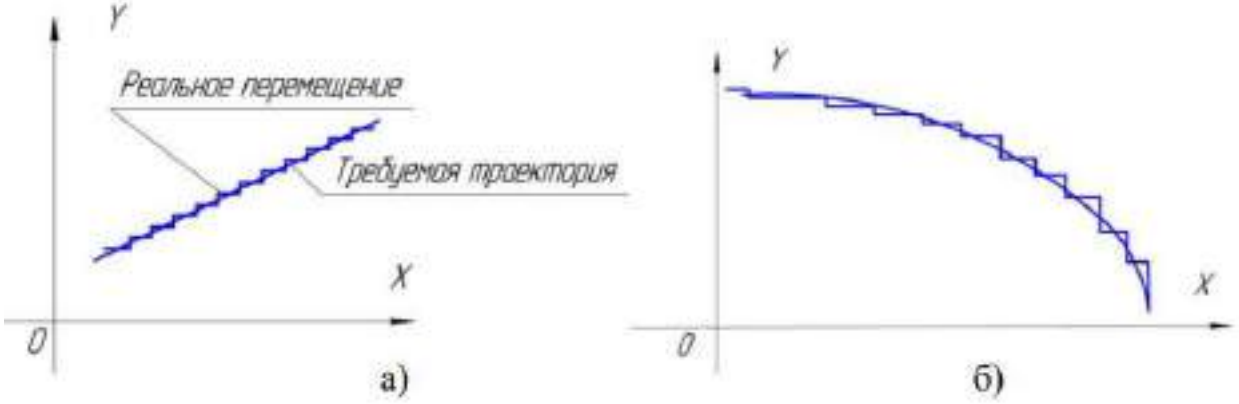


Рис. 1. Линейная (а) и круговая (б) интерполяция

Номер Группы	Код	Функция и ее содержание
1	G00	Позиционирование - перемещение на быстром ходу в заданную точку с торможением в конце кадра до станочной константы. Предварительно запрограммированная скорость перемещения игнорируется, но не отменяется
2	G01**	Линейная интерполяция – перемещение с запрограммированной скоростью по прямой
3	G02	Круговая интерполяция - перемещение с запрограммированной скоростью по дуге окружности по часовой стрелке, если смотреть в сторону положительного направления оси, перпендикулярной плоскости траектории движения
4	G03	Круговая интерполяция - перемещение с запрограммированной скоростью по дуге окружности против часовой стрелки, если смотреть в сторону положительного направления оси, перпендикулярной плоскости траектории движения

Задание для практической работы

Необходимо создать УП для чистовой обработки кармана с коррекцией на радиус инструмента. Глубина фрезерования – 2 мм. Подвод к контуру осуществляется по касательной. Программу записать в таблицу.

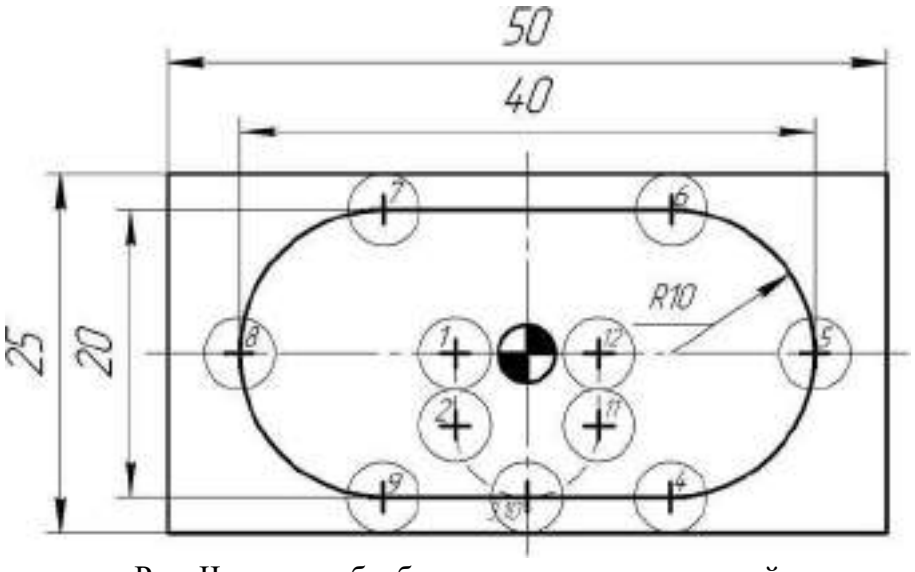


Рис. Чистовая обработка кармана с коррекцией

Таблица для написания УП

Управляющая программа	Пояснение
%	
O0004	Программа O0004
(PROGRAM NAME – FINISH POCKET2)	Комментарий – имя программы
N100 G21	Режим ввода метрических данных
N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90	Строка безопасности
N104 T1 M6	Вызов инструмента № 1
N106 G0 G90 G54 X-2.5 Y-5. S1000 M3	Позиционирование в начальную точку траектории (1), включение оборотов шпинделя
N108 G43 H1 Z100.	Компенсация длины инструмента №1 Позиционирование в Z10
N110 Z10.	Фреза опускается до Z-2
N112 G1 Z-2. F100.	на рабочей подаче 100 мм/мин
N114 G41 D1 Y-7.5	Коррекция слева, перемещение в точку (2) Подвод инструмента
N116 G3 X0. Y-10. R2.5	по касательной к точке (3) Линейное перемещение в точку (4)
N118 G1 X10.	Перемещение по дуге в точку (5)
N120 G3 X20. Y0. R10.	Перемещение по дуге в точку (6)
N122 X10. Y10. R10.	Линейное перемещение в точку (7)
N124 G1 X-10.	Перемещение по дуге в точку (8)
N126 G3 X-20. Y0. R10.	Перемещение по дуге в точку (9)
N128 X-10. Y-10. R10.	Линейное перемещение
N130 G1 X0.	в точку (10) Отвод инструмента
N132 G3 X2.5 Y-7.5 R2.5	по касательной к точке (11) Линейное перемещение в точку
N134 G1 G40 Y-5.	(12) с отменой коррекции Фреза поднимается к Z8
N136 Z8.	Фреза поднимается
N138 G0 Z100.	на ускоренной подаче к Z100
N140 M5	Останов шпинделя
N146 M30	Конец программы
%	

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику линейной интерполяции.
2. Охарактеризуйте круговую интерполяцию по часовой стрелке.
3. Охарактеризуйте круговую интерполяцию против часовой стрелки.
4. Для какой цели используют интерполятор в станках с ЧПУ?

Практическое занятие
Составление расчетно-технологической карты и карты наладки станка с ЧПУ

Цель занятия. Научиться самостоятельно составлять расчетно-технологическую карту и карту наладки для станка с ЧПУ.

Теоретические сведения

Расчетно-технологическая карта (РТК) представляет собой технологический документ, который содержит законченный план обработки детали на станке в виде графического изображения траектории движения инструмента со всеми необходимыми пояснениями и расчетными размерами. По данным РТК технолог программист, не обращаясь к чертежу детали или каким-либо другим источникам, может полностью составить текст управляющей программы.

Можно выделить следующие этапы оформления РТК:

1. Вычерчивают в масштабе контур детали, подлежащий обработке, и контур заготовки с указанием всех размеров, необходимых при программировании.

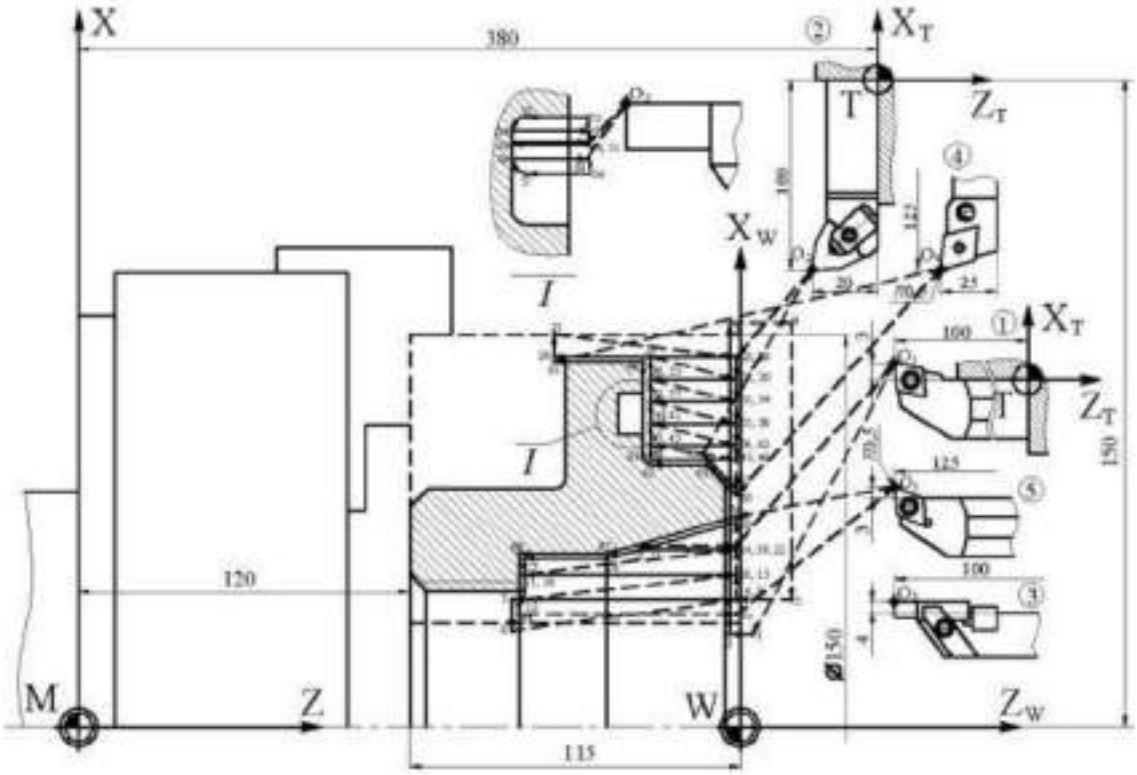
2. Намечают расположение базирующих элементов и прижимов в соответствии с техническими условиями на приспособление.

3. Наносят траекторию движения центра инструмента для каждого из используемых инструментов. При этом рабочие перемещения инструмента обозначают сплошными линиями, а холостые (ускоренные) перемещения – прерывистыми линиями.

4. На траектории инструмента отмечают и обозначают цифрами опорные точки траектории и ставят стрелки, указывающие направление движения. При необходимости указывают места контрольных точек и точек остановки, необходимых для смены инструмента, изменения частоты вращения шпинделя, переустановки детали и др., указывают продолжительность остановки в секундах.

5. Наносят дополнительные данные, тип станка, наименование и материал детали, особенности заготовки и ее крепления, параметры инструмента и режимы его работы на отдельных участках траектории и пр.

Пример оформления РТК



При построении траектории движения центра инструмента на РТК необходимо соблюдать следующие правила:

1. Подводить инструмент к обрабатываемой поверхности и отводить его следует по специальным траекториям с учетом величин недоходов и перебегов.

2. Недопустимы остановка инструмента и резкое изменение подачи в процессе резания, что сопровождается повреждением обрабатываемой поверхности. Перед остановкой или резким изменением подачи необходимо отвести инструмент от обрабатываемой поверхности.

3. Длина холостых перемещений должна быть минимальной.

4. Для устранения влияния на точность обработки люфтов станка желательно предусмотреть дополнительные петлеобразные переходы в зонах реверса, обеспечивающие выборку люфта

Задание для практической работы

Изучите представленный Вам материал, затем законспектируйте основное. Затем напишите правильные определения.

1. Документ предназначен для отражения на плоском чертеже статическими изобразительными средствами динамики процесса обработки, чтобы облегчить его цельное визуальное восприятие и осмысление, а также уменьшить трудоемкость наладки станка. **Ответ. Карта наладки станка с ЧПУ.**

2. Документ предназначен для описания технологической операции с указанием последовательного выполнения переходов, данных о средствах технологи-

ческого оснащения, режимах и трудовых затратах. Применяют при разработке единичных технологических процессов. **Ответ. операционная карта (ОК).**

3. Графический документ, содержащий эскизы, схемы и таблицы и предназначенный для пояснения выполнения технологического процесса, операции или перехода изготовления, или ремонта изделия (составных частей изделия), включая контроль и перемещения. **Ответ. карта эскизов (КЭ).**

Практическое занятие
Наладка станка на обработку вала

Цель занятия.

Ознакомиться с наладкой станка при обработке вала написать управляющую программу.

Теоретические сведения

Оптическое задающее устройство.

Для измерения вылета инструмента на токарном станке с ЧПУ чаще всего пользуются двумя ручными способами измерения: царапанием (второе название «по касанию») и с использованием оптического задающего устройства. Однако для достижения высокой точности рекомендуется применять способ измерения данных инструмента с помощью оптического задающего устройства. Набор измерительного инструмента в этом случае состоит из трех основных частей: микроскоп, калибр (длинной 28 миллиметров) и держатель, который устанавливается на станину станка и представлен на рисунке 1.

Способ измерения данных инструмента.

Цель вычисления данных о вылете инструмента: система управления использует вершину инструмента или центральную точку инструмента для выполнения позиционирования, вместо базовой точки инструмента. В таблице инструментов для каждого инструмента сохраняются данные об измеренной его длине (вылете), о позиции инструмента и величине его радиуса. Коррекцию на длину инструмента можно измерять в полуавтоматическом режиме. Позицию 18 инструмента и величину его радиуса следует вводить вручную. Позиция инструмента должна быть введена обязательно.

Рисунок 1. Набор оптического задающего устройства: 1 – микроскоп, 2 – калибр, 3 – держатель.

Чтобы провести измерение вылета инструмента с помощью оптического задающего устройства, следует выполнить следующие действия. Собрав оптический микроскоп, необходимо установить его на направляющие станка и закрепить. Затем установить калибр в любое пустое гнездо револьверной головки, например, в позицию номер 2. Для этого следует перевести ручку селектора в режим ручного ввода программы MDI и нажать клавишу PROG, затем ввести T0202 с клавиатуры, нажать клавишу EOB и запустить программу с клавиши, после чего станок выберет инструмент номер 2. Далее требуется перевести ручку селектора в режим ручного управления (JOG) и переместить калибр в центр сетки оптического устройства (см. рисунок 2) при открытом защитном кожухе (открытой двери) станка в режиме наладки при помощи клавиши подтверждения.

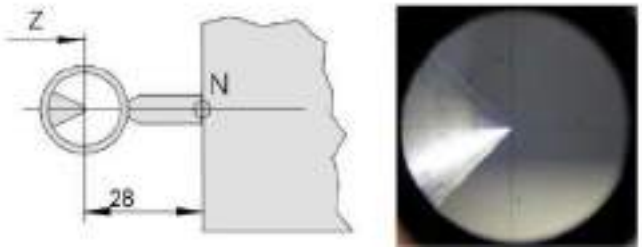


Рисунок 2. Определение координаты базовой точки резцедержателя

Нажав клавишу и экранную клавишу REL, получим текущие значения положения калибра, например, X = 5,35мм, Z = 225,855 мм, которые отображаются на экране системы управления. Их следует записать в память станка. Далее после нажатия клавиши и экранной клавиши PRESET значение X обнулится, а после нажатия клавиши и экранной клавиши PRESET обнулится и значение Z (см. рисунок 3).

Рисунок 3. Основный экран системы Fanuc 21T

Для получения базовой точки резцедержателя необходимо вычесть 28 мм из достигнутого значения Z, т. е. ZN = 225,855 – 28 = 197,855 мм, а XN не изменится XN = X = 5,35 мм. В оптическом приборе калибр или инструмент отображаются зеркально. Каждый инструмент, используемый для обработки, должен быть измерен. Необходимо измерить расстояния в обоих направлениях оси между вершиной резца и базовой точкой резцедержателя «N». В таблице инструментов сохраняются измеренные коррекции на вылет инструмента (резца) и его радиус, а также позиция инструмента (резца). Номер коррекции может быть любым номером регистра, но должен определяться вызовом инструмента в программе по его номеру.

Задание для практической работы

Изучите представленный Вам материал, законспектируйте основное в тетрадь для практических работ. Написать управляющую программу при обработке вала.

Практическое занятие
Центрование, сверление, зенкерование на токарных станках с ЧПУ

Цель занятия.

Научиться обрабатывать отверстия на токарных станках с ЧПУ. Познакомиться с различными отверстиями.

Теоретические сведения

Основным способом получения отверстий является сверление.

Сверление - это процесс изготовления цилиндрических отверстий посредством металлорежущего инструмента. Сверление, как правило, предшествует таким операциям как растачивание или развертывание. Обработку можно производить как по центру детали (при зажиме ее в трехкулачковом патроне), так и со смещением центра отверстия. Смещение (эксцентриситет) достигается фиксацией заготовки в четырехкулачковом токарном патроне или на планшайбе передней бабки. На токарном обрабатывающем центре возможно использование приводного инструмента и изготовление отверстий как на оси шпинделя, так и со смещени-

ем по оси X. При использовании радиального приводного блока возможна обработка отверстий, расположенных вдоль оси X.

В универсальном станке обрабатывающий инструмент: зенкер, сверло, развертка — закрепляется в коническом отверстии задней бабки напрямую или через зажимной патрон. в станках ЧПУ - в позиции резцедержки с использованием специальных резцовых блоков и оправок.

С развитием инструмента для обработки коротких отверстий последовательность процесса сверления и подготовка к нему претерпевают существенные изменения. Современный инструмент позволяет засверливаться в сплошной материал и не нуждается в предварительной зацентровке отверстий. Достигается высокое качество поверхности и, зачастую, отпадает необходимость в последующей чистовой обработке отверстия. Применение современных сверл со сменными пластинами позволяет вести обработку с высокими скоростями и большими объемами образующейся стружки, которая в станках с ЧПУ вымывается из отверстия потоками охлаждающей жидкости, подающейся под определенным давлением по внутренним каналам.

Для точности токарной обработки необходима правильная и одинаковая заточка режущих кромок сверла, перпендикулярность торца заготовки оси инструмента, отсутствие заусенцев, неровностей поверхности.

С помощью систем контроля и настройки фирмы Renishaw, программное обеспечение в станках с ЧПУ позволяет задать параметры коррекции на длину и диаметр инструмента и выполнять обнаружение поломки в процессе обработки. Подача инструмента в станке происходит механически. Сверло обеспечивает чистоту поверхности отверстия Ra 6.3...3.2, зенкер — Ra 2.5, развертка — Ra 1.25…0,8.

Сразу же следует отметить, что не все отверстия могут быть обработаны на станках с ЧПУ. Первым ограничением является длина отверстия.

Отверстия обрабатывают на сверлильных, расточных, координатно-расточных станках, могут применяться многоцелевые фрезерные станки (т.е. на всех типах станков с ЧПУ)

Наиболее целесообразно производить обработку заготовок, имеющих большое число отверстий. При этом отверстия желательно ориентировать в одном направлении, чтобы обработка производилась за один установ.

Сверлильный станок с одним шпинделем и ручной сменой: подбирают отверстия одного диаметра. Для отверстий разного диаметра и конструктивных форм выбирают станки с автоматической сменой инструмента. Эти станки чаще всего имеют револьверную головку, что позволяет за одну операцию сверлить, зенкеровать, развертывать и т.д., значит станки с ЧПУ лучше универсальных, отпадает необходимость в кондукторах. Снижение потерь времени: использование механизированных зажимов РИ; отсутствие выверки и замеров в процессе обработки. Важное преимущество расточных станков- с одного установа обрабатывать в корпусных деталях системы отверстий с точными межцентровыми расстояниями. Расточные станки с ЧПУ подразделяются на горизонтально-расточные и вертикально-расточные. Горизонтально-расточные станки с поворотными столами без задних стоек благодаря высокой точности позиционирования позволяют обра-

батывать отверстия с высокой точностью с двух сторон при повороте на 180º (соосные отверстия). Поворотный стол позволяет обрабатывать отверстия перпендикулярные и наклонные со всех 4-х сторон.

Для окончательной обработки по Н5 даже сравнительно больших размеров применяют развертки вместо расточного инструмента. При этом не требуется длительной и сложной настройки резца на заданный размер. Координатно-расточные станки имеют вертикальное расположение шпинделя, это как правило станки с дискретностью позиционирования 0,001 мм на импульс.

Процессы обработки отверстий

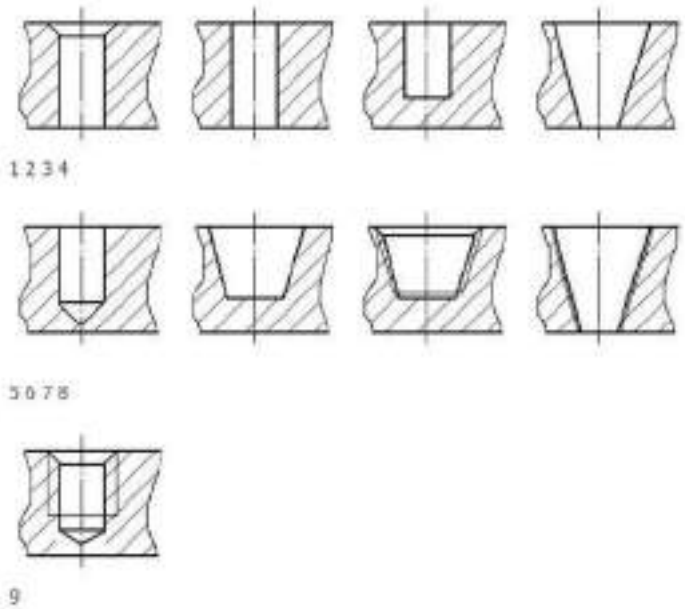
Выбору рациональной схемы обработки отверстий следует уделять особое внимание.

Для обработки отверстий пригодны практически все станки с ЧПУ. Последовательность обработки устанавливают по общим правилам.

Технологическая классификация отверстий

Конфигурация любого отверстия может быть сформирована из основных и дополнительных элементов. *Основные элементы отверстий* могут быть глухими и сквозными. Дно глухого отверстия может иметь плоский или произвольный характер. Большинство основных элементов составляют плоские цилиндрические отверстия от 7 до13 квалитетов точности.

Рисунки 1-9(гладкие сквозные с фаской и без фаски, глухие, конические глухие и сквозные с резьбой и без нее).



Дополнительные элементы отверстий: фаски, углубления прямоугольного профиля со свободными размерами, наружные и внутренние торцы, требующие обработки, канавки и т.д.

Заготовки трех типов: сплошная, с литым отверстием, с предварительно обработанным отверстием. Из простых отверстий составлены сложные. Каждое отверстие отделяется друг от друга торцовыми поверхностями (рис. 10). Торцы обычно нумеруются (от которых производится отсчет размеров при обработке.

Каждая выделенная ступень может быть обработана за один или несколько проходов.

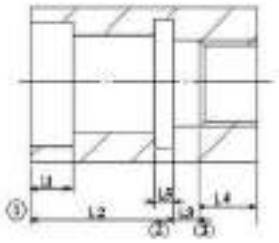


рис 10

Типовые переходы при обработке отверстий

Как правило имеется определенная последовательность обработки (рис 11)

11.1-центрирование;

11.2-черновая обработка сверлом и зенкером (зенкером в литом отверстии).

где L – глубина, L1 – недоход, L2 – перебег.

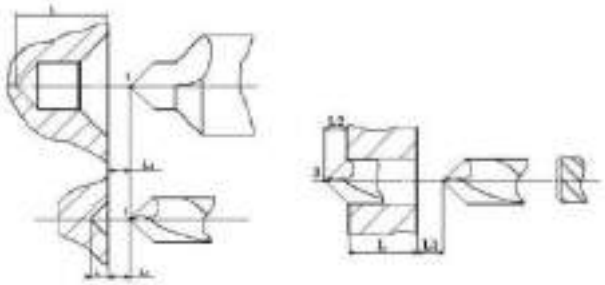


рисунок 11 11.1 11.2

Задание для практической работы

Изучите представленный Вам материал, затем законспектируйте основное в тетрадь для практических работ.

Практическое занятие
Развертывание отверстий на токарных станках с ЧПУ

Цель занятия.

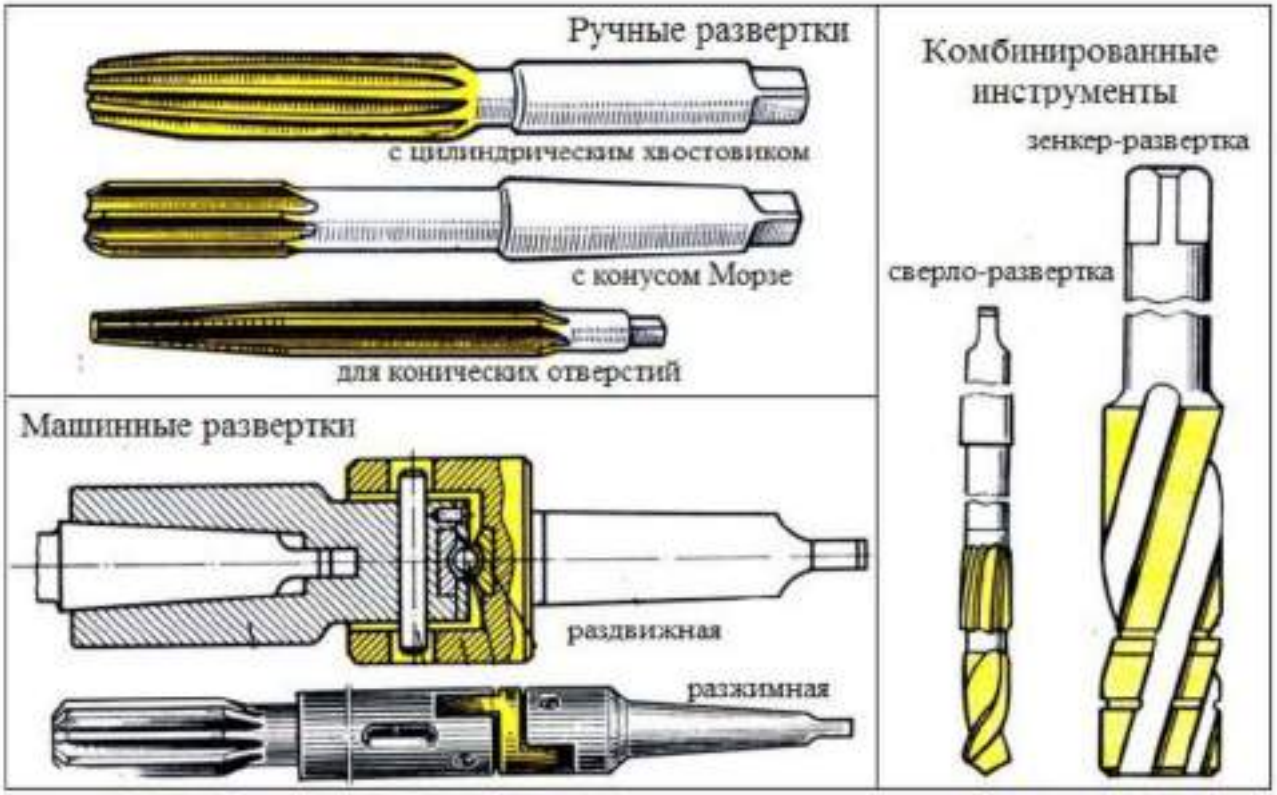
Изучить способ обработки отверстий - развёртывание и режущий инструмент применяемый при развертывании.

Теоретические сведения

Развертывание, которое является достаточно распространенной технологической операцией, выполняют в тех случаях, когда предварительно подготовленное отверстие в металлическом изделии необходимо довести до соответствия требуемым параметрам. К таким параметрам, в частности, относятся форма и размеры отверстия, шероховатость формирующей его поверхности.

Инструмент, при помощи которого развертывание выполняется вручную или с использованием сверлильного станка, получил название «развертка». Такой инструмент может быть:

- ручным и машинным – в зависимости от того, каким образом используется;
- цилиндрическим и коническим – в зависимости от собственной конфигурации и формы обрабатываемого отверстия;
- хвостовым и насадным – по способу фиксации;
- с равномерным и неравномерным расположением режущих зубьев по своей окружности для формирования обрабатываемых поверхностей с различной степенью шероховатости.



Типы разверток по металлу

Ручные и машинные инструменты, используемые для развертывания, имеют определенные различия в своей конструкции. Так, ручной инструмент для развертывания отличается удлиненными режущими кромками на своей рабочей части и хвостовиком квадратного сечения, при помощи которого развертка устанавливается в воротке. Конструкция машинного инструмента, позволяющего выполнять развертывание отверстий значительной глубины, отличается более короткой рабочей частью и более длинной шейкой.

При выборе развертки для обработки отверстий имеют значение следующие технические параметры:

- тип инструмента (для выполнения чернового или чистового развертывания, ручной или машинный);
- диаметр (в зависимости от геометрических параметров подвергаемого развертыванию отверстия).

Как правило, для чернового развертывания необходим припуск от одной десятой до пятнадцати сотых миллиметра, а для чистовой – от пяти сотых до одной десятой миллиметра.

Вид припуска	Припуски (мм) при диаметре отверстий, мм				
	12-18	18-30	30-50	50-75	100
Общий на чистовое и черновое развертывание	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40
На черновое развертывание	0,1-0,11	0,14	0,18	0,2-0,22	0,3
На чистовое развертывание	0,04-0,05	0,06	0,07	0,08-0,1	0,1

Величины припусков под развертывание

Для того чтобы более подробно разобраться в том, как осуществляется развертывание, можно рассмотреть порядок осуществления такой технологической операции на конкретном примере. Чтобы получить отверстие диаметром 30 мм, сначала используют сверло диаметром 15 мм, затем рассверливают полученное отверстие до диаметра 29,8 мм. Его обрабатывают черновой разверткой с диаметром 29,95 мм, а после этого выполняют чистовую обработку, используя инструмент диаметром 30 мм, при помощи которого снимается припуск 0,05 мм.

Последовательность обработки отверстия диаметром 30 мм в стальной детали по 6-7-му квалитетам:
1 - сверление отверстия диаметром 28 мм;
2 - зенкерование зенкером диаметром 29,6 мм;
3 - развертывание черновой разверткой диаметром 29,9 мм,
4 - развертывание чистовой разверткой диаметром 30 мм.

Последовательность обработки отверстий

На то, насколько высокой точностью будет отличаться полученное при развертывании отверстие, а также на степень шероховатости его поверхности значительное влияние оказывают не только геометрические параметры используемого инструмента, но и тип смазочно-охлаждающей жидкости, применяемой при обработке. При развертывании отверстий в деталях из стали в качестве такой жидкости используют специальные эмульсии, смешанные с минеральным маслом. При обработке бронзовых и латунных деталей минеральные масла в состав СОЖ не добавляют.

Указания по выполнению работы:

Изучите представленный Вам материал, затем законспектируйте основное. Перечертить в тетрадь последовательность обработки.

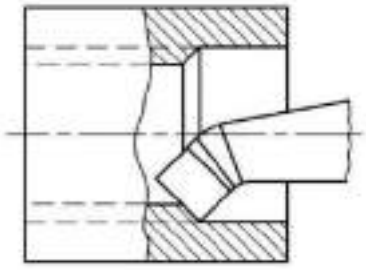
Практическое занятие
Растачивание сквозных, глухих конических отверстий на токарных станках с ЧПУ

Цель занятия.

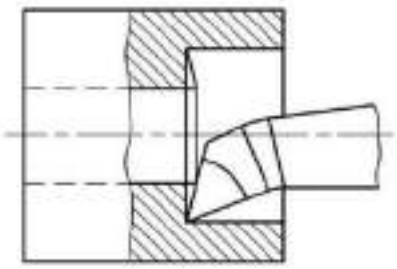
Изучить токарные переходы. Уметь разбираться в типовых схемах токарных переходах.

Теоретические сведения

Обычно отверстия растачивают на токарных станках в тех случаях, когда требуемое качество и точность внутренних поверхностей невозможно достичь методом сверления, рассверливания или зенкерования, либо, когда нет в наличии подходящего по диаметру инструмента.



Обработка сквозного отверстия



Обработка глухого отверстия

В процессе растачивания для резца создаются более тяжёлые условия, нежели при обычном наружном обтачивании. Это связано с тем, что в зону резания затруднено поступление охлаждающей жидкости, а также имеет место плохое удаление стружки. Стоит отметить, что расточные резцы значительно меньше в сечении по сравнению с остальными резцами, применяемыми на токарном станке. Данный инструмент к тому же имеет большой вылет и как следствие является менее жёстким, что неизбежно вызывает вибрации из-за прогиба. Как правило, для расточных резцов выбирается уменьшенная скорость резания и задаётся небольшой съём припуска с заготовки.

Обычно установка резца при черновом растачивании выполняется по центру оси детали либо чуть, ниже на один – полтора миллиметра, за счёт чего происходит увеличение переднего угла γ, что улучшает условия резания и снижает вероятность возникновения вибраций.

Если резец установить выше центра, то его будет отжимать, в результате чего размер отверстия будет меньше требуемого. В этом случае при последующей многопроходной расточке размер отверстия можно довести до номинальной величины. Зная особенности расточных резцов, установку инструмента для чистового растачивания рекомендуется производить несколько выше цента оси вращения детали на $0{,}01 – 0{,}03$ диаметра отверстия. Стоит отметить, что, если расточ-

ной резец установлен, ниже центра его тоже отжимает, причём диаметр в этом случае увеличивается на величину большую от требуемой, к тому же может наблюдаться искажение формы отверстия.

Технологическая карта на изготовление корпуса плашкодержателя

№ п/п	Последовательность обработки	Эскиз обработки	Материал: Заготовка	Ст. 3 Пруток	
			Инструменты: рабочий	разметочный и контрольно-измерительный	Оборудование и приспособления
1	Подрезать торец заготовки		Резец подрезной	Линейка измерительная	Патрон токарный трехкулачковый
2	Проточить заготовку под наружный размер корпуса плашкодержателя		Резец проходной	Штангенциркуль	Патрон токарный трехкулачковый
3	Просверлить по центру отверстие в заготовке		Сверло спиральное	Штангенциркуль	Патроны токарный трехкулачковый и сверлильный
4	Рассверлить отверстие в заготовке до диаметра, позволяющего войти головке расточного резца		Сверло спиральное	Штангенциркуль, линейка измерительная	Патроны токарный трехкулачковый и сверлильный
5	Расточить отверстие под размер плашки		Резец расточной	Штангенциркуль, линейка измерительная	Патрон токарный трехкулачковый
6	Отрезать по размеру деталь от заготовки		Резец отрезной	Штангенциркуль, линейка измерительная	Патрон токарный трехкулачковый
7	Снять фаски 1×45° на корпусе плашко-держателя		Резец проходной	—	Патрон токарный трехкулачковый

Указания по выполнению работы:

Изучите представленный Вам материал, затем перепишите технологическую карту на изготовление корпуса плашкодержателя. Письменно ответить на вопросы.

Вопросы:

1. Какими резцами растачивают сквозные и глухие отверстия?
2. Расскажите о последовательности приемов растачивания сквозных отверстий?
3. Как определяют глубину прохода резца при растачивании глухих отверстий?

Практическое занятие
Разработка управляющей программы в системе CAD/CAM для фрезерного станка ЧПУ

Цель занятия. Составлять маршруты изготовления деталей и проектировать технологические операции. Разрабатывать и внедрять управляющие программы обработки деталей.

Содержание задания:

1. Необходимо создать УП для чистовой обработки кармана с коррекцией на радиус инструмента. Глубина фрезерования – 2 мм. Подвод к контуру осуществляется по касательной. Пояснение к программе записать в таблицу.

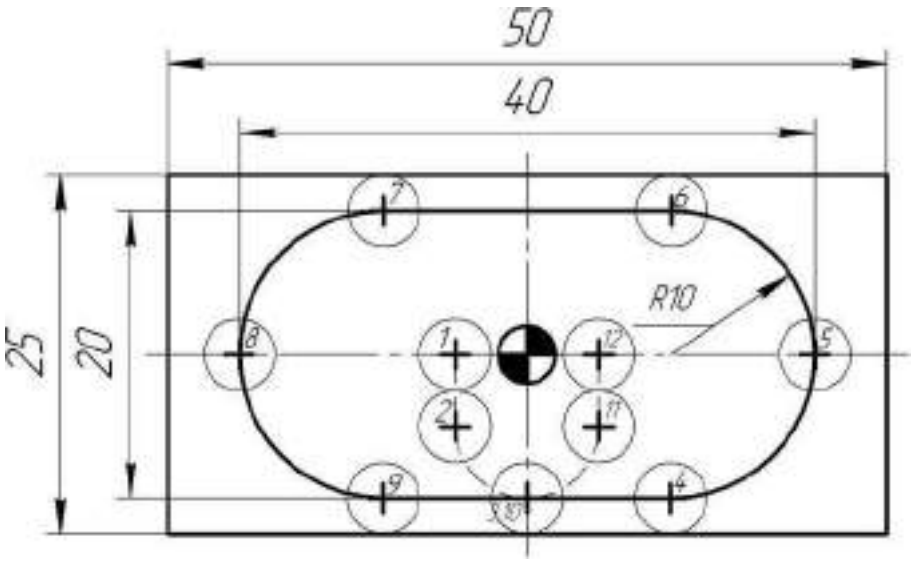


Рис. Чистовая обработка кармана с коррекцией

Таблица для написания УП

Управляющая программа	Пояснение
% O0004 (PROGRAM NAME – FINISH POCKET2) N100 G21 N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90 N104 T1 M6 N106 G0 G90 G54 X-2.5 Y-5. S1000 M3 N108 G43 H1 Z100.	

N110 Z10. N112 G1 Z-2. F100. N114 G41 D1 Y-7.5 N116 G3 X0. Y-10. R2.5 N118 G1 X10. N120 G3 X20. Y0. R10. N122 X10. Y10. R10. N124 G1 X-10. N126 G3 X-20. Y0. R10. N128 X-10. Y-10. R10. N130 G1 X0. N132 G3 X2.5 Y-7.5 R2.5 N134 G1 G40 Y-5. N136 Z8. N138 G0 Z100. N140 M5 N146 M30 %	

2. Необходимо создать УП для обработки прямоугольного кармана фрезой диаметром 10 мм. Глубина фрезерования – 1 мм. Программу записать в таблицу.

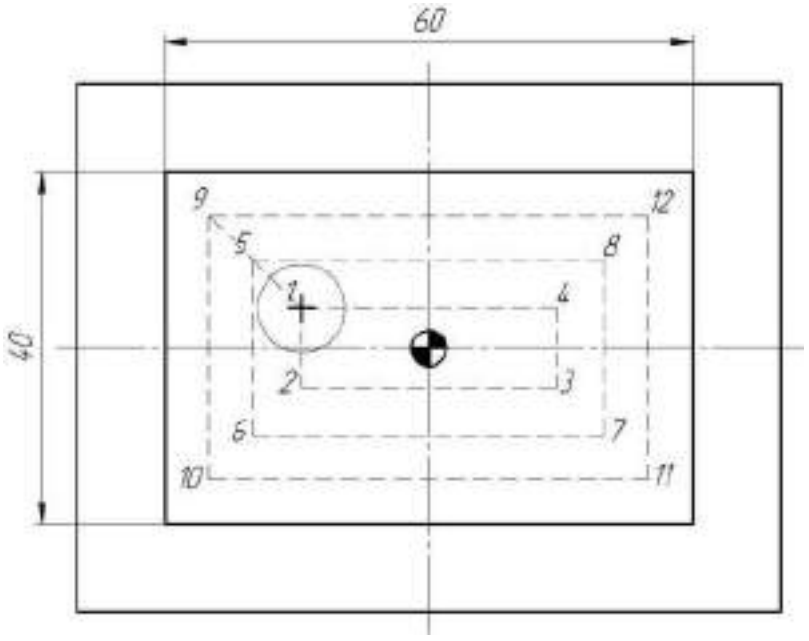


Рис. Черновое фрезерование прямоугольного кармана

Таблица для написания УП

Управляющая программа	Пояснение
	Программа О0005 Комментарий – имя программы Режим ввода метрических данных Строка безопасности Вызов инструмента № 1 Позиционирование в начальную точку траектории (1), включение оборотов шпинделя Компенсация длины инструмента № 1 Позиционирование в Z10 Фреза опускается до Z-1 на рабочей подаче 100 мм/мин Линейное перемещение в точку (2) Линейное перемещение в точку (3) Линейное перемещение в точку (4) Линейное перемещение в точку (1) Линейное перемещение в точку (5) Линейное перемещение в точку (6) Линейное перемещение в точку (7) Линейное перемещение в точку (8) Линейное перемещение в точку (5) Линейное перемещение в точку (9) Линейное перемещение в точку (10) Линейное перемещение в точку (11) Линейное перемещение в точку (12) Линейное перемещение в точку (9) Фреза поднимается к Z9 Фреза поднимается на ускоренной подаче к Z100 Останов шпинделя Конец программы

Практическое занятие
Разработка управляющей программы в системе CAD/CAM для токарного станка ЧПУ

Цель занятия. Составлять маршруты изготовления деталей и проектировать технологические операции. Разрабатывать и внедрять управляющие программы обработки деталей.

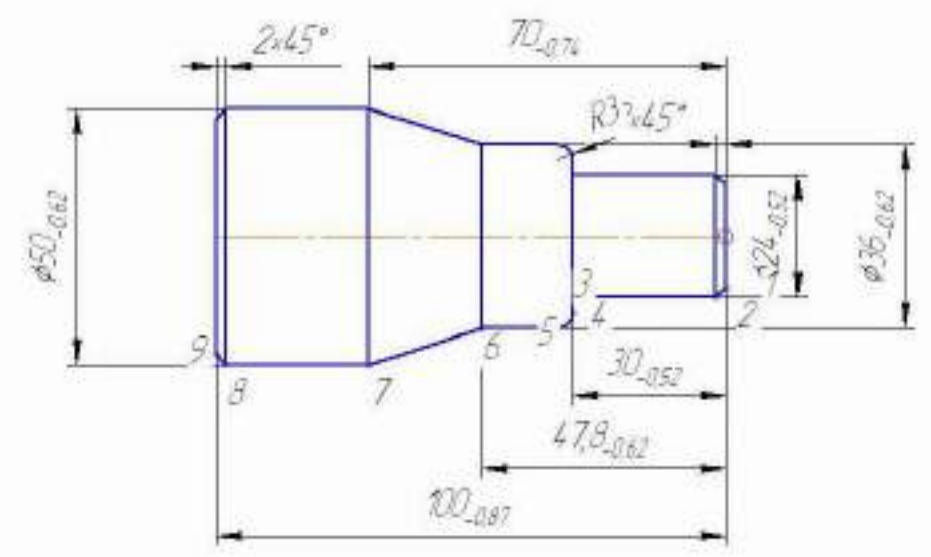


Рисунок детали

Технологические параметры:

Заготовка: пруток диаметром 54 мм и длиной 160 мм. Материал – сталь 45. Режимы обработки:

Черновая обработка – частота вращения шпинделя – 1200 об/мин, подача – 300 мм/мин.

Чистовая обработка – частота вращения шпинделя – 1200 об/мин, подача – 150 мм/мин.

Указания по выполнению работы:

1. Составить управляющую программу для обработки детали, согласно эскизу, представленному на рисунке.

G0G90 S1200	X25
T0101	G01 Z-30
G0 X55 Z0	G0
X51	X31
G01Z-100 F400	Z0
G0 X52	G0
Z0	X26
X44	Z0
G01 Z-58	X22

G0 X45 Z0 X37 G01 Z-47 G0 X38 Z0 X30 G01 Z-30	G1 F200 X24 Z-2 Z-30 X33 G03 X36 Z-33 R3 G1 Z-47.8 X50 Z-70 Z-100

Практическое занятие
Расчет режимов резания, работа со слоями в системе CAD/CAM

Цель занятия. Научить студентов выбирать режимы резания и работать со слоями в системе **CAD/CAM**.

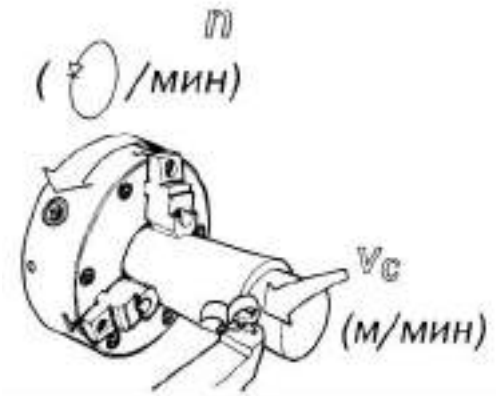
Теоретические сведения

Частота вращения шпинделя и скорость резания

"Скорость" – ключевое слово в металлообработке. Оно употребляется, когда говорят об обработке деталей, переналадке оборудования, перемещении револьверной головки, холостых ходах станка, замене инструмента.

Здесь мы рассмотрим:
– частоту вращения шпинделя (**n**)
– скорость резания (v_c)

Частота вращения шпинделя относится к характеристике оборудования и всегда указывается в паспорте станка в об/мин. Это скорость, с которой вращается шпиндель вместе с патроном и заготовкой. В современных станках с ЧПУ частота вращения шпинделя может изменяться во время операции.



Скорость резания – это наибольшая скорость перемещения режущей кромки относительно заготовки.

При токарной обработке скорость резания и частота вращения шпинделя прямо соотносятся через диаметр обрабатываемой поверхности (**D**). Формула приведена ниже.

Когда вращается инструмент, а заготовка остается неподвижной, то ситуация не меняется, единственным отличием является то, что инструмент вращается с частотой вращения шпинделя.

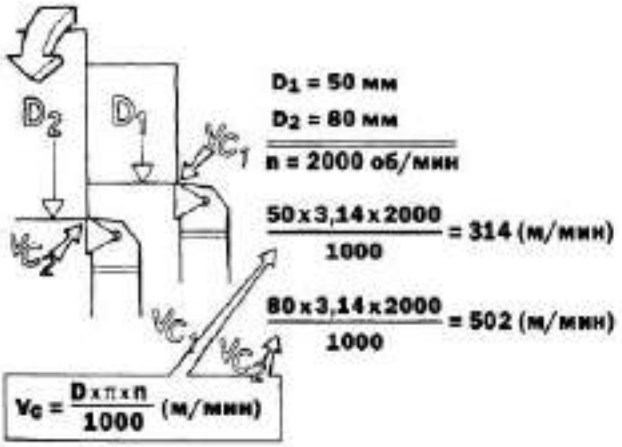
Изменение обрабатываемого диаметра

При точении, когда частота вращения шпинделя постоянна, скорость резания зависит от величины диаметра обрабатываемой поверхности. Чем больше диаметр обрабатываемой поверхности, тем больше скорость резания.

Например, при обработке двух диаметров 50 и 80 мм (см. рис. ниже) при частоте вращения шпинделя 2000 об/мин, скорости резания будут, соответственно, равны 314 и 502 м/мин. Чтобы скорость резания при обработке диаметра 80 мм была бы также равна 314 м/мин, частоту вращения шпинделя следует уменьшить до 1250 об/мин.

На современных станках с ЧПУ при подрезке торцевой поверхности, когда диаметр обработки с каждым оборотом шпинделя уменьшается, для того,

чтобы сохранить постоянную скорость резания предусмотрена возможность соответственного изменения частоты вращения шпинделя.



Скорость резания – один из основных параметров режима резания. В каталоге CoroKey даются рекомендации по скорости резания в зависимости от глубины резания и подачи для различных групп обрабатываемых материалов. Приводятся значения для первого выбора и диапазон значений для каждой геометрии пластины и марки твердого сплава, исходя из стойкости режущей кромки, равной 15 мин.

Таблица
частот вращения шпинделя

Диаметр (мм)	Скорость резания (м/мин)					
	30	40	50	100	150	200
12	795	1060	1326	2652	3979	5305
16	597	795	995	1989	2984	3978
20	477	637	796	1591	2387	3183
25	382	509	637	1273	1910	2546
32	298	398	497	994	1492	1989
40	239	318	398	795	1194	1591
50	191	255	318	636	955	1272
63	151	202	253	505	758	1010
80	119	159	199	397	597	795
100	95	127	159	318	477	636
125	76	109	124	255	382	509
160	60	80	99	198	298	397
175	55	71	91	182	273	363
200	48	64	80	160	239	318

Диаметр (мм)	Скорость резания (м/мин)				
	300	400	500	600	700
12	7957	10610	13262		
16	5968	7957	9947	11936	n
20	4774	6366	7957	9549	11140
25	3819	5092	6366	7639	8912
32	2984	3978	4973	5968	6963
40	2387	3183	3978	4774	5570
50	1909	2546	3183	3819	4456
63	1515	2021	2526	3031	3536
80	1193	1591	1989	2387	2785
100	952	1273	1591	1909	2226
125	794	1018	1237	1527	1782
160	596	795	994	1193	1392
175	544	727	909	1091	1273
200	476	636	795	954	1114

Слои в системе CAD/CAM

Для эффективной разработки сложных чертежей с большой плотностью информации (сборочные чертежи, строительные чертежи и схемы, планировки, электрические схемы и т. п.) в КОМПАС, предусмотрено использование слоев. При работе со слоями у конструктора появляется возможность, определенную группу элементов, например, все размерные линии расположить в одном слое, контурные – в другом и т. д. По аналогии с работой на кульмане слой можно рассматривать как прозрачную кальку, а весь чертеж – как стопку наложенных друг на друга калек. Число слоев может достигать 255, но все они принадлежат только данному виду. В каком-нибудь другом виде может быть всего один слой (системный). При открытии нового листа чертежа или нового вида автоматически формируется слой (системный) с номером 0, в котором можно сразу начинать работу.

Работа со слоями полностью аналогична работе с видами за одним исключением – слой не подлежит масштабированию. Слой так же, как и вид, может находиться в одном из следующих состояний: текущий, активный, фоновый и погашенный. Для создания нового слоя или редактирования уже существующего выполните команду *Вставка*/*Слой* или нажать кнопку *Слой* в строке состояния. Окно диалога предназначено для всех действий над слоями. Для создания нового слоя нажмите кнопку *Новый* и в окне диалога введите номер, название и цвет слоя в активном состоянии. При необходимости изменения уже назначенных характеристик слоя используют кнопки *Параметры*, *Настройка*, *Удалить* и флажки *Текущий*, *Погасить*, *Фоновый*. При нажатии кнопки *Параметры* можно изменить название и цвет слоя в активном состоянии, а кнопка *Настройка* – выбрать тип линии (*Штрихами* или *Точками*) и ее цвет. Выбранный слой можно удалить кнопкой *Удалить*. Для изменения состояния слоя выберите из списка одну из команд *Текущий, Погасить, Фоновый* – щелкнув мышью на соответствующем флажке сделав его активным. Если не выбрана ни одна команда, слой станет активным.

Указания по выполнению работы:

Получить чертеж у преподавателя, рассчитать режимы резания.

Практическое занятие
Программирование паузы, остановы выдержки времени, корректировка в процессе выполнения управляющей программы, удаление и копирование файлов

Цель занятия. Научить студентов программировать паузы, остановы выдержки, корректировки и пр. для написания управляющей программы.

Теоретические сведения

Выдержка времени задаётся командой, имеющей формат: G04, P..., где P - величина выдержки времени с форматом P05. Одной дискрете соответствует выдержка времени 0,01 с. Максимальная величина задания адреса P-32767 дискрет.

Пример: № 10 G04*
№ 11 P3OO - выдержка времени 3 с

Упражнения.

Ответьте на вопрос и заполните таблицу.

Вопрос	Ответ
Каким буквенным символом начинается слово, задающее включение шпинделя?	**M**
Каким буквенным символом начинается слово, задающее останов программы?	**M**
Каким буквенным символом начинается слово, задающее контурную скорость подачи?	**F**
Каким буквенным символом начинается слово, задающее вид и параметры перемещения исполнительных органов станка?	**G**
Задается ли величина перемещения по оси X командным словом? (да/нет)	**нет**
Можно ли сократить запись слова «G00» и вместо этого написать просто «G»? (да/нет)	**нет**

1. Отредактируйте текст управляющей программы, выделив в кадрах отдельные слова.

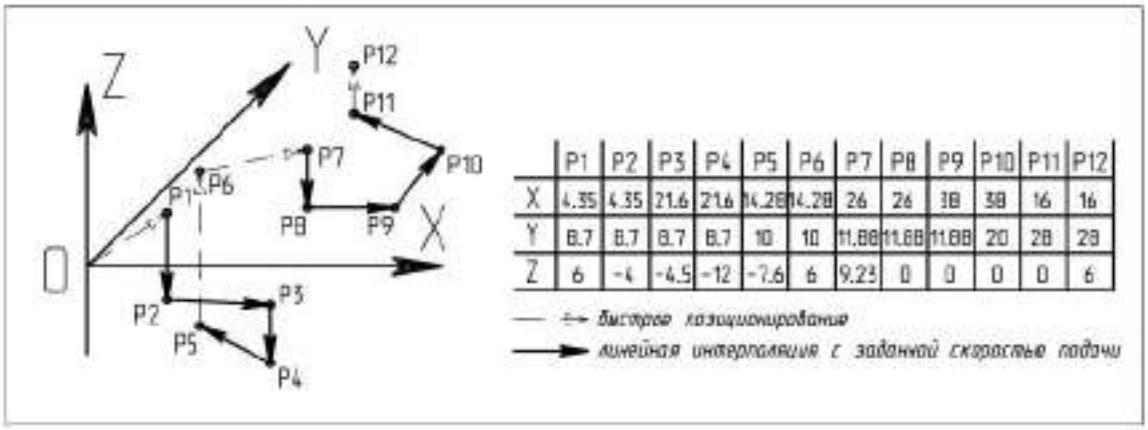
Исходный текст	Отредактированный текст
G00Z4	G00 Z4
G00X183.03Y193.66	G00 X183.03 Y193.66
G01Z-0.15F30	G01 Z-0.15 F30
G03D90I0.8J0	G03 D90 I0.8 J0

2. Отметьте, правильными или ошибочными, на ваш взгляд, являются следующие утверждения.

№п/п	Утверждение		Метка
1	Текст управляющей программы состоит из кадров, которые, в свою очередь, состоят из слов.	Это правильное утверждение	x
		Это ошибочное утверждение	
2	Слова в кадре всегда могут располагаться в произвольном порядке.	Это правильное утверждение	
		Это ошибочное утверждение	x
3	В общем случае команды управляющей программы выполняются в порядке следования кадров в тексте программы.	Это правильное утверждение	x
		Это ошибочное утверждение	
4	Любое слово в управляющей программе всегда состоит из буквенного символа и числового значения.	Это правильное утверждение	x
		Это ошибочное утверждение	
5	Все слова в управляющей программе обязательно содержат числовое значение в виде десятичной дроби.	Это правильное утверждение	
		Это ошибочное утверждение	x

Упражнение.

Составьте управляющую программу для реализации заданной на рисунке последовательности прямолинейных перемещений из начала координат в точку P12. Скорость рабочей подачи принять равной 80 мм/мин.



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
X	4.35	4.35	21.6	21.6	14.28	14.28	26	26	38	38	16	16
Y	8.7	8.7	8.7	8.7	10	10	11.88	11.88	11.88	20	28	28
Z	6	-4	-4.5	-12	-7.6	6	9.23	0	0	0	0	6

— ⊶ *быстрое позиционирование*

——► *линейная интерполяция с заданной скоростью подачи*

Составьте текст управляющей программы для станка с ЧПУ KOSY2, который содержит следующую информацию и команды:

- название управляющей программы «CYCLE-01»;
- метка начала управляющей программы;
- включение шпинделя;
- быстрое позиционирование из нулевой точки заготовки на 2 мм вверх;
- быстрое позиционирование на этой высоте в исходную точку для первой операции сверления;
- программирование стандартного сверлильного цикла для сверления двух отверстий со следующими технологическими параметрами и координатами центров отверстий:
  - глубина сверления за два прохода 15 мм;
  - высота отвода сверла от обрабатываемой поверхности 2 мм;
  - скорость подачи 20 мм/мин;
  - координаты центра первого отверстия x=20, y=30, z=0;
  - координаты центра второго отверстия x=35, y=45, z=0;
- выключение шпинделя;
- возврат исполнительных органов станка в позицию смены заготовки.

Решение

```
G00 X4.35 Y8.7 Z6
G01 Z-4 F80
G01 X21.6 Z-4.5
G01 Z-12
G01 X14.28 Y10 Z-7.6
G00 Z6
G00 X26 Y11.88 Z9.23
G01 Z0
G01 X38
G01 Y20
G01 X16 Y28
G00 Z6
```

Решение

```
CYCLE-01
START
M10 O6.1
G00 Z2
G00 X20 Y30
G81 Z7.5 B17 F20
G79 Z0
G79 Z-7.5
G79 X35 Y45 Z0
G79 Z-7.5
M10 O6.0
G77
G99
```

Практическое занятие
Разработка программы в системе ADEM/CAD/CAM, изучение системы координат и рабочей плоскости

Цель занятия: получить практические навыки по созданию 3D моделей с использованием команды «смещение» и функций: «поворот рабочей плоскости», «смещение рабочей плоскости».

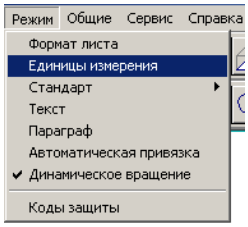
Перед началом работы, ознакомьтесь с «горячими» клавишами системы.
«C» - привязка курсора к характерным точкам чертежа;
«L» - построение вспомогательных прямых под заданным углом;
«D» - задание шага курсора;
«Tab» - переключение между слоями;
«Ctrl+Q» - перемещение центра экрана в точку расположения курсора;
«Shift+левая клавиша мыши» - вращение изображения;
«Ctrl+левая клавиша мыши» - перемещение изображения в плоскости экрана.

Откройте программу «ADEM». Для этого кликните курсором по значку

на рабочем столе компьютера. Откроется окно программы.

Настройте систему на стандарты РФ (единицы измерения – мм, градусы – десятичные, стандарт ЕСКД Машиностроение, формат листа – А4 с прорисовкой границы формата). Для этого кликните курсором по кнопке режим в главном меню.

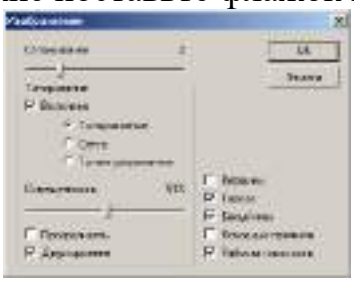
В контекстном меню выделите курсором строку **единицы измерения**



и щёлкните левой клавишей мыши. В диалоговом окне в разделе «Линейные единицы» поставьте флажок в строке «Миллиметры», в разделе «Угловые единицы» поставьте флажок в строке «Градусы Десятичные»,

в окошке «Точность» поставьте 2. Эта цифра определяет количество знаков после запятой, которые будут указываться при измерениях. В контекстном меню выделите курсором **стандарт.**

В открывшемся окне выделите курсором **ЕСКД Машиностроение** и щёлкните левой клавишей мыши. Кликните курсором по значку режимы отображения . В открывшемся диалоговом окне поставьте флажок в строке рабочая плоскость.



Нажмите «ОК». На экране будет отражаться рабочая плоскость.

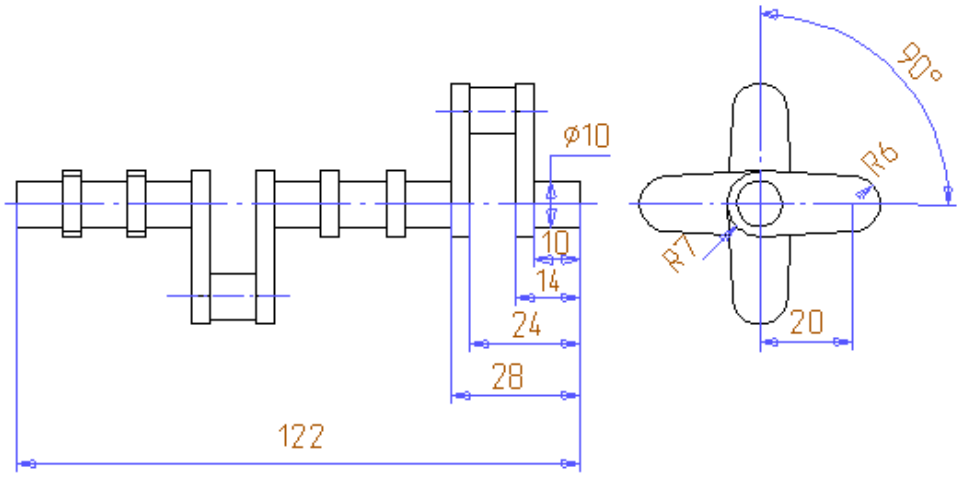
Настройка необходимых параметров завершена.

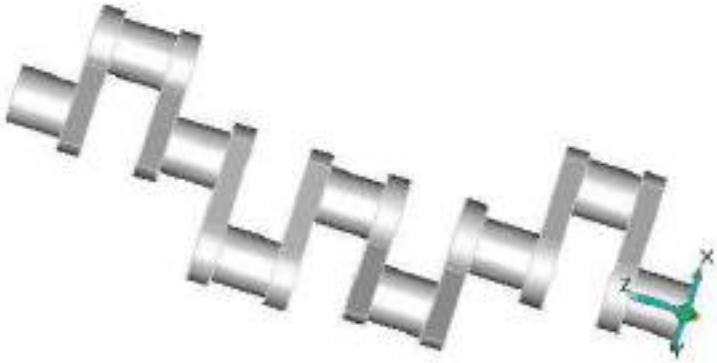
Практическое занятие
Объемное моделирование в системе ADEM/CAD/CAM для станков с ЧПУ

Цель занятия: систематизировать изученный материал, получить практические навыки по созданию 3D моделей.

Указания по выполнению работы:

1. *Постройте модель коленчатого вала по заданным размерам.*



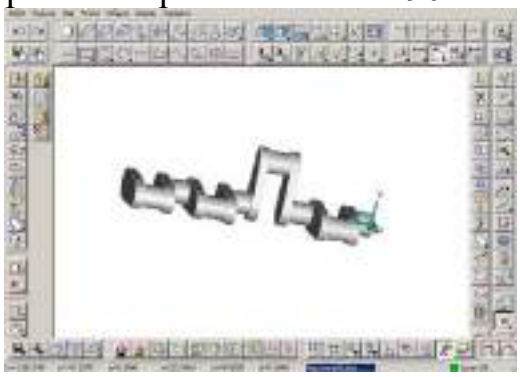


Перед построение проанализируем деталь. Как видно из чертежа, коленчатый вал состоит из четырёх повторяющихся фрагментов. Поэтому построим по размерам плоское изображение первого сегмента. Используя команду смещение, создадим его 3-х мерную модель.

Построим вторую шейку вала.

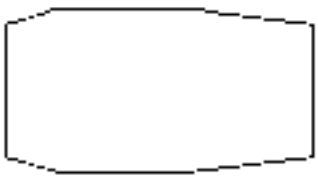
Используя функцию **Копирование** построим 3-х мерное изображение первого сегмента.

Используя функцию **Копирование** создайте три недостающих сегмента. Используя функцию **Поворот** поверните второй сегмент на 90º.



Аналогичным способом сделайте это для остальных сегментов. Достройте недостающую шейку вала.

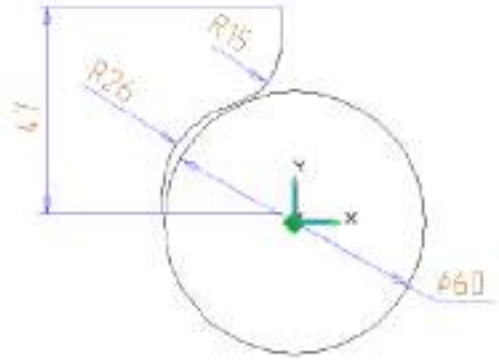
2. Постройте три вида кузова автомобиля. Создайте 3D модель кузова.



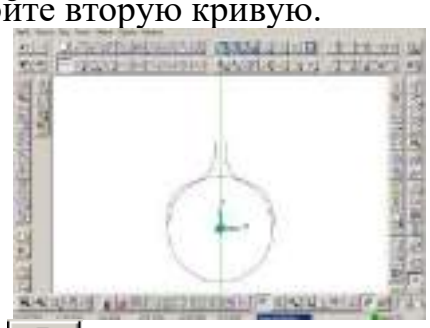
Внимание! При построении трёх проекций кузова автомобиля не забывайте о проекционных связях

Для создания 3D модели, используйте команду **Создание тела на основе двух и более проекций** . Кликните курсором по команде. В строке подсказок появится запрос: «Профиль (Фронт)». Выделите курсором вид спереди, нажмите **Esc.** Повторите действия для запросов: «Профиль (Сверху)» и «Профиль (Слева)». Будет построена 3-х мерная модель.

3. Создайте 3D модель по заданным размерам.



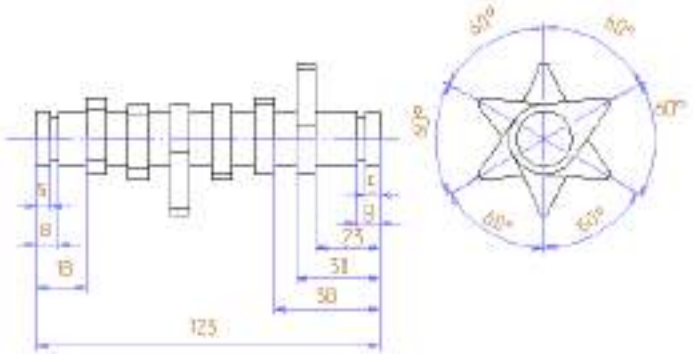
Для построения 3D модели создайте плоский чертёж. Используя функцию **Зеркальное отображение** постройте вторую кривую.

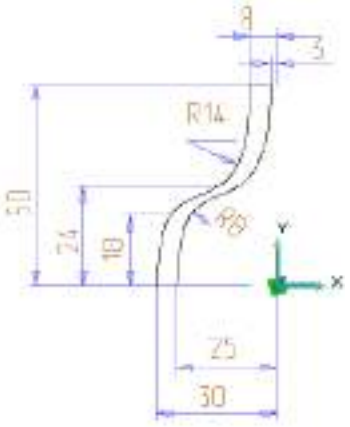


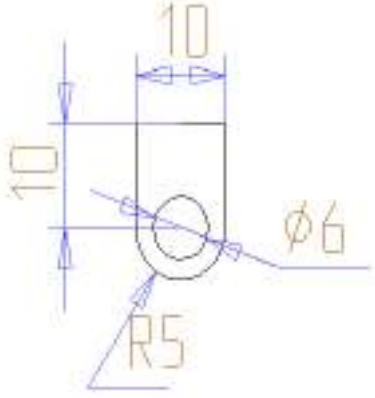
Используйте функцию **Лифт** . Кликните курсором по кнопке . В строке подсказок появится запрос: «Профиль». Выделите курсором окружность, нажмите **Esc.** На запросы: «Направляющая 1?» и «Направляющая 2?», выделите поочерёдно кривые линии. Будет построена 3D модель.

4. Постройте детали по заданным размерам. В строчках ниже опишите порядок построения с указанием использованных команд и функций.

Z
Y
X


60°
60°
60°
60°
60°
60°
5
8
15
23
31
38
125


3
3
R14
50
24
18
R8
Y
X
25
30

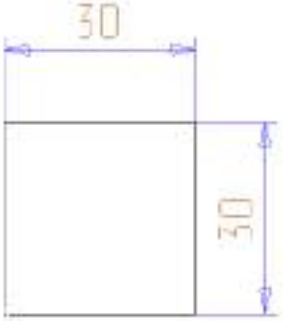

10
10
Ø6
R5

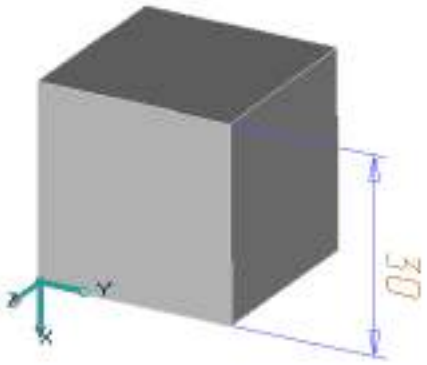
Практическое занятие
Точные построения, работа со слоями, текстом, обработка объемного материала, наладка станка с ЧПУ

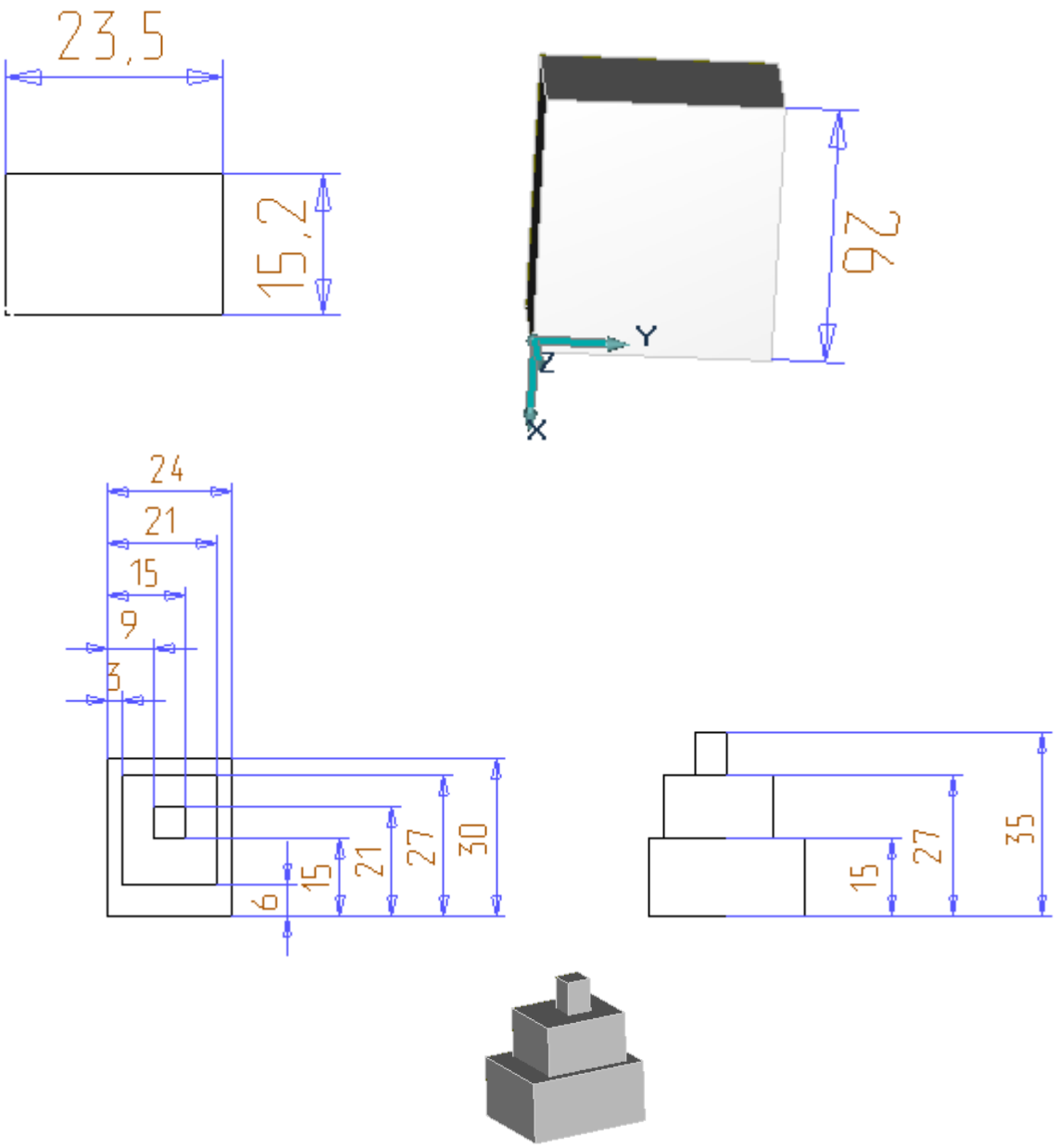
Цель занятия. Освоение работы в системе ADEM/CAD/CAM.

Задание на практическое занятие:

1. Используя команду смещение постройте куб, параллелепипед и ступенчатую конструкцию по заданным размерам.





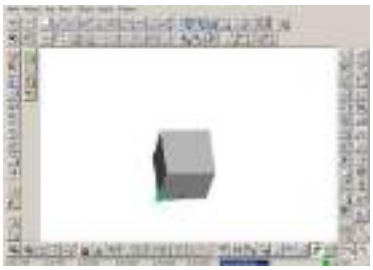


Для построений воспользуйтесь уже знакомой вам командой прямоугольник . Подведите курсор в центр координат, нажмите клавишу **«С»** на клавиатуре. Курсор притянется к центру координат. Нажмите пробел. Вы создали вершину квадрата. Нажмите клавишу «D» на клавиатуре и задайте шаг перемещения курсора (он равен длине прямоугольника. В случае с квадратом его длина равна его ширине и составляет 30 мм). нажмите клавиши стрелка вверх, стрелка вправо, пробел. Построение основания куба закончено. Кликните курсором команду смещение Выделите курсором построенный вами квадрат. Он станет оранжевого цвета.

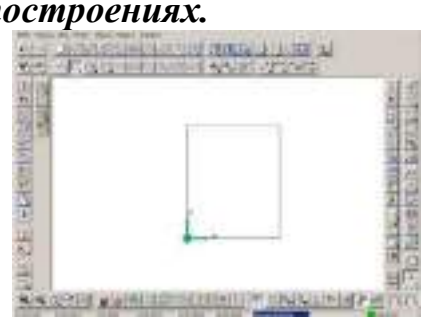
В нижней строке появиться надпись

. Если выделен нужный вам профиль, нажмите Esc. В открывшейся строке в окошке высота

введите значение высоты куба (в данном случае это 30). Нажмите Enter. Будет построен куб 30x30x30.

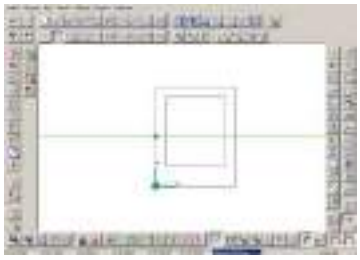


Аналогично постройте параллелепипед.. Для создания ступенчатой конструкции построим чертёж её основания. Постройте первый прямоугольник 24x30 с вершиной в центре координат. ***К сведению! Построение 3-х мерных объектов с привязкой к началу координат упростит вам в дальнейшем работу с функциями изменения рабочей плоскости и создания технологических процессов обработки деталей. Однако привязка к началу координат не является обязательным требованием при построениях.***

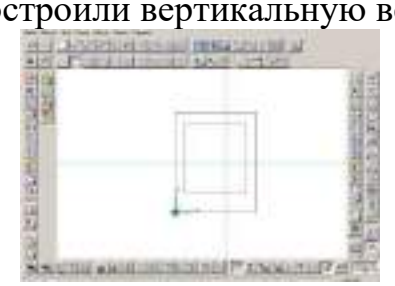


Подведите курсор к началу координат и нажмите клавишу **«C».** Все размеры для построения второго прямоугольника кратны 3. поэтому зададим шаг перемещения курсора 3 мм, используя клавишу **«D».** Нажмите клавишу стрелка вправо один раз и стрелка вверх два раза. Нажмите пробел. Вы переместили курсор в точку с координатами X=3 мм Y=6 мм и создали нижнюю вершину второго прямоугольника. Нажмите клавишу стрелка вверх семь раз и стрелка вправо шесть раз. Нажмите пробел. Вы построили второй прямоугольник.

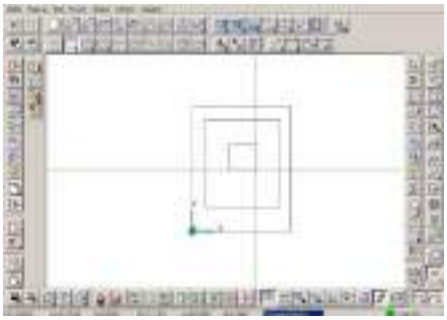
Для создания третьего прямоугольника воспользуемся вспомогательными построениями. Подведите курсор к началу координат и нажмите клавишу **«C».** Нажмите клавишу **«D»** и введите значение 15. нажмите клавишу стрелка вверх и переместите курсор на шаг. Нажмите клавишу **«L»** и введите значение 0°. Нажмите **Enter**. Вы построили горизонтальную вспомогательную прямую.



Нажмите на клавишу стрелка вправо. Нажмите клавишу **«L»**. Введите значение 90°. Нажмите **Enter.** Вы построили вертикальную вспомогательную прямую.

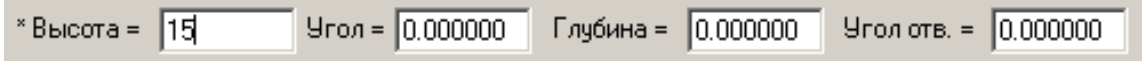


Подведите курсор к пересечению вспомогательных линий и нажмите клавишу **«C».** Нажмите пробел. Нажмите клавишу **«D»** и введите значение шага 6 мм. Нажмите клавишу стрелка влево и стрелка вверх. Нажмите пробел. Вы построили третий прямоугольник.



Нажмите **«Tab»** и активируйте второй слой. ***Напоминание! Первый слой активен по умолчанию и служит для основных построений. Второй слой служит для вспомогательных построений и по умолчанию неактивен. Т.е. для работы с изображением на втором слое его нужно активировать.*** Используя известные вам команды выделить и удалить , удалите вспомогательные линии. Нажмите **«Tab»** и активируйте первый слой. Кликните курсором команду смещение Выделите курсором первый прямоугольник. Он станет оранжевого цвета.

В открывшейся строке в окошке высота



введите

значение высоты первой ступени (в данном случае это 15). Нажмите Enter. Будет построен параллелепипед высотой 15 мм.

Аналогично постройте две другие ступени высотой 27 и 35 мм.

Практическое занятие
Настройка установочного размера фрезерного станка с УЧПУ FANUC

Цель занятия. Научить студентов настройке установочного размера фрезерного станка с УЧПУ.

Задание на практическое занятие:

1. Установка нуля станка.

1.1. Запустить файл SSNC.EXE

1.2. В открывшемся меню выбрать тип устройства ЧПУ – FANUC OiM, нажать надпись Run. После этого загружается тренажёр.

1.3. Для установки нуля станка необходимо отжать кнопку аварийного останова на пульте станка и включить режим установки нуля станка кнопкой .

1.4. На пульте станка в правой группе клавиш последовательно нажать на клавишу «X», затем на «Y», затем на «Z» и клавиша «4».. На дисплее координаты X,Y и Z должны принять значения в соответствии с рисунком 1.

На изображении станка шпиндель должен отойти от заготовки по всем координатам. Нуль станка установлен.

2. Установка заготовки и инструмента.

2.1. На левой кнопочной панели нажать пятую кнопку снизу (№1 на рис.1 – Workpiece Setteng), в открывшемся меню выбрать пункт «Stock Size and WCS». В открывшемся диалоговом окне установить (рисунок 2):

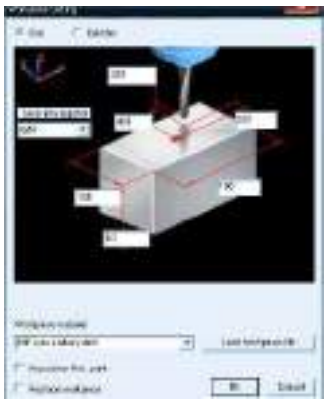


Рисунок 2

В этом окне установить:

- вид заготовки: брусок (box) или цилиндрической формы (cylinder) в верхней части окна;
- размеры заготовки (длину, ширину, высоту;
- координаты нуля детали по соответствующей точке привязки (G53 – G59);
- материал детали в строке Workpiece material;
- обязательно установить флажок Replact workpiece;
- закрыть окно щелкнув мышкой на кнопке ОК.

2.2. На левой кнопочной панели нажать пятую кнопку снизу (№1 на рис.1 – Workpiece Setteng), в открывшемся меню выбрать пункт Workpiece Clamp. В открывшемся диалоговом окне установить (рисунок 3):

- способ закрепления заготовки (в данном случае тиски Vise);
- место приложения губок тисков к заготовке: вертикальное (Locate up-and-down) и горизонтальное (Locate right-and-left);
- нажать кнопку ОК для закрытия диалогового окна.

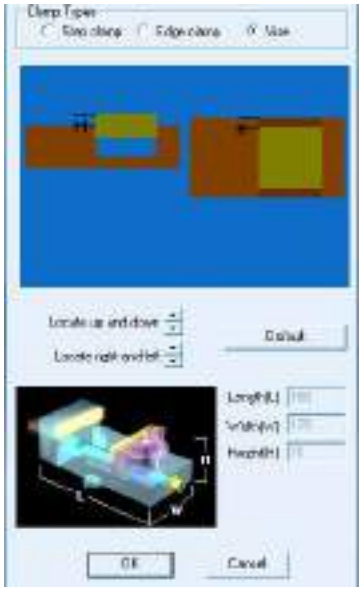


Рисунок 3

2.3. На левой кнопочной панели нажать шестую кнопку сверху (№2 на рис.2.1 – «Tools Manadgment»), открывая меню выбора инструмента (рисунок 4).

2.3.1. Для выбора инструмента надо из данного меню выбрать требуемую строчку с указанием параметров выбранного инструмента. После этого в правой части окна появится вид выбранного инструмента. Если геометрические характеристики инструмента не соответствуют требуемым, то их можно откорректировать, для чего надо на строке сделать двойной щелчок мыши. Открывается панель настройки параметров инструмента (рисунок 5), где можно изменить его следующие характеристики:

Tool Type – тип инструмента;

Diametr – диаметр;

Lenght – длина

Insert Material – материал режущей части инструмента.

В завершении настройки инструмента нажать кнопку «ОК».

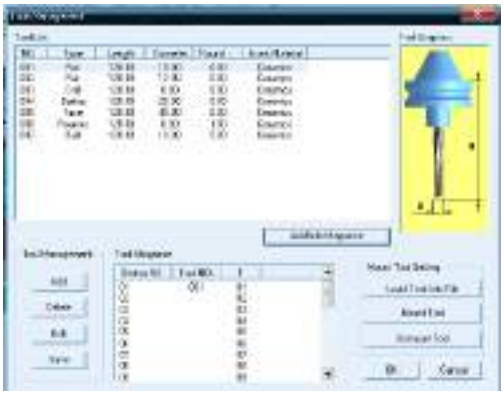


Рисунок 4

Рисунок 5

2.3.2. Для установки инструмента в инструментальный магазин нажать кнопку «Add to tool turrent» и выбрать нужную позицию установки инструмента. Для примера выбираем первую позицию (Tool Station 1). Слева в окне появится номер установленного инструмента (001).

2.3.3. Для того, чтобы данный инструмент занял рабочую позицию необходимо нажать кнопку «Mount Tool» и инструмент готов к использованию. Затем нажать кнопку «ОК».

При необходимости можно установить несколько инструментов в инструментальный магазин.

2.4. Закрыть дверцу защитного кожуха станка – нижняя кнопка левого меню (№ 3 на рис.1, Close Mashine Door).

Чтобы лучше наблюдать за процессом обработки заготовки на верхней кнопочной панели нажать 9-ю кнопку слева (Show machine). Затем, с помощью кнопок Zoom Out и Zoom In (2-я и 3-я кнопки верхнего меню) установить нужный размер рабочего поля. С помощью кнопки «Pan View» можно переместить заготовку в удобное место.

3. Установка нуля детали.

3.1. Включить режим JOG (кнопка пульта управления станком). Затем выбрать ось, по которой устанавливается нуль станка (кнопки X, Y или Z пульта управления станком). Затем, используя кнопку – подвести инструмент до нужного положения по соответствующей оси (наблюдая за макетом станка). Если режущий орган вышел за нуль детали его можно вернуть, используя кнопку +. Для ускорения процесса установки нуля по каждой из осей можно использовать режим ускоренных перемещений, который включается кнопкой Rapid Traverse.

Для смены осей на изображении станка можно воспользоваться кнопкой Front View на верхнем меню тренажёра.

3.2. На секции функциональных клавиш пульта ЧПУ нажать кнопку «OFSET SETTING», затем третью кнопку слева на секции «Программные клавиши» пульта ЧПУ. Изображение на экране должно быть таким как на рисунке 6.

Выбрав соответствующую точку привязки, например G54, с помощью клавиш подвести курсор к соответствующим значениям осей и ввести в них текущие координаты с помощью цифровых клавиш. Ввод каждой координаты завершать нажатием кнопки INPUT.

Рисунок 6

3.3. Устанавливаем рабочие органы в нуль станка (пункт 1.4). На панели станка кнопкой активизируем режим «MDI», включаем режим корректировки программы ключом и нажимаем клавишу «PROG» на панели УЧПУ и программную клавишу 1 (рисунок 7)

Рисунок 7

На клавиатуре набираем кадр G0 G54 X0 Y0 Z0

. На пульте управления станка нажимаем клавишу . Рабочие органы станка переводятся в нуль программы. Установка нуля детали завершена.

Практическое занятие
Разработка технологического процесса и составление управляющей программы по чертежу

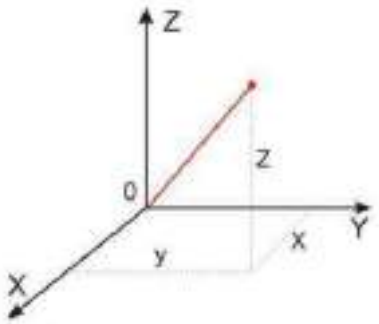
Цель работы: Отработать навыки разработки технологического процесса, оформления технологической документации.

Основные понятия:

СИСТЕМЫ КООРДИНАТ, ПРИ РАСЧЕТЕ ПРОГРАММ.

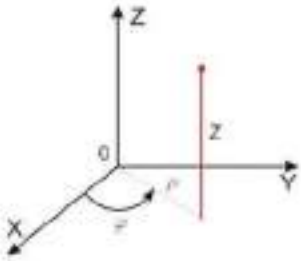
Существуют три основных употребляемых при расчете программ системы координат:

Прямоугольная или Декартова система координат – в ней расстояния, берутся с определенным знаком по осям X,Y,Z от оделенной точки до трех взаимно перпендикулярных координатных плоскостей. Точка пересечения координатных плоскостей считается началом координат. Координаты X,Y,Z называются соответственно абсциссой, ординатой и аппликатой. Устанавливается прямоугольная система координат в программе при помощи подготовительной функции – G35. Всегда устанавливается по умолчанию.



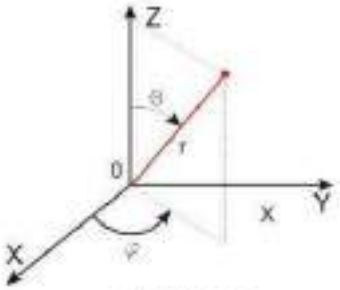
Прямоугольная или декартова система координат

Цилиндрическая система координат – в ней координаты определяемой точки задаются радиусом ρ, центральным углом φ, и проекцией точки на основную плоскость и аппликатой, Z – расстоянием от точки до основной плоскости. Устанавливается цилиндрическая система координат в программе при помощи подготовительной функции – G36.



Цилиндрическая система координат

Сферическая система координат – используется реже чем две предыдущие. В этой системе координаты определяемой точки задаётся длиной радиус-вектора r, центральным углом φ, и долготой или угол отклонения θ.

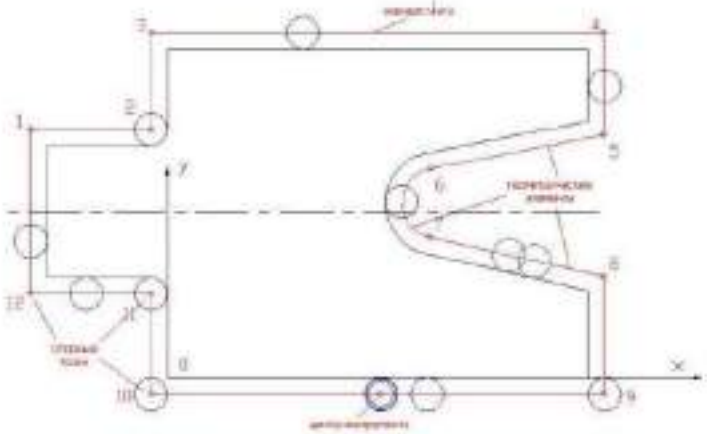


сферическая система координат

ТРАЕКТОРИЯ И ЕЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Программа обработки детали описывает движение определенной точки оси инструмента, и эта точка называется – центром инструмента. Центр инструмента - неподвижная относительно державки точка инструмента, по которой ведется расчет траектории.

Для концевой фрезы со сферическим торцом — центр полусферы. Для концевой цилиндрической фрезы и сверла — центр основания. Для электроэрозионной обработки проволочкой — точка пересечения плоскости детали с осью проволочки, Для резцов — центр дуги окружности при вершине. Если принять во внимание, что радиус фрезы практически не изменяется во время обработки, то траектория является эквидистантой к контуру детали.



Эквидистанта – это линия, равноотстоящая от линии контура детали (заготовки). Эквидистанта практически всегда равна радиусу инструмента. Отдельные участки эквидистанты, расположенные между двумя точками, называются геометрическими элементами. Которыми могут быть отрезки прямых, кривые 2-го и высших порядков. Геометрические элементы соединяются пересечением или касанием. Конец одного геометрического элемента и начало другого дают опорную точку. Опорная точка — точка расчетной траектории, в которой происходит изменение либо закона, описывающего траекторию, либо условий протекания технологического процесса (ТП). Все элементы траектории вычерчиваются на чертеже детали, и этот чертеж называется РТК.

Расчетно-технологическая карта (РТК) —это основной документ, по которому производится составление и расчет программы. Исходная точка или нулевая точка программы — точка, определенная относительно нулевой точки станка и используемая для начала работы по УП.

При составлении маршрутной технологии следует проверить и убедиться:

а) в правильности выбора технологических баз и обосновать их выбор;

б) в правильности чередования механических операций и правильности включению в процесс термических, слесарных, моечных, контрольных и других операций;

в) в обеспечении принятым технологическим процессом получения требуемой точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей в соответствии с требованиями чертежа;

г) в обеспечении принятым технологическим процессом выполнения технических требований, предъявляемых к изделию.

Выбор станков производят по каталогам ЭНИИМСа и справочникам, исходя из содержания операций, типа производства, размера детали. При этом следует руководствоваться экономической точностью обработки на различных металлорежущих станках. Правила выбора технологической оснастки (ГОСТ 14.305-73) предусматривают шесть систем технологической оснастки, которые применяются в зависимости от типа производства. Это неразборные специальные приспособления, универсально-наладочные приспособления, универсально-сборные приспособления, сборно-разборные приспособления, универсально-безналадочные приспособления, специализированные наладочные приспособления. Разработанный маршрутный план обработки детали сводится в таблицу. 41 Данный этап работы завершается заполнением маршрутной карты (МК). МК являются технологическими документами, поэтому при оформлении следует учитывать общие требования к выполнению графических и текстовых технологических документов в соответствии со стандартами ЕСТД. МК оформляется в соответствии с ГОСТ 3.1118. Графы МК должны быть заполнены все, тушью (чернилами, пастой) от руки, четко или в электронном виде. Рекомендуется оставлять одну свободную строку между описаниями операций.

Задание на практическое занятие:

Разработать маршрутный технологический процесс обработки детали «Вал-шестерня» в условиях серийного производства.

Перед разработкой полного технологического процесса необходимо составить схему последовательности обработки «Вала-шестерни» - маршрутный технологический процесс.

Основные положения технологии машиностроения для деталей (поверхностей) высокой точности и высокого класса шероховатости устанавливают ряд этапов обработки: черновую, чистовую и отделку. Это относится и к валу-шестерне. Так при черновой обработке снимается максимальное количество металла, оставляется только припуск на чистовую обработку.

При чистовой обработке рабочим поверхностям достигается 11 квалитет размеров, параметр шероховатости Ra 6,3 мкм, полностью снимается припуск со всех поверхностей, не подлежащих отделке, и заканчивается их обработка. Этап завершается обработкой зубьев и шпоночного паза. При получении шеек ⟩45к6, ⟩45js6 6-го квалитета и параметра шероховатости Ra=0,8 мкм, предусматривается шлифование. С целью улучшения обрабатываемости и структуры принимается отжиг после горячей штамповки вала (207 НВ).

Механическую обработку вала следует начать с обработки базы - центровых отверстий, для чего в серийном и массовом производствах обычно принимается фрезерно- центровальный станок.

Далее необходимо установить оборудование для черновой и чистовой обработки. Принимая во внимание тип производства и другие условия, устанавливаем возможность обработки вала на высокопроизводительном токарном станке с ЧПУ. Токарные станки с ЧПУ отличаются высокой степенью автоматизации. По программе обрабатывается не только геометрическая информация, но различные технологические команды: переключение частот вращения шпинделя, изменение величины рабочих подач и холостых перемещений, включение выключение охлаждения, введение коррекции на положение инструмента. Зубья шестерни 8-й степени точности и параметром шероховатости Ra 1,6 мкм для модуля 4 мм. можно получить зубофрезерованием и отделочным методом шевингованием или зубошлифованием. После термической обработки – закалке, необходимо зачистить центровые отверсия и обкатать зубья. Шпоночный паз 12 Js9 ±0,021 получают методом маятниковой подачи двухзубой шпоночной фрезой на шпоночно-фрезерном станке, учитывая высокую точность паза по ширине.

Чертёж получить у преподавателя.

Список литературы

Основные источники:

1. Кравченко, Е. Г. Аддитивные технологии в машиностроении: учебное пособие для СПО / Е. Г. Кравченко, А. С. Верещагина, В. Ю. Верещагин. — Саратов: Профобразование, 2021. — 139 с.
2. Мещерякова, В.Б. Изготовление деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса: учебник для сред. проф. образования/ В.Б. Мещерякова. – М.: Академия, 2024. – 320 с. ISBN издания: 978-5-0054-2211-8
3. МуленкоВ.В., Компьютерные технологии и автоматизированные системы в машиностроении. -Москва: РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2019. – 723.2.2.
4. Штейнбах, О. Л. Инженерная и компьютерная графика. AutoCAD: учебное пособие для СПО / О. Л. Штейнбах, О. В. Диль. — Саратов: Профобразование, 2021. — 131 с.

Дополнительные источники:

1. ГрибовскийА. А., А. И. Щеколдин Аддитивные технологии и быстрое производство в приборостроении. Учебное пособие – СПб: Университет ИТМО, 2018. – 48 с
2. Красильников Н., Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений, - СПб.: БХВ-Петербург, 2019.
3. Черпаков Б.И. Технологическое оборудование машиностроительного производства (6-е изд., стер.) учебник, 2015
4. Бозинсон М.А. Современные системы ЧПУ и их эксплуатация: учебник для нач. проф. образования / М.А.Бозинсон; под редакцией Б.И. Черпакова. – М.: Издательский центр «Академия», 2015
5. Акулович Л.М. Основы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении: Уч. Пособие. М: ИНФРА-М, Новое знание, 2016
6. Тимирязев В.А. и др. Основы технологии машиностроительного производства. – СПб «Лань», 2012.

Электронный ресурс:

1. «Компьютерный практикум для наладчика станков с программным управлением». Форма доступа: http://window.edu.ru
2. http://ru.wikipedia.org –Интернет энциклопедия
3. http://www.industry.by/
4. http://www.efremova.info/word/meritel.html/- Толковый словарь Ефремовой
5. http://www.riword.com1.ru
6. http://www.splav.kharkov.com/
7. http://www.drillings.ru/tverdsplav
8. http://www.prometchel.ru/katalog/high-speed-steel/
9. ГОСТ 26645-82.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.2
к рабочим программам ОПОП-П
по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

Контрольно-оценочные материалы

к профессиональным модулям

2025

Оглавление

Приложение 1.2. (МДК 01.01).....3
Приложение 1.2. (МДК 01.02).....8
Приложение 1.2. (МДК 02.01).....11
Приложение 1.2 (МДК 02.02-02.03) 20
Приложение 1.2 (МДК 02.04).....32
Приложение 1.2 (МДК 03.01).....42
Приложение 1.2 (МДК 04.01).....81

Приложение 1.2. (МДК 01.01)
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

Контрольно-оценочные материалы
по междисциплинарному курсу
МДК 01.01. Методы создания и корректировки электронных моделей

2025

Контрольно-оценочные материалы разработаны на основе рабочей программы по профессиональному циклу «ПМ.01 Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования» для специальности среднего профессионального образования (далее СПО), **15.02.09 Аддитивные технологии.**

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Ринейская Я.В., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Дифференцированный зачёт по МДК 01.01. Методы создания и корректировки электронных моделей

Цель дифференцированного зачёта: демонстрация сформированного умения создания цифровой модели по чертежу.

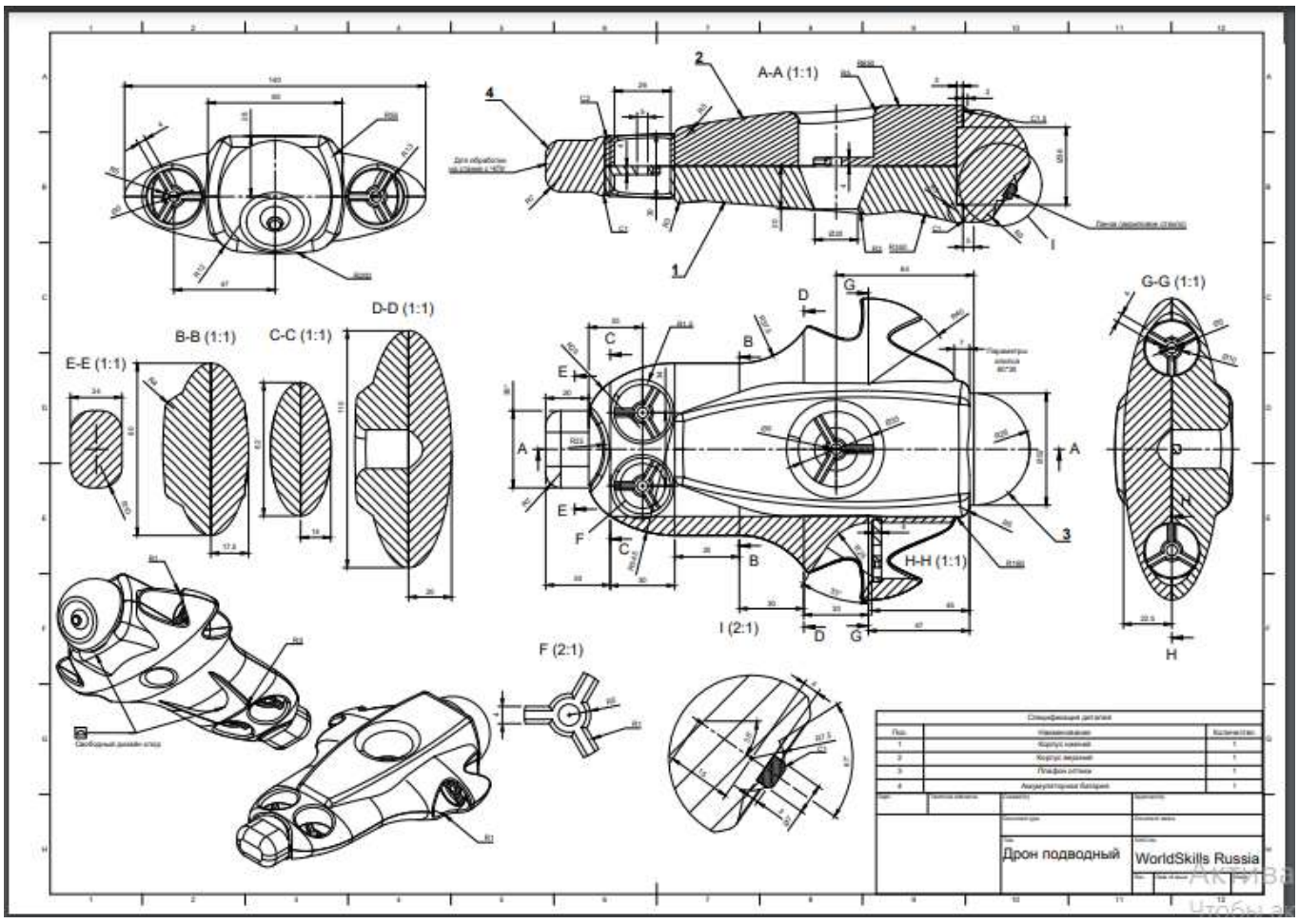
Учащимся даются: чертежи, ПК.

Задание. «Чертеж Подводный дрон»

А. Трехмерное моделирование изделия согласно чертежу (CAD).

Изначальным заданием является чертеж изделия «Подводный дрон» (Чертеж прилагается).

Участникам предлагается сделать 3D модели деталей изделия 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 согласно чертежу, и произвести сборку. Предоставить дизайнерское цветовое решения для прототипа (сдается в формате JPEG). По окончанию отведенного времени участники сдают трехмерную модель **сборочной единицы** прототипа в формате *.stl и в формате программы, используемой учащимся.



Требуется внести следующие изменения:

1) Крепления между деталями (под креплениями понимаются конструктивные элементы, обеспечивающие разъемное соединение деталей):

а. Все детали, указанные на чертеже, должны быть соединены между собой быстроразъемными соединениями (Резьба не является
быстроразъемными соединением)

b. Фиксация детали «камера» в 4 положениях.
c. Возможность выдвижения детали «Камера» наружу.
2) Конструктивные изменения, обеспечивающие герметизацию:
a. Обеспечить герметичность корпуса путем создания силиконовой прокладки.
3) Разработать конструктивное решение для устойчивости дрона на суше (ножки). Ножки должны фиксироваться в открытом и закрытом положениях и не лишать корпус герметичности.
4) Узел крепления:
a) светодиодов на аккумуляторной батарее, (в позиции, указанной на чертеже) обеспечивающий крепление двух светодиодов.
b) батарейного отсека внутри корпуса.
5) Узел управления двигателями:
a. Наличие кнопки-тумблера в указанном на чертеже месте (Обязательным условием установки тумблера является углубление посадочного места для того, чтобы не нарушать геометрию корпуса).
b. Крепление двигателя внутри корпуса.
c. Каналы-крепления для прокладки проводов к мотору.

2 вариант

Цель дифференцированного зачёта: демонстрация сформированного умения создания цифровой модели по чертежу.

Количество часов: 6 часов

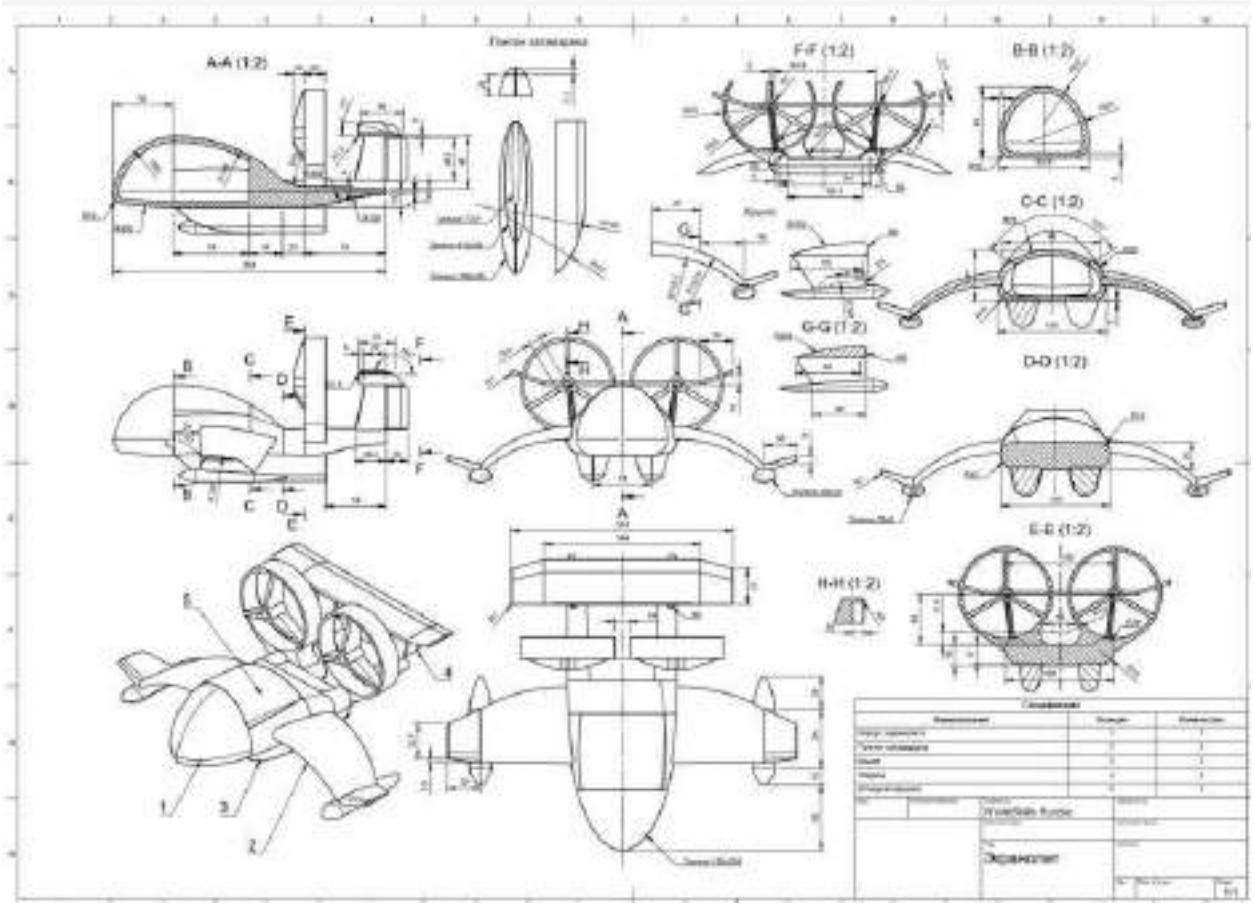
Учащимся даются: чертежи, ПК.

Задание1. «Чертеж Экранолет»

А. Трехмерное моделирование изделия согласно чертежу (CAD).

Изначальным заданием является чертеж изделия «Экранолет» (Чертеж прилагается).

Участникам предлагается сделать 3D модели деталей изделия 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 согласно чертежу, и произвести сборку. Предоставить дизайнерское цветовое решения для прототипа (сдается в формате JPEG). По окончанию отведенного времени участники сдают трехмерную модель **сборочной единицы** прототипа в формате *.stl и в формате программы, используемой учащимся.



1. Разработать крепления откидной крышки 5 к корпусу экранолета 1;
2. Разработать механизм крепления и поворота элеронов 4 к корпусу экранолета 1;
3. Разработать механизм крепления «Колпачков обтекателей» к корпусу экранолета 1;
4. Разработать крепление к корпусу экранолета 1 понтонов катамарана 2;
5. Разработать крепление к корпусу экранолета 1 крыльев 3;
6. Разработать каналы прокладки проводов световой индикации (нос, крайние точки крыльев, задние габариты);
7. Разработать каналы прокладки проводов питания электромоторов;
8. Разработать крепление элементов электросхемы (аккумуляторная батарея, кнопка выключателя);
9. Разработать крепление электромоторов в посадочных гнездах корпуса экранолета 1.

Приложение 1.2. (МДК 01.02)
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

Контрольно-оценочные материалы
по междисциплинарному курсу
МДК 01.02. Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование

2025

Контрольно-оценочные материалы разработаны на основе рабочей программы по профессиональному циклу «ПМ.01 Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования» для специальности среднего профессионального образования (далее СПО), **15.02.09 Аддитивные технологии.**

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Ринейская Я.В., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Дифференцированный зачёт по МДК 01.02. Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование

Цель дифференцированного зачёта: демонстрация сформированного умения бесконтактной оцифровки деталей при помощи 3D сканера.

Учащимся даются: физические объекты, оптический 3D-сканер, необходимые расходные материалы.

Задание:

1. Подготовить необходимые детали к оцифровке:

-обтереть, при необходимости обезжирить,

-нанести дефектоскопический спрей.

2. Выполнить калибровку сканера и 3D-сканирование.

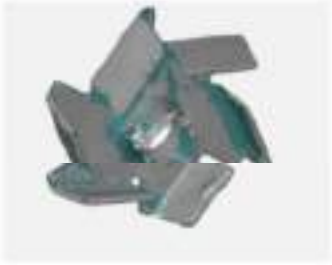
Учащемуся необходимо:

1. Подготовить детали для сканирования таким образом, чтобы дефектоскопический спрей лег как можно ровней и тоньше, не допуская подтеков, наплывов и существенных перепадов толщины напыления.

2. Оцифровать необходимые детали и получить для них сшитые облака точек, без невосполнимых пропусков данных и иных артефактов, содержащие в себе необходимую информацию об изделиях.

3. Полученные облака точек преобразовать в полигональные модели (формат *.stl) и выровнять их для возможности дальнейшего процесса обратного проектирования. Полученные облака точек должны быть пригодны для проведения контроля качества моделирования.

4. Удалить с деталей спрей.

		
1 вариант	2 вариант	3 вариант
4 вариант	5 вариант	6 вариант

Приложение 1.2. (МДК 02.01)
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

Контрольно-оценочные материалы по общепрофессиональной дисциплине МДК.02.01 «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

2025

Контрольно-оценочные материалы разработаны на основе рабочей программы по учебной дисциплине МДК 02.01. «Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий» для специальности среднего профессионального образования (далее СПО), **15.02.09 Аддитивные технологии.**

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Шматок С.Л., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Тестовые задания
для проведения дифференцированного зачета
по дисциплине МДК 02.01 «Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий»

Критерии выставления оценок.

Количество правильных ответов в %	**Оценка.**
0-49	Неудовлетворительно
50-69	Удовлетворительно
70-84	Хорошо
85-100	Отлично

Ответы на тест

№ вопроса	**Ответ**	**№ вопроса**	**Ответ**
1	б	**17**	б
2	г	**18**	б
3	б	**19**	б
4	б	**20**	б
5	а	**21**	б
6	б	**22**	б
7	б	**23**	в
8	б	**24**	в
9	в	**25**	б
10	б	**26**	б
11	в	**27**	в
12	б	**28**	г
13	б	**29**	б
14	г	**30**	б
15	г	**31**	а
16	г	**32**	в

Вопросы теста

1. **Что такое прототипирование?**
   а) Процесс создания окончательного продукта.
   б) Создание предварительной версии продукта для тестирования и верификации идей.
   в) Процесс массового производства.
   г) Методы продаж.

2. **Какой тип прототипов используется для проверки функциональности и дизайна?**
   а) Эскизы.
   б) Низкоуровневые прототипы.
   в) Высокоуровневые прототипы.
   г) Все вышеперечисленные.

3. **Какой из перечисленных методов является одним из наиболее популярных для цифрового прототипирования?**
   а) Бумажные эскизы.
   б) 3D-моделирование.
   в) Лазерная резка.
   г) Живое рисование.

4. **Какой из следующих аспектов не является целью прототипирования?**
   а) Подтверждение требований пользователей.
   б) Определение производственных затрат.
   в) Эксперименты с дизайном и функциональностью.
   г) Улучшение пользовательского опыта.

5. **Какой из указанных методов прототипирования позволяет получить обратную связь от пользователей на ранних этапах разработки?**
   а) Тестирование.
   б) Социальные исследования.
   в) Эмпатийные карты.
   г) Фокус-группы.

6. **Какой основной подход используется для создания быстрого прототипа?**
   а) Водопадный процесс.
   б) Гибкая методология.
   в) Исследовательский метод.
   г) Стандартные операции.

7. Что такое "мокап" в контексте прототипирования?

а) Полнофункциональный прототип продукта.

б) Статичное визуальное представление интерфейса, которое не включает в себя функциональности.

в) Система управления проектами.

г) Спецификация технического задания.

8. Когда лучше всего использовать прототипирование в процессе разработки?

а) После завершения окончательной версии продукта.

б) На ранних этапах разработки, чтобы проверить идеи и концепции.

в) Только для сложных систем.

г) После получения отзывов от конечных пользователей.

9. Что такое метод послойного наплавления в 3D-печати?

а) Метод, основанный на лазерном спекании порошков.

б) Метод, использующий принципы фотополимеризации.

в) Технология, при которой пластик расплавляется и последовательно наносится слоями для создания объектов.

г) Метод, который использует струйные технологии для распыления материала.

10. Какой материал чаще всего используется в технологии FDM?

а) Нержавеющая сталь.

б) Полилактид (PLA).

в) Композиты.

г) Золото.

11. Что происходит с ниткой пластика в процессе FDM-печати?

а) Она распыляется на поверхность.

б) Она охлаждается и становится твердым.

в) Она нагревается и плавится перед тем, как быть выложенной на печатаемую поверхность.

г) Она замораживается.

12. Какой компонент 3D-принтера отвечает за подачу расплавленного пластика?

а) Нагревательный элемент.

б) Экструдер.

в) Платформа печати.

г) Датчик температуры.

13. Какой из следующих уровней точности обычен для FDM-принтеров?

а) 0.01 мм.
б) 0.1 мм.
в) 1.0 мм.
г) 10.0 мм

14. Какой из следующих факторов значительно влияет на качество печати методом FDM?
а) Скорость печати.
б) Температура экструзии.
в) Качество пластика.
г) Все вышеперечисленные.

15. Какую из следующих проблем может вызвать некачественное охлаждение при печати FDM?
а) Появление обрывов.
б) Деформация модели (боковой изгиб).
в) Низкий уровень детализации.
г) Все вышеперечисленные.

16. Какое из следующих утверждений является верным о поддерживающих структурах при печати методом FDM?
а) Они не требуются при печати всех моделей.
б) Они могут быть созданы из того же материала, что и основная модель.
в) Они нужны для достижения более сложных геометрий.
г) Все вышеперечисленные.

17. Что такое метод многоструйного моделирования в 3D-печати?
а) Метод, использующий экструдирование расплавленного материала.
б) Метод, который распыляет небольшие капли материала для создания объектов.
в) Метод, основанный на лазерной синтеризации порошков.
г) Метод, использующий фотополимеризацию.

18. Какой из следующих материалов чаще всего используется в процессе многоструйного моделирования?
а) Полилактид (PLA).
б) Упругая эпоксидная смола.
в) Полиуретан.
г) Акриловая смола.

19. Какой процесс используется для окончательной полимеризации материалов в технологии MJM?
а) Нагревание.

б) Ультрафиолетовое (UV) излучение.
в) Химическое воздействие.
г) Холодная полимеризация.

20. Какой компонент отвечает за распыление капель пластика в 3D-принтерах, использующих метод MJM?
а) Экструдер.
б) Дюза.
в) Система управления.
г) Платформа печати.

21. Что является одним из основных преимуществ технологии многоструйного моделирования?
а) Ограниченные возможности по использованию различных материалов.
б) Высокая скорость и точность печати.
в) Низкая стоимость оборудования.
г) Простота процесса настройки.

22. Какой тип поддерживающих структур чаще всего используется при печати с помощью MJM?
а) Все структуры печатаются только из основного материала.
б) Временные поддерживающие структуры из растворимого материала.
в) Поддерживающие структуры из металла.
г) Поддерживающие структуры из единственного цвета.

23. Какое из нижеперечисленных утверждений является актуальным для многоструйного моделирования?
а) Метод не подходит для создания высокодетализированных моделей.
б) Замена одного материала на другой невозможна в процессе печати.
в) Метод может использовать несколько материалов одновременно для создания сложных объектов.
г) Этот метод нельзя использовать для массового производства.

24. Какой недостаток технологии MJM чаще всего выделяют пользователи?
а) Низкая скорость печати.
б) Проблемы с постобработкой.
в) Высокие затраты на оборудование и материалы.
г) Ограниченное количество используемых цветов.

25. Что такое селективное лазерное спекание?
а) Метод, который использует распыление капель жидкости для создания объектов.

б) Процесс, в котором лазер спекает порошковые материалы для формирования 3D-объектов.
в) Метод, основанный на экструзии расплавленного пластика.
г) Технология, использующая ультрафиолетовое излучение для полимеризации.

26. Какой из следующих материалов чаще всего используется при SLS-печати?
а) Полилактид (PLA).
б) Полиамид (например, Nylon).
в) Термопластичный эластомер.
г) Упругая эпоксидная смола.

27. Как работает лазер в процессе селективного лазерного спекания?
а) Он нагревает всю платформу печати.
б) Он распыляет порошок по всей поверхности.
в) Он сплавляет только определённые участки материала, формируя заданную геометрию.
г) Он использует ультразвук для изменения структуры материала.

28. Какой из следующих этапов не является частью процесса SLS?
а) Подготовка порошкового материала.
б) Снятие поддерживающих структур.
в) Печать слоя с помощью лазера.
г) Инжекционная формовка.

29. Какое преимущество имеет метод SLS по сравнению с другими методами 3D-печати?
а) Возможность создания объектов с очень тонкими стенками.
б) Отсутствие необходимости в дополнительных поддерживающих структурах для большинства геометрий.
в) Более низкая стоимость оборудования.
г) Простота в использовании для неподготовленных пользователей.

30. Какой процесс обычно проводится после печати SLS-объектов для повышения их прочности?
а) Подложка.
б) Охлаждение.
в) Химическая обработка.
г) Печать на других принтерах.

31. Какое из перечисленных применений наиболее характерно для технологии селективного лазерного спекания?

а) Производство прототипов и малосерийных изделий.
б) Массированное производство одноразовых товаров.
в) Печать деталей, требующих высокой прозрачности.
г) Создание объектов без использования электроники.

32. Какие типы поддерживающих структур, как правило, не требуются в процессе SLS?

а) Структуры, созданные из того же материала, что и основное изделие.
б) Дополнительные аспекты, которые можно удалить после печати.
в) Обычные временные поддерживающие структуры.
г) Структуры, которые нельзя удалить после печати.

Приложение 1.2 (МДК 02.02-02.03)
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО МДК.02.02
«ВЕДЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА АДДИТИВНЫХ УСТАНОВКАХ» И
МДК.02.03
«ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АДДИТИВНЫХ УСТАНОВОК»

2025

Контрольно-оценочные материалы разработаны на основе рабочей программы по учебным дисциплинам МДК.02.02 «Ведение технологического процесса на аддитивных установках», МДК.02.03 «Техническое обслуживание аддитивных установок» для специальности среднего профессионального образования (далее СПО), **15.02.09 Аддитивные технологии.**

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Шматок С.Л., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Тестовые задания
для проведения дифференцированного зачета
по дисциплинам МДК.02.02 «Ведение технологического процесса на аддитивных установках», МДК.02.03 «Техническое обслуживание аддитивных установок»

Критерии выставления оценок.

Количество правильных ответов в %	**Оценка.**
0-49	Неудовлетворительно
50-69	Удовлетворительно
70-84	Хорошо
85-100	Отлично

Ответы на тест

№ вопроса	**Ответ**	**№ вопроса**	**Ответ**
1	б	**25**	б
2	в	**26**	б
3	а	**27**	б
4	в	**28**	в
5	в	**29**	б
6	б	**30**	в
7	б	**31**	в
8	г	**32**	а
9	б	**33**	б
10	г	**34**	б
11	в	**35**	б
12	г	**36**	в
13	б	**37**	в
14	б	**38**	г
15	в	**39**	а
16	б	**40**	б
17	в	**41**	б
18	в	**42**	г
19	б	**43**	а
20	а	**44**	в
21	б	**45**	б
22	б	**46**	б
23	в	**47**	г

24	**В**	**48**	**Г**

Вопросы теста

1. **Какой основной принцип работает в установках лазерного спекания порошкового пластика?**
   а) Нагревание пластика до температуры плавления при помощи горячего воздуха
   б) Использование лазера для спекания порошкового материала до твердого состояния
   в) Литье пластика в форму под давлением
   г) Охлаждение пластика после его нагревания

2. **Какое значение имеет скорость лазера в процессе спекания порошкового пластика для качества изделия?**
   а) Чем выше скорость, тем лучше качество
   б) Скорость не влияет на качество
   в) Оптимальная скорость необходима для достижения достаточной температуры спекания
   г) Скорость должна быть минимальной для лучшего спекания

3. **Какой из следующих факторов наиболее важен для подготовки порошкового материала?**
   а) Размер частиц порошка
   б) Цвет порошка
   в) Пакетирование порошка
   г) Состав материала

4. **Какой тип лазера чаще всего используется в установках лазерного спекания порошкового пластика?**
   а) Водяной лазер
   б) Лазер на диодах
   в) CO2-лазер
   г) Лазер на основе неона

5. **Что из перечисленного не является преимуществом лазерного спекания порошкового пластика?**
   а) Высокая точность и детализация
   б) Возможность работы с сложными геометриями
   в) Низкая стоимость массового производства
   г) Наличие минимальных отходов материала

6. **Какой элемент системы необходим для управления лазером во время спекания?**
   а) Пневматическая система

б) Система управления с ЧПУ (числовое программное управление)
в) Контроллер температуры
г) Система охлаждения

7. **Какой аспект безопасности является критически важным при работе с установками лазерного спекания?**
а) Избегать попадания порошка на кожу
б) Использовать защитные очки для защиты глаз от лазерного излучения
в) Работать только в хорошо проветриваемом помещении
г) Все вышеперечисленные

8. **Для каких приложений чаще всего используются изделия, полученные с помощью лазерного спекания порошкового пластика?**
а) Прототипирование
б) Производство окончательных функциональных деталей
в) Медицинские устройства
г) Все вышеперечисленные

9. **Какой основной принцип лежит в основе технологии цветного склеивания порошкового материала?**
а) Нагревание материала до его плавления
б) Печать слоями с использованием клеящего агента и цветного порошка
в) Прямое литье расплавленного материала в форму
г) Экструзия расплавленного пластика

10. **Какой тип порошкового материала обычно используется в процессе цветного склеивания?**
а) Полимерные гранулы
б) Металлический порошок
в) Силикатный порошок
г) Порошок на основе полимеров

11. **Какая функция клеящего агента в процессе печати?**
а) Обеспечить прочность готового изделия
б) Придать цвет изделию
в) Связать слои порошка между собой
г) Ускорить процесс сушки

12. **Какой из следующих шагов является основным в процессе послепечати для изделий, напечатанных методом цветного склеивания?**
а) Литье корпуса
б) Обработка поверхности

в) Охлаждение
г) Отделение ненужного порошка

13. Какой из этих факторов не влияет на качество изделия, напечатанного с использованием этой технологии?
а) Размер частиц порошка
б) Цвет порошка
в) Влажность в печатной зоне
г) Температура печати

14. Какие изделия чаще всего создаются с использованием метода цветного склеивания порошкового материала?
а) Функциональные механизмы
б) Прототипы и концептуальные модели
в) Большие промышленные детали
г) Электронные компоненты

15. Какой тип постобработки может потребоваться для укрепления изделий, напечатанных методом цветного склеивания?
а) Печать дополнительных слоев
б) Погружение в специальный раствор или сушка ингибиторами
в) Температурная обработка в печи
г) Покрытие краской

16. Какой из следующих материалов чаще всего используется в качестве связующего в процессе склеивания порошкового материала?
а) Вода
б) Клей на акриловой основе
в) Эпоксидная смола
г) Поливинилацетат

17. Что такое стереолитография?
а) Метод 3D печати, использующий абляцию материала
б) Метод, при котором материал плавится и экструзируется
в) Метод 3D печати, основанный на полимеризации жидкой смолы ультрафиолетовым светом
г) Метод, использующий порошковую металлургию

18. Какой основной материал используется в процессе стереолитографии?
а) Пластиковые нити
б) Литейный порошок
в) Жидкая фотополимерная смола
г) Металлический порошок

19. Какой из этих элементов является важным в процессе подготовки к печати на SLA-принтере?

а) Установка необходимой температуры в печать
б) Подбор подходящей смолы и настройка её высоты в резервуаре
в) Установка правильного уровня влажности
г) Использование картриджей с порошком

20. Какой элемент отвечает за полимеризацию смолы во время печати?

а) Лазер
б) Светодиоды
в) Ультразвуковые волны
г) Термоклапаны

21. Что необходимо делать после завершения печати?

а) Сразу использовать модель
б) Необходимо выполнить очистку и постобработку объекта
в) Поместить модель в печать для повторной полимеризации
г) Прекратить использование принтера на некоторое время

22. **Какой из следующих операций является частью послепечатной обработки** стереолитографических моделей?

а) Упаковка модели для хранения
б) Обрезка поддерживающих конструкций и обработка поверхности
в) Замена смолы в принтере
г) Печать дополнительных слоев

23. Что может произойти, если не поддерживать чистоту резервуара для смолы?

а) Повышение скорости печати
б) Улучшение качества отпечатков
в) Загрязнение и ухудшение качества моделей
г) Бесполезность всей системы

24. Какой тип смолы используют для создания прозрачных моделей на SLA-принтерах?

а) Эластомерные смолы
б) Светоотверждаемые смолы
в) Прозрачные фотополимеры
г) Абразивные смолы

25. Какова основная цель технического обслуживания аддитивных установок?

а) Увеличение производственной мощности

б) Поддержание работоспособности и предотвращение поломок
в) Снижение затрат на материалы
г) Увеличение скорости печати

26. Какой из перечисленных аспектов является самым важным в процессе обслуживания?
а) Заточка инструментов
б) Регулярная замена фильтров и чистка
в) Обновление программного обеспечения
г) Замена всех деталей

27. Какой элемент аддитивной установки требует регулярной калибровки?
Конструкция корпуса
б) Печатающая головка
в) Контейнер для отходов
г) Система охлаждения

28. Как часто необходимо проводить профилактическое обслуживание аддитивной установки?
а) Раз в месяц
б) После каждой печати
в) Около 500 часов работы или по мере необходимости
г) Никогда, если устройство работает нормально

29. Что необходимо делать при обнаружении неравномерности печати?
а) Удалить модель из программы
б) Провести диагностику и калибровку печатающей головки
в) Использовать другие материалы
г) Печать в медленном режиме

30. Какой из этих процессов является частью устранения неполадок в аддитивной установке?
а) Восстановление программы
б) Программирование печатающей головки
в) Проверка и чистка движущихся частей
г) Увеличение температуры печати

31. Какое действие не рекомендуется выполнять самостоятельно без подготовки?
а) Замена запасных частей
б) Чистка системы подачи
в) Обновление прошивки

г) Калибровка уровня платформы

32. Какой инструмент часто используется для регулировки высоты платформы?

а) Уровень
б) Штангенциркуль
в) Мультиметр
г) Фен

33. Какова основная функция экструдеров в FDM-принтерах?

а) Перемещение печатающей головки по осям
б) Подача и плавление пластика для формирования слоев
в) Управление системой охлаждения
г) Сканирование моделей

34. Какой из следующих компонентов обычно не входит в состав экструдеров FDM-принтеров?

а) Нагревательный блок
б) Печатная платформа
в) Датчик температуры
г) Подающий механизм

35. Какая часть экструдеров отвечает за нагрев пластика?

а) Подающий механизм
б) Термоблок
в) Фильтр
г) Вентилятор

36. Что такое диаметр сопла экструдеров в контексте FDM-принтеров?

а) Размер печатающей головки
б) Диаметр нового филамента
в) Размер отверстия, через которое расплавленный пластик выдавливается на платформу
г) Диаметр термоблока

37. Каково предназначение системы охлаждения в экструдере?

а) Устранение лишнего пластика
б) Поддержание оптимальной температуры термоблока
в) Быстрое охлаждение распечатанного слоя
г) Создание давления для подачи филамента

38. Что может привести к засорению сопла экструдеров?

Использование несовместимого материала

б) Остатки пластика после печати
в) Неправильные настройки температуры печати
г) Все вышеперечисленные

39. Какой тип подающего механизма чаще всего используется в FDM-принтерах?
а) Прямой привод
б) Ременной привод
в) Гидравлический привод
г) Воздушный привод

40. Что произойдет, если температура нагрева экструдеров будет слишком низкой?
а) Увеличится скорость печати
б) Пластик не будет плавиться должным образом, что приведет к пропуску слоев
в) Принтер начнет печатать быстрее
г) Печать будет высококачественной

41. Что является первоочередной задачей обслуживания установки для аддитивного производства?
а) Модернизация оборудования
б) Поддержание чистоты и исправности компонентов
в) Установка новых программ
г) Увеличение скорости печати

42. Какое из следующих действий обязательно должно выполняться перед началом работы с 3D-принтером?
а) Включение принтера
б) Проверка наличия филамента
в) Калибровка платформы
г) Все вышеперечисленные

43. Для чего необходимо регулярно чистить сопло 3D-принтера?
а) Для улучшения качества распечатки
б) Для увеличения скорости печати
в) Для предотвращения перегрева
г) Для экономии филамента

44. Как часто рекомендуется проводить техническое обслуживание и профилактику 3D-принтера?
а) Каждые 5 печатей
б) Каждые 50 часов работы

в) Раз в месяц
г) Раз в год

45. Какую проблему может вызвать недостаток смазки на движущихся частях принтера?
а) Увеличение качества печати
б) Шумы и механические заедания
в) Повышение температуры печати
г) Ничего, это не влияет на работу

46. Что необходимо сделать, если обнаружен износ или повреждение деталей 3D-принтера?
а) Продолжить печать с поврежденными компонентами
б) Заменить поврежденные детали немедленно
в) Игнорировать, пока не возникнет более серьёзная проблема
г) Проводить регулярные проверки, но не менять детали

47. Какой из следующих компонентов требует особого внимания при обслуживании?
а) Вентиляторы охлаждения
б) Печатная платформа
в) Сопло
г) Все вышеперечисленные

48. Какое важное действие должно выполняться после завершения печати?
Отключение принтера от сети
б) Оценка качества напечатанной детали
в) Удаление остатков филамента из сопла
г) Все вышеперечисленные

Приложение 1.2 (МДК 02.04)
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

Контрольно-оценочные материалы
по МДК.02.04
«МЕТОДЫ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

2025

Контрольно-оценочные материалы разработаны на основе рабочей программы по учебной дисциплине МДК 02.04. «Методы финишной обработки и контроля качества изделий аддитивного производства» для специальности среднего профессионального образования (далее СПО), **15.02.09 Аддитивные технологии.**

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Шматок С.Л., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Тестовые задания
для проведения дифференцированного зачета
по дисциплине МДК 02.04 «Методы финишной обработки и контроля качества изделий аддитивного производства»

Критерии выставления оценок.

Количество правильных ответов в %	**Оценка.**
0-49	Неудовлетворительно
50-69	Удовлетворительно
70-84	Хорошо
85-100	Отлично

Ответы на тест

№ вопроса	**Ответ**	**№ вопроса**	**Ответ**
1	а	**21**	б
2	в	**22**	б
3	в	**23**	а
4	б	**24**	г
5	г	**25**	б
6	а	**26**	в
7	а	**27**	б
8	б	**28**	б
9	б	**29**	г
10	в	**30**	б
11	а	**31**	б
12	б	**32**	в
13	б	**33**	б
14	б	**34**	г
15	б	**35**	б
16	г	**36**	в
17	б	**37**	б
18	а	**38**	б
19	б	**39**	б
20	в	**40**	б

Вопросы теста

1. **Какой из следующих методов финишной обработки наиболее часто используется для улучшения поверхности 3D-распечатанных изделий?**
   а) Пескоструйная обработка
   б) Лазерная резка
   в) Токарная обработка
   г) Окраска

2. **Какой метод может быть использован для повышения прочности готовых аддитивных изделий?**
   а) Статическое сжатие
   б) Ультразвуковая обработка
   в) Термальная обработка
   г) Химическое травление

3. **Какой из перечисленных методов контроля качества применяется для проверки размеров и геометрии готового изделия?**
   а) Визуальный осмотр
   б) Дефектоскопия
   в) Контроль с помощью CMM (координатно-измерительная машина)
   г) Спектроскопия

4. **Какой из методов финишной обработки позволяет изменить текстуру поверхности изделия?**
   а) Полирование
   б) Химическое травление
   в) Печать силиконовых форм
   г) Правка

5. **Какой подход может быть использован для контроля качества в процессе аддитивного производства?**
   а) Постобработочный контроль
   б) Контроль в реальном времени
   в) Контроль на этапе проектирования
   г) Все вышеперечисленные

6. **Какой из методов является недеструктивным при проверке качества аддитивных изделий?**
   а) Ультразвуковая дефектоскопия
   б) Тест на прочность
   в) Динамическая проверка

г) Сжимающий тест

7. **Какой фактор наиболее критичен для оценки качества аддитивных изделий?**
   а) Поверхностная шероховатость
   б) Цвет
   в) Упаковка
   г) Сложность геометрии

8. **Какой метод может быть использован для повышения однородности аддитивного продукта?**
   а) Полировка
   б) Пост-обработка
   в) Лазерная печать
   г) Термальный подход

9. **Что в первую очередь включает в себя проверка соответствия изделия техническому заданию?**
   а) Оценку эстетического вида изделия
   б) Проверку характеристик, указанных в ТЗ
   в) Анализ затрат на производство
   г) Оценку удобства использования изделия

10. **Какой метод используется для проверки размеров и форм готового изделия в соответствии с ТЗ?**
    а) Устный опрос
    б) Визуальный осмотр
    в) Измерения с использованием инструментов, таких как штангенциркуль или микрометр
    г) Сравнение с образцом

11. **Какое из следующих действий не является частью процесса проверки качества изделия?**
    а) Печать документации
    б) Проведение функциональных испытаний
    в) Сравнение результатов с ТЗ
    г) Оценка производительности

12. **Какой подход необходимо использовать для определения соответствия готового изделия заданным требованиям безопасности?**
    а) Проверка на внешний вид
    б) Проведение испытаний на надежность и безопасность
    в) Оценка по субъективному мнению экспертов
    г) Оценка затрат на производство

13. **Какой документ необходимо подготовить в результате проверки соответствия готового изделия ТЗ?**
    а) Сертификат качества
    б) Отчет о проверке соответствия
    в) Документацию по дизайну
    г) Финансовый отчет

14. **Что такое контрольные точки в процессе проверки изделия?**
    а) Этапы разработки проекта
    б) Этапы, на которых осуществляется проверка соответствия изделий к ТЗ
    в) Списки материалов, необходимых для производства
    г) Этапы по доставке готовой продукции

15. **Какое из следующих действий помогает обеспечить соответствие готового изделия техническому заданию на уровне производства?**
    а) Устный инструктаж работников
    б) Подробная документация производственного процесса
    в) Применение случайных проверок
    г) Спонтанное управление качеством

16. **Какой из следующих факторов не учитывается при проверке соответствия изделий к ТЗ?**
    а) Технические характеристики
    б) Эстетика изделия
    в) Соответствие законодательству
    г) Бренд производителя

17. **Что такое финишная обработка в металлообработке?**
    а) Первичная обработка заготовок
    б) Завершающая стадия обработки, обеспечивающая нужные размеры и качество поверхности
    в) Процесс удаления стружки в больших объемах
    г) Монтаж готовых изделий

18. **Какой из следующих методов чаще всего используется для финишной обработки на фрезерных станках?**
    а) Шлифование
    б) Сверление
    в) Резка на заготовках
    г) Пневматическая обработка

19. **Какой параметр не является решающим при выборе инструмента для финишной обработки?**
    а) Материал детали
    б) Состояние подвески станка
    в) Требования к шероховатости поверхности
    г) Скорость резания

20. **Какой процесс применяется для улучшения поверхностной отделки токарных изделий?**
    а) Резка
    б) Точение
    в) Шлифование
    г) Абразивная обработка

21. **На что следует обратить внимание при выборе режима резания для финишной обработки?**
    а) Только на скорость вращения инструмента
    б) На скорость подачи, скорость вращения и глубину резания
    в) Только на глубину резания
    г) На размеры заготовки

22. **Какой инструмент используется для финишной обработки внутренней поверхности труб и цилиндров на токарном станке?**
    а) Лезвие
    б) Резец
    в) Свёрло
    г) Дисковая пила

23. **Что такое «шероховатость поверхности»?**
    а) Неровность поверхности, измеряемая по высоте выступов и глубоких впадин
    б) Оценка прочности материалов
    в) Характеристика формы изделия
    г) Готовность изделия к эксплуатации

24. **Какой из следующих факторов влияет на залипание стружки при финишной обработке?**
    а) Нагревание инструмента
    б) Скорость резания
    в) Геометрия режущего инструмента
    г) Все вышеперечисленные

25. **Что представляет собой гидроабразивная обработка?**

а) Использование высокочастотных вибраций для резки материала
б) Комбинация высокоскоростной струи воды с абразивным материалом для резки и обработки
в) Обработка испарением жидкости при высокой температуре
г) Обработка с помощью горячих газов

26. Какой из следующих абразивных материалов чаще всего используется в гидроабразивной обработке?
а) Стальная стружка
б) Кварцевый песок
в) Алмазная пыль
г) Гранитная крошка

27. Каковы основные преимущества использования гидроабразивной обработки?
а) Высокая температура обработки
б) Возможность резки твердых материалов без нагрева
в) Низкая скорость резания
г) Ограниченные возможности по толщине материала

28. Какой параметр является критически важным при настройке гидроабразивной установки?
а) Скорость подачи материала
б) Давление воды
в) Цвет абразивного материала
г) Время обработки

29. Для каких типов материалов гидроабразивная обработка применяется наибольшее образом?
а) Металлы
б) Пластики и композиты
в) Камень и керамика
г) Все вышеперечисленные

30. Какое влияние оказывает температура на процесс гидроабразивной обработки?
а) Увеличивает прочность материалов
б) Не влияет на процесс, так как нет значительного нагрева
в) Уменьшает скорость резания
г) Увеличивает износ инструмента

31. Что является основным источником абразивного материала в гидроабразивной установке?

а) Нержавеющая сталь
б) Абразивные гранулы
в) Кварцевый песок
г) Все вышеперечисленные

32. Какой из следующих процессов не является преимуществом гидроабразивной обработки?
а) Чистота кромок реза
б) Устойчивость к термическим деформациям
в) Высокая скорость резания при большой толщине
г) Низкий уровень износа инструмента

33. Какая из следующих технологий не считается аддитивной?
а) 3D-печать
б) Литье под давлением
в) Слойная печать (SLS)
г) FDM (Fused Deposition Modeling)

34. Какой из методов обычно используется для финишной обработки аддитивно полученных деталей?
а) Шлифование
б) Полировка
в) Механическая обработка
г) Все вышеперечисленные

35. Какой тип финишной обработки помогает устранить остаточное натяжение в аддитивных частях?
а) Вибрационное заглаживание
б) Тепловая обработка
в) Химическое травление
г) Лазерная обработка

36. Какое из следующих утверждений наиболее точно описывает постобработку моделируемых изделий?
а) Это всегда дорого и затратно по времени
б) Это приводит только к ухудшению характеристик детали
в) Это необходимо для улучшения механических свойств изделий и их поверхностного качества
г) Это нецелесообразно для мелкосерийного производства

37. Какой механизм часто используется для улучшения качества поверхности аддитивно изготовленных деталей?
а) Лазерное расплавление

б) Химическое сглаживание
в) Накладка слоев
г) Сварка

38. Какой процесс финишной обработки может быть использован для увеличения прочности доведенной детали?
а) Статическое сжатие
б) Тепловая обработка
в) Пескоструйная обработка
г) Ультразвуковая обработка

39. В каком случае полирование является особенно важным этапом финальной обработки?
а) Когда деталь используется в качестве непрямого элемента конструкции
б) Когда важна эстетика поверхности
в) Когда деталь будет подвергаться большим нагрузкам
г) Все вышеперечисленные

40. Какой из методов финишной обработки наиболее эффективен для уменьшения пористости аддитивно изготовленных деталей?
а) Травление
б) Вакуумная дегазация
в) Шлифование
г) Металлическое обрабатывающее исполнение

Приложение 1.2 (МДК 03.01)
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по МДК.03.01
«ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ УСТАНОВОК»

2025

Экзаменационный билет по дисциплине МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок» для итогового контроля содержит 2 задания:

Задание №1: Решение тестовых заданий по курсу.

За правильный ответ каждого тестового вопроса выставляют по 1 баллу. Максимальное количество баллов -20. Пример задания- приложение №1.

Задание №2: Выполнить CAD-модель детали по заданным на изображении размерам с использованием программного комплекса КОМПАС-3D. Создать STL файл модели.

Проанализировать информацию о детали: размеры и допуски, сложность геометрии, материал, качество поверхности, функциональное назначение

В соответстви с эксплуатационными условиями разработать технологический процесс: выбрать оборудование аддитивного производства и произвести выбор материала.

Произвести Слайсинг и генерацию управляющей программы включая разработку поддержек. Сформировать файл для передачи задания на печать на 3D принтер.

За правильное выполнение модели детали-20 баллов; за правильно подобранный технологический процесс баллов. Максимальное количество-40 баллов. Пример задания – приложение №2.

Максимальный балл за выполнение экзаменационного билета 60 баллов.

Шкала оценки

правильных ответов	Оценка уровня подготовки	
	отметка	аналог
		отлично
		хорошо
		удовлетворительно
менее 35		неудовлетворительно

Приложение №1

Ответы на тест

Вариант №1		Вариант №2		Вариант №3	
№ вопроса	**Ответ**	**№ вопроса**	**Ответ**	**№ вопроса**	**Ответ**
1	б	**1**	а	**1**	в
2	г	**2**	б	**2**	б
3	а	**3**	б	**3**	б
4	в	**4**	б	**4**	а
5	б	**5**	в	**5**	б
6	в	**6**	а	**6**	г
7	в	**7**	б	**7**	б
8	в	**8**	б	**8**	б
9	а	**9**	б	**9**	а
10	в	**10**	б	**10**	а
11	в	**11**	в	**11**	б
12	г	**12**	б	**12**	г
13	б	**13**	б	**13**	б
14	г	**14**	б	**14**	б
15	г	**15**	в	**15**	а
16	б	**16**	б	**16**	б
17	в	**17**	в	**17**	б
18	г	**18**	б	**18**	г
19	в	**19**	в	**19**	а
20	б	**20**	б	**20**	б

Вариант №1

1. **Что подразумевается под аддитивными технологиями?**

а) Методами, основанными на удалении материала из заготовки

б) Процессами, которые создают объекты путем послойного наращивания материала

в) Технологиями, связанными с литьем металлов

г) Способами механической обработки

2. **Какой из следующих материалов не используется в аддитивных технологиях?**

а) Пластик

б) Металл

в) Дерево

г) Текстиль

3. **Какой из следующих этапов является первым при разработке технологического процесса для аддитивного производства?**

а) Проектирование детали

б) Выбор аддитивной системы

в) Подбор материала

г) Подготовка рабочего пространства

4. **Что такое STL-файл в контексте 3D-печати?**

а) Формат, используемый для хранения электронных чертежей

б) Тип материала, используемого в 3D-принтерах

в) Формат 3D-моделей, который определяет форму объекта с помощью треугольников

г) Программное обеспечение для управления 3D-принтерами

5. **Какой из следующих методов 3D-печати требует применения поддерживающих структур для сложных геометрий?**

а) Существует необходимость в использовании моделей со встроенными поддержками

б) Метод FDM (филаментная печать)

в) Метод SLS (селективное лазерное спекание)

г) Метод SLA (стереолитография)

6. **Какое из перечисленных свойств является критически важным при выборе материала для аддитивного производства?**

а) Форма материала

б) Цвет материала

в) Физические и механические характеристики материала

г) Доступность материала в большом количестве

7. Что такое постобработка в контексте аддитивных технологий?

а) Процесс анализа и проверки качества напечатанной детали

б) Стадия проектирования детали

в) Удаление поддержек и улучшение поверхности готовой детали

г) Введение в эксплуатацию аддитивного устройства

8. Какой из нижеперечисленных факторов не влияет на выбор технологии 3D-печати?

а) Требования к точности и детализации

б) Геометрия изделия

в) Сложность процесса разработки детали

г) Размер конечного изделия

9. Что означает термин «качество изделия»?

а) Степень соответствия изделия установленным требованиям и ожиданиям потребителей

б) Общее количество изделий, произведенных за отчетный период

в) Процесс, связанный с продажей изделий

г) Время, затраченное на производство изделия

10. Какой из следующих методов не является подходом к контролю качества?

а) Статистический контроль процессов (SPB)

б) Метод Шесть Сигм (Six Sigma)

в) Метод графического дизайна

г) Тестирование и инспекция

11.Что такое проверка на соответствие?

а) Процесс анализа рынка сбыта

б) Оценка продуктовой линейки

в) Процесс, целью которого является подтверждение соответствия изделия установленным стандартам и требованиям

г) Процедура обновления дизайна продукта

12. Какой из ниже перечисленных факторов не влияет на качество изделия?

а) Применяемые технологии производства

б) Квалификация работников

в) Уровень материальных затрат

г) Цвет упаковки

13.Что такое «недопустимый дефект»?

а) Дефект, который не влияет на функциональность изделия

б) Дефект, который является серьезным и может привести к отказу изделия в эксплуатации

в) Дефект, который можно исправить без замены детали

г) Дефект, который можно устранить в процессе сборки

14. Какой из следующих методов часто используется для выявления систематических проблем в производственном процессе?

а) Контрольные листы

б) Картирование потоков

в) Визуальная инспекция

г) Анализ корневых причин

15. Какой подход направлен на улучшение качества изделия через активное вовлечение всех сотрудников компании?

а) Подход стандартизации

б) Системный подход

в) Качество на каждом этапе

г) Подход TQM (Совершенствование качества на всем уровне)

16. Что такое аддитивное производство?

а) Процесс, в котором изделия создаются путем удаления материала из цельного блока

б) Процесс, в котором изделия создаются путем добавления материала слой за слоем

в) Метод сварки и соединения металлических деталей

г) Технология, основанная на термической обработке материалов

17. Какой из следующих факторов не влияет на качество изделий в аддитивном производстве?

а) Температура экструзии

б) Скорость печати

в) Цвет материала

г) Толщина слоя

18. Как изменения в температуре печати могут повлиять на качество изделия?

а) Высокая температура может привести к термическому разбуханию материала

б) Низкая температура может вызвать проблемы с прилипанием слоев

в) Температура не влияет на качество

г) Обе вышеуказанные причины

19. Какой параметр печати определяет силу сцепления между слоями в аддитивных технологиях?

а) Скорость печати
б) Надежность используемого программного обеспечения
в) Температура стыка
г) Время полимеризации

Какой эффект может вызвать высокая скорость печати?

а) Увеличение прочности изделия
б) Образование воздушных карманов и других дефектов
в) Улучшение детализации
г) Уменьшение времени производства

Вариант №2

1. **Как влияет выбор материала на качество изделий в аддитивном производстве?**

а) Разные материалы имеют разные механические свойства, что влияет на итоговое качество

б) Все материалы имеют одинаковые параметры печати

в) Выбор материала не имеет значения для качества

г) Только цвет материала влияет на качество

2. **Что такое «overhang» в процессе аддитивного производства?**

а) Увеличение толщины слоя

б) Работаемая часть, превышающая пределы поддержки

в) Внешний слой детали

г) Порядок склейки слоев

3. **Какой из следующих методов может быть использован для улучшения качества изделий в аддитивном производстве?**

а) Увеличение толщины слоев при печати

б) Применение постобработки для удаления дефектов

в) Снижение температуры печати

г) Устранение демонстрационных программ

4. **Что такое технологичность изделия?**

а) Способность изделия удовлетворять требованиям рынка

б) Возможность его изготовления с минимальными затратами ресурсов и времени

в) Эстетические качества изделия

г) Долговечность и надежность изделия

5. **Какой из следующих факторов не относится к показателям технологичности изделия?**

а) Конструкторская сложность

б) Энергетические затраты на производство

в) Подбор цвета

г) Устойчивость к коррозии

6. **Каковы экономические показатели технологичности изделия?**

а) Минимизация затрат и времени на производство

б) Увеличение стоимости материалов

в) Положение на рынке

г) Количество сотрудников на производственной линии

7. Что подразумевается под «конструкторской технологичностью»?

а) Наличие улучшенных эстетических характеристик

б) Простота и ясность конструктивного решения для производства

в) Степень автоматизации производственного процесса

г) Возможность использования различных материалов

8. Какой из следующих аспектов наиболее важен при оценке технологичности изделия?

а) Объем продукции

б) Сложность проектирования, изготовления и сборки

в) Внешний вид

г) Стоимость на этапе продажи

9. Как влияет материал, выбранный для изделия, на его технологичность?

а) Не влияет, любой материал подходит

б) Некоторые материалы легче поддаются переработке, что снижает затраты

в) Все материалы имеют одинаковое влияние

г) Только металлические материалы являются технологичными

10. Что подразумевается под «технологической весомостью» изделия?

а) Количество используемого материала

б) Сложность технологического процесса изготовления

в) Общая прибыль от продажи изделия

г) Количество этапов в производственном процессе

11. Какой из следующих вариантов не является преимуществом высокой технологичности изделия?

а) Снижение производственных издержек

б) Упрощение процесса сборки

в) Увеличение времени на производство

г) Улучшение качества продукции

12. Что такое базирование в машиностроении?

а) Процесс покрытия изделия защитным слоем

б) Установление фиксированных точек или линий, от которых производится измерение и изготовление деталей

в) Упаковка готовой продукции для транспортировки

г) Метод оценки качества изделия

13. Какие виды баз существуют в машиностроении?

а) Геометрические, расчетные, вспомогательные

б) Основные, дополнительные, вспомогательные

в) Устойчивые, подвижные, временные

г) Долговременные, краткосрочные, искусственные

14. Какое из следующих утверждений о базах является верным?

а) Каждая базовая точка должна располагаться в центре массы детали

б) Базы могут быть как неподвижными, так и подвижными в зависимости от процесса обработки

в) Базы не влияют на точность измерений

г) Вся продукция должна иметь только одну базу

15. Какой из следующих типов баз является наиболее оптимальным для зажима детали при обработке?

а) Управляемая база

б) Контрольная база

в) Устойчиво закрепленная база

г) Временная база

Какое влияние базирование оказывает на точность изделия?

а) Никакого влияния

б) Помогает обеспечить повторяемость процессов и точность размеров

в) Увеличивает количество дефектов

г) Означает, что изделий не требуют измерения

Как называется процесс выбора и установки баз при проектировании?

а) Планирование

б) Конструирование

в) Базирование

г) Измерение

18. Что подразумевается под основными базами?

а) Базы, которые используются только для временного крепления деталей

б) Базы, на которые ориентируется вся деталь при ее измерении и обработке

в) Базы, которые определяют эстетические характеристики изделия

г) Базы, использующиеся для оценки качества

19. Какое из следующих условий не является обязательным для правильного базирования?

а) База должна быть расположена на плоскости детали

б) База должна обеспечивать устойчивость детали в процессе обработки

в) Базу можно выбирать произвольно, не обращая внимания на характеристики детали

г) База должна быть доступна для измерений и контроля

Что включается в исходную информацию для проектирования технологического процесса?

а) Только чертежи деталей
б) Данные о материалах, чертежи, нормы времени, технология обработки
в) Оценка рынков сбыта
г) Информация о конкуренции

Вариант №3

1. **Какой из перечисленных типов информации не является частью технологической документации?**

а) Технические условия (ТУ)
б) Нормы времени
в) Качество упаковки
г) Технологические карты

2. **Какова роль нормативных документов в проектировании технологических процессов?**

а) Устранение необходимости в исследовании
б) Предоставление обязательных требований и рекомендаций для обеспечения качества и безопасности
в) Определение коммерческой политики предприятия
г) Упрощение процесса разработки новых технологий

3. **Что подразумевается под формированием технологической карты?**

а) Подбор оборудования для производства
б) Разработка процесса обработки и последовательности операций на основе исходных данных
в) Оценка стоимости производства
г) Установление норм труда

4. **Какие факторы необходимо учитывать при выборе технологического процесса?**

а) Доступность материалов и времени производства, а также квалификацию рабочего персонала
б) Лишь стоимость материалов
в) Только опыт предыдущих процессов
г) Обстоятельства только внутреннего производства

5. **Что такое «обрабатываемый материал», в контексте проектирования технологических процессов?**

а) Любое сырьё, утилизируемое без обработки
б) Материалы доступные для производства, которые будут подвергаться обработке в ходе технологического процесса
в) Запасы готовой продукции
г) Соответствующие механизмы в процессе обработки

6. **Какой вид анализа часто проводится на этапе проектирования для оценки технологических процессов?**

а) Экономический анализ

б) Технологический анализ
в) Экологический анализ
г) Все вышеперечисленные

7. **Какова основная цель проектирования технологических процессов?**

а) Увеличение произведенной продукции без учета технологий
б) Оптимизация затрат и времени, а также обеспечение требуемого качества изделия
в) Минимизация затрат на сырьё
г) Стремление к производству любого количества товаров

8. **Какое из следующих утверждений будет верным относительно аддитивного производства?**

а) Это метод, при котором материал удаляется для создания изделия.
б) Это метод, при котором материал добавляется слой за слоем для создания изделия.
в) Это традиционный метод литья.
г) Это процесс, использующий только металлы.

9. **Какой документ является основным источником информации при анализе требований к изделию?**

а) Техническое задание (ТЗ)
б) Договор с клиентом
в) Отчеты о прошлых проектах
г) Справочник по материалам

Какой этап анализа документации следует после изучения технического задания?

а) Оценка доступных материалов
б) Разработка производственного процесса
в) Анализ сроков исполнения
г) Обсуждение финансовых аспектов

Что необходимо учитывать при оценке материалов для аддитивного производства?

а) Цена материала
б) Физико-механические свойства и совместимость с выбранным методом печати
в) Географическое положение поставщика
г) Отзывы других пользователей материала

На каком этапе проектирования важно провести анализ 3D-модели изделия?

а) На этапе выбора оборудования
б) На этапе изучения дефектов продукции
в) На этапе создания концептуального эскиза
г) На этапе подготовки к печати

Какой из следующих аспектов важно учитывать на этапе анализа производственных возможностей?

а) Количество доступных работающих рук
б) Возможности оборудования для аддитивного производства и их ограничения
в) Система управления предприятием
г) Логистика поставок

Что включает в себя процесс тестирования прототипов в аддитивном производстве?

а) Полное производство конечного изделия
б) Оценка функциональности и механических свойств прототипа
в) Оценка внешнего вида прототипа
г) Исследование цен на материалы

Какой документ регулирует нормы качества и методики проверки аддитивного изделия?

а) Стандарт ISO
б) Инструкция по эксплуатации
в) Конструкция изделия
г) Программа обучения оператора

Что является первым шагом при выборе параметров аддитивного технологического процесса?

а) Изучение спецификаций оборудования
б) Определение целевых свойств изделия
в) Оценка стоимости материалов
г) Анализ рыночного спроса

Какой параметр процесса наиболее влияет на прочность изделия?

а) Скорость печати
б) Температура экструзии/лазера
в) Тип используемого материала
г) Параметры охлаждения

Что необходимо учитывать при настройке параметров печати для обеспечения высокой точности?

а) Состояние оборудования
б) Механические свойства материала
в) Принципы работы аддитивной технологии
г) Все вышеперечисленные

Какой параметр может непосредственно влиять на время производства изделия?

а) Шаг слоя
б) Цвет материала
в) Индекс жесткости
г) Технология постобработки

Какой из следующих параметров определяет адекватность аддитивного процесса для получения сложных геометрий?

а) Способ экструзии
б) Толщина слоя
в) Угол наклона печати
г) Параметры фильтрации материала

Приложение №2

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1
по МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»
Задание №2

1. Выполнить CAD-модель детали по заданным на изображении размерам с использованием программного комплекса КОМПАС-3D.

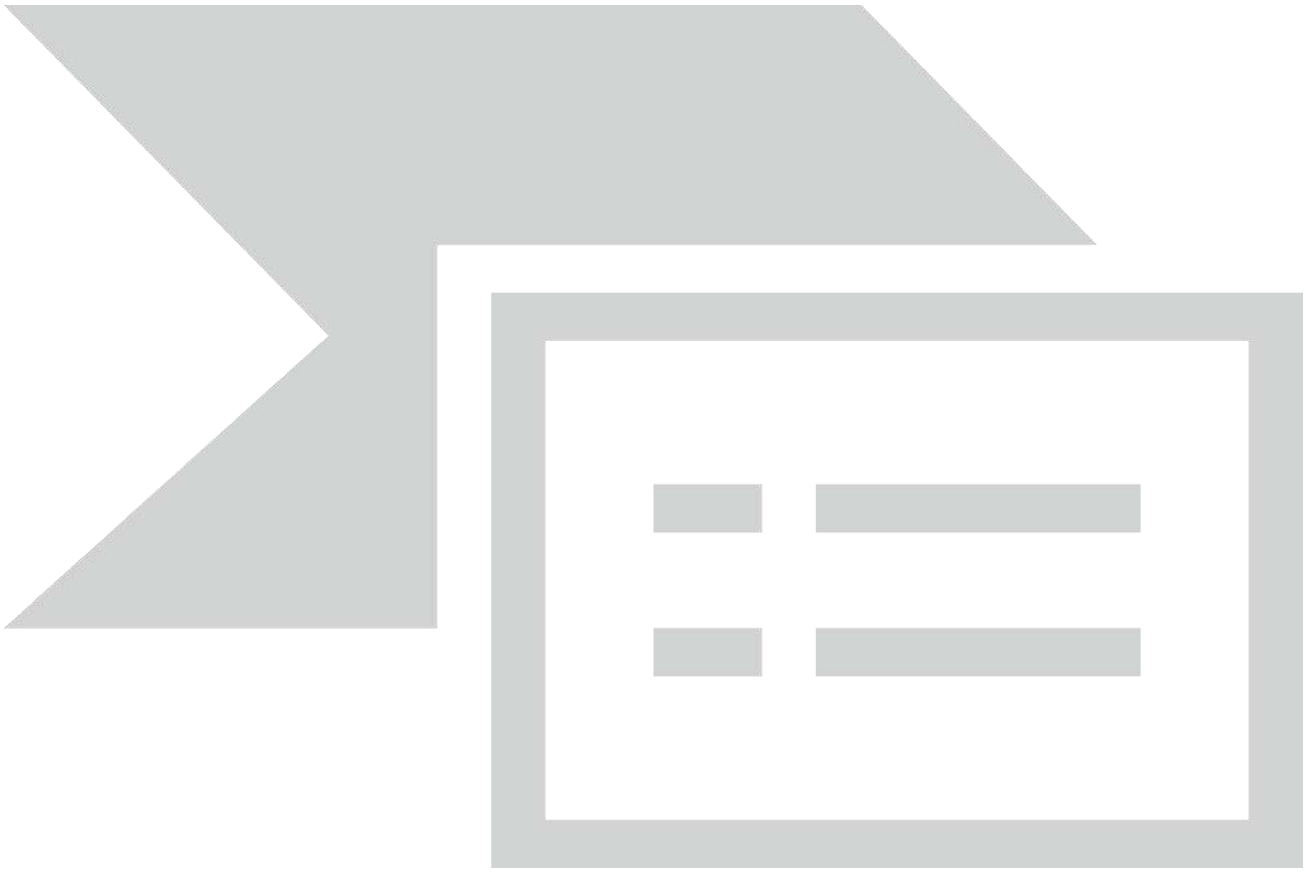
Проанализировать информацию о детали: размеры и допуски, сложность геометрии, материал, качество поверхности, функциональное назначение

2. В соответствии с эксплуатационными условиями разработать технологический процесс: выбрать оборудование аддитивного производства и произвести выбор материала.

Произвести Слайсинг и генерацию управляющей программы включая разработку поддержек. Сформировать файл для передачи задания на печать на 3D принтер.

Эксплуатационные условия:

- Деталь работает в атмосферных условиях при высоком перепаде температур.
-



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2
по МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»
Задание №2

1. Выполнить CAD-модель детали по заданным на изображении размерам с использованием программного комплекса КОМПАС-3D.

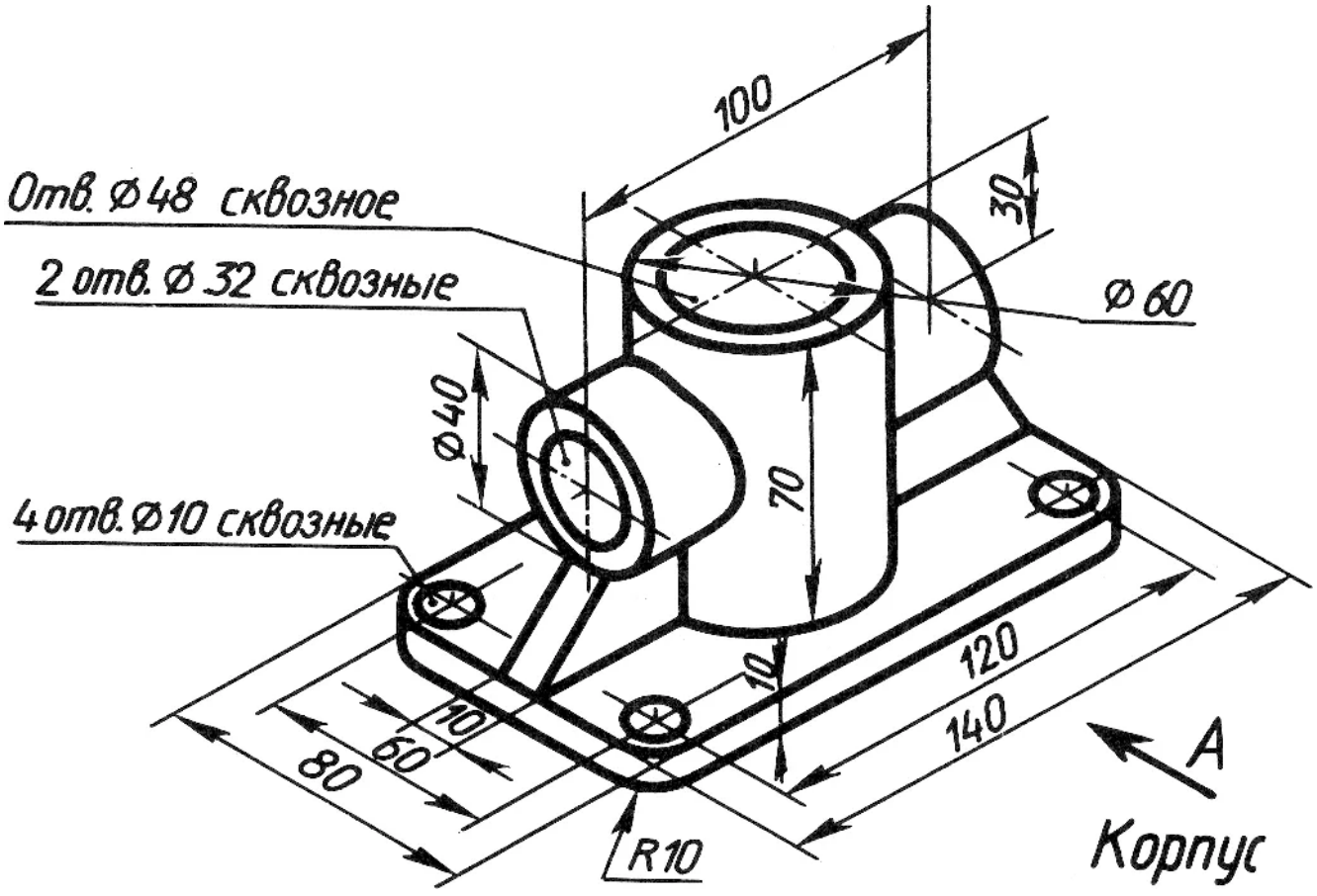
Проанализировать информацию о детали: размеры и допуски, сложность геометрии, материал, качество поверхности, функциональное назначение

2. В соответствии с эксплуатационными условиями разработать технологический процесс: выбрать оборудование аддитивного производства и произвести выбор материала.

Произвести Слайсинг и генерацию управляющей программы включая разработку поддержек. Сформировать файл для передачи задания на печать на 3D принтер.

Эксплуатационные условия:

- Деталь работает при высоких температурах, около 800 градусов цельсия, и коррозионной и эрозионной стойкости.



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3
по МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»
Задание №2

1. Выполнить CAD-модель детали по заданным на изображении размерам с использованием программного комплекса КОМПАС-3D.

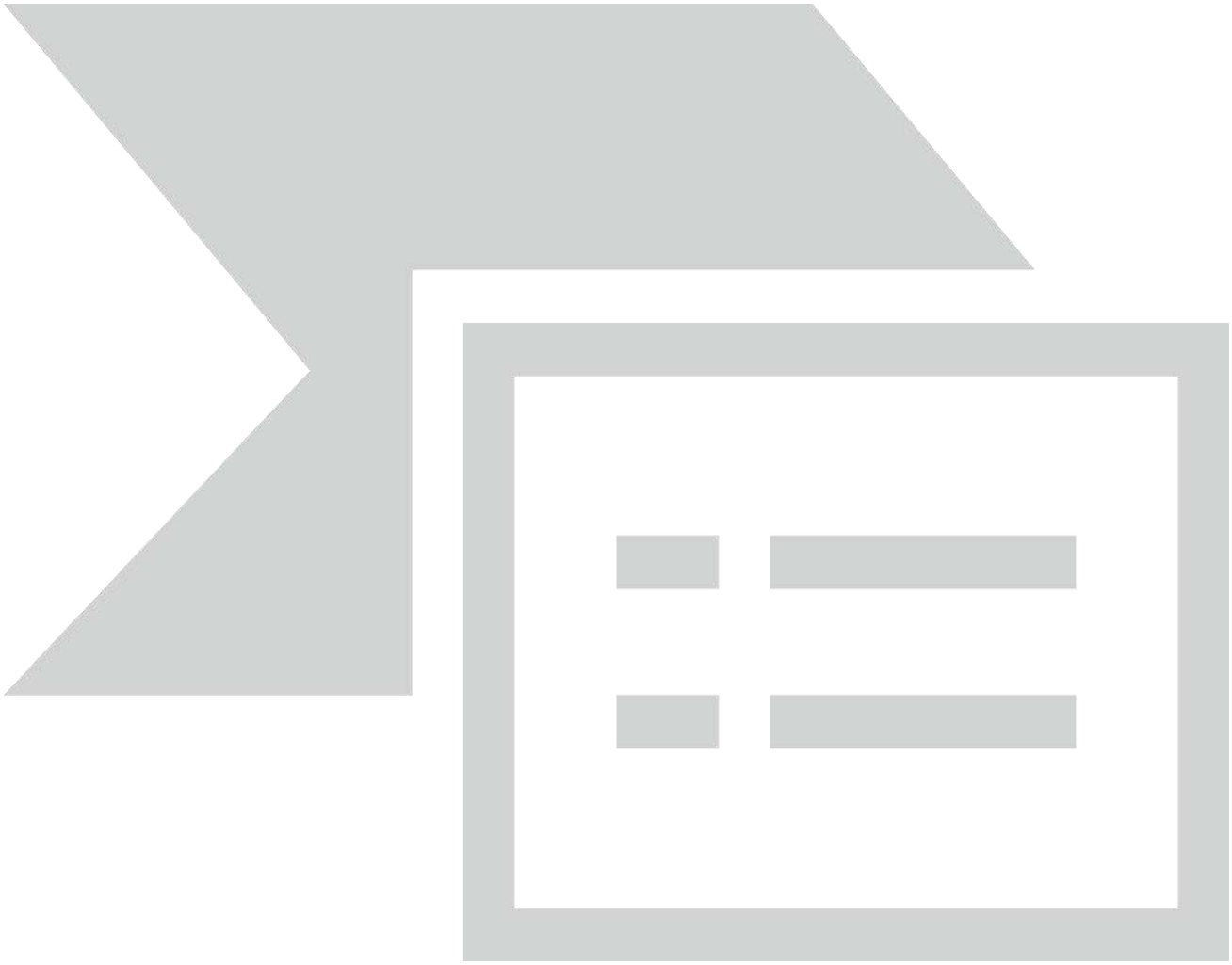
Проанализировать информацию о детали: размеры и допуски, сложность геометрии, материал, качество поверхности, функциональное назначение

2. В соответствии с эксплуатационными условиями разработать технологический процесс: выбрать оборудование аддитивного производства и произвести выбор материала.

Произвести Слайсинг и генерацию управляющей программы включая разработку поддержек. Сформировать файл для передачи задания на печать на 3D принтер.

Эксплуатационные условия:

- Изделие предназначено для работы в соляно-кислом растворе при нормальных условиях, должна обладать низкой удельной массой и относительно низкой теплопроводности.



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4
по МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»
Задание №2

1. Выполнить CAD-модель детали по заданным на изображении размерам с использованием программного комплекса КОМПАС-3D.

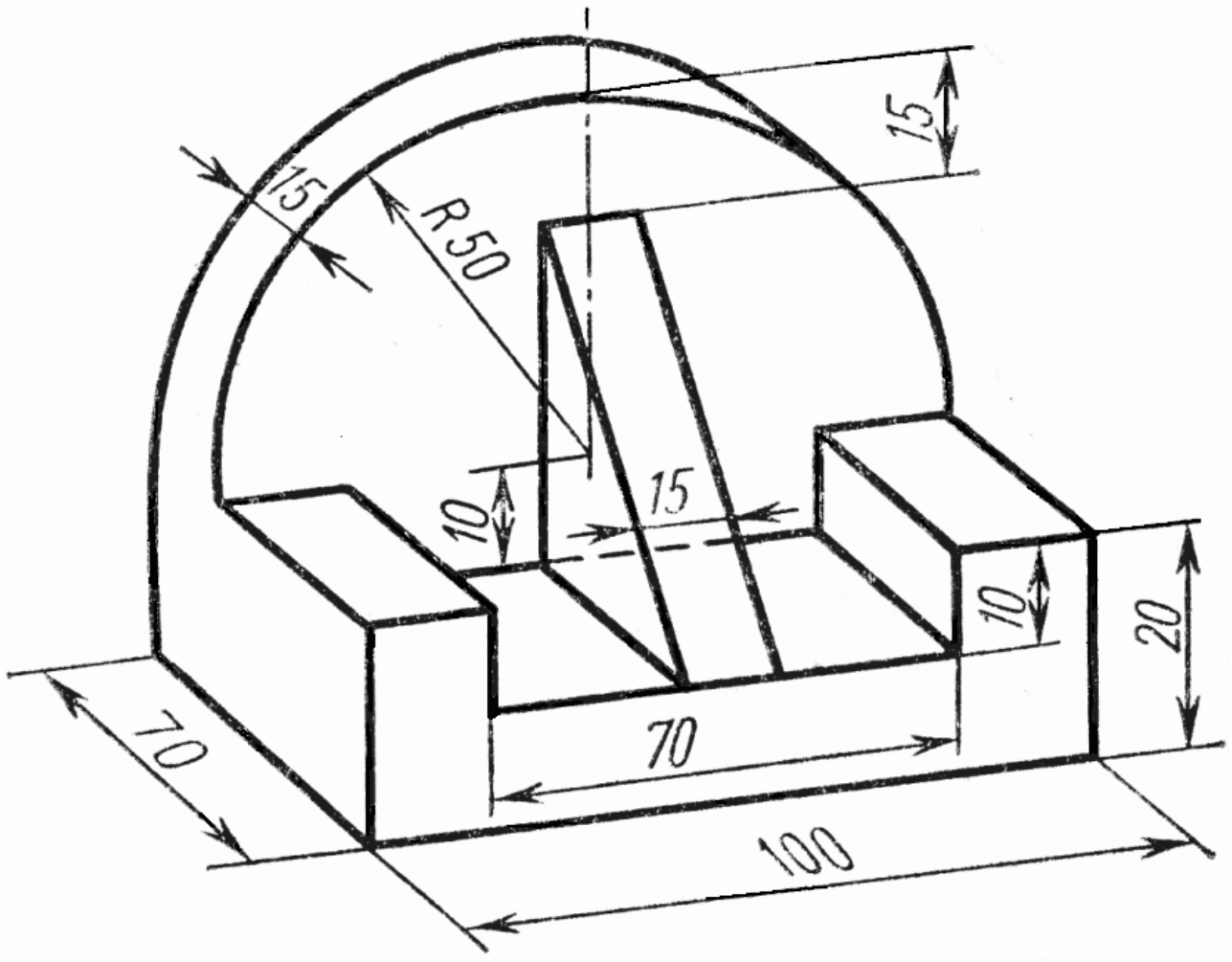
Проанализировать информацию о детали: размеры и допуски, сложность геометрии, материал, качество поверхности, функциональное назначение

2. В соответствии с эксплуатационными условиями разработать технологический процесс: выбрать оборудование аддитивного производства и произвести выбор материала.

Произвести Слайсинг и генерацию управляющей программы включая разработку поддержек. Сформировать файл для передачи задания на печать на 3D принтер.

Эксплуатационные условия:

- Деталь работает в атмосферных условиях при высоком перепаде температур.



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5
по МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»
Задание №2

1. Выполнить CAD-модель детали по заданным на изображении размерам с использованием программного комплекса КОМПАС-3D.

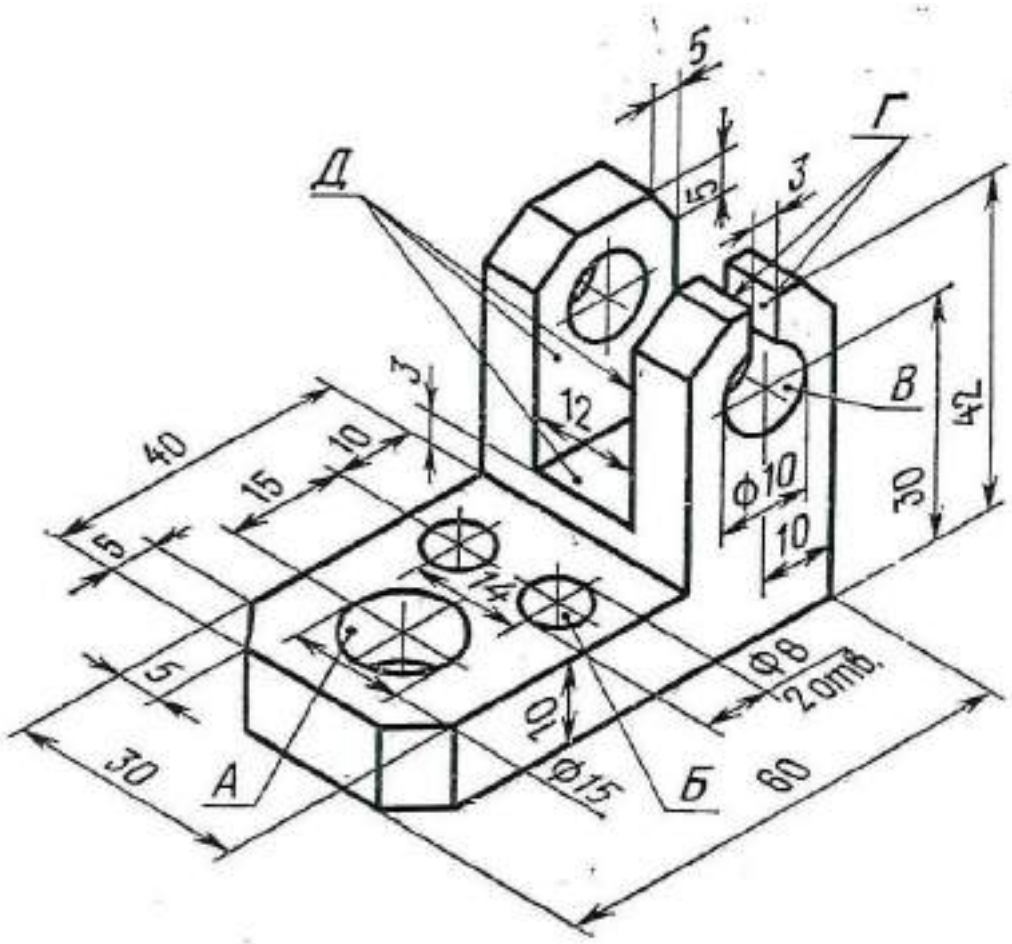
Проанализировать информацию о детали: размеры и допуски, сложность геометрии, материал, качество поверхности, функциональное назначение

2. В соответствии с эксплуатационными условиями разработать технологический процесс: выбрать оборудование аддитивного производства и произвести выбор материала.

Произвести Слайсинг и генерацию управляющей программы включая разработку поддержек. Сформировать файл для передачи задания на печать на 3D принтер.

Эксплуатационные условия:

- Деталь работает при высоких температурах, около 800 градусов цельсия, и коррозионной и эрозионной стойкости.



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6
по МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»
Задание №2

1. Выполнить CAD-модель детали по заданным на изображении размерам с использованием программного комплекса КОМПАС-3D.

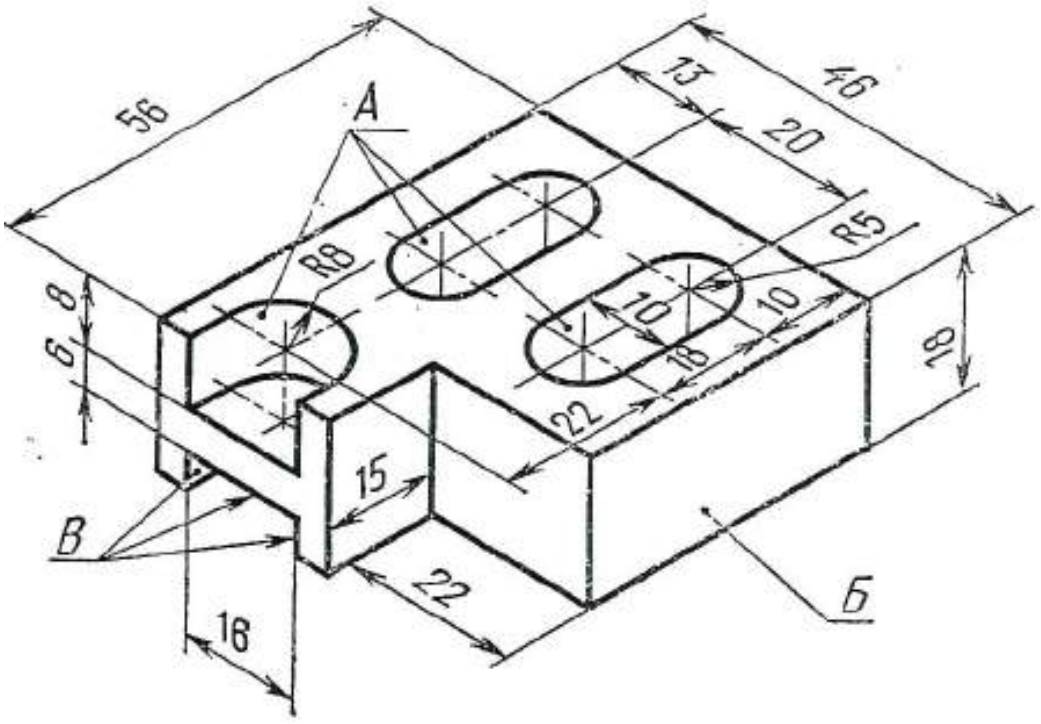
Проанализировать информацию о детали: размеры и допуски, сложность геометрии, материал, качество поверхности, функциональное назначение

2. В соответствии с эксплуатационными условиями разработать технологический процесс: выбрать оборудование аддитивного производства и произвести выбор материала.

Произвести Слайсинг и генерацию управляющей программы включая разработку поддержек. Сформировать файл для передачи задания на печать на 3D принтер.

Эксплуатационные условия:

- Изделие предназначено для работы в соляно-кислом растворе при нормальных условиях, должна обладать низкой удельной массой и относительно низкой теплопроводности.



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7
по МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»
Задание №2

1. Выполнить CAD-модель детали по заданным на изображении размерам с использованием программного комплекса КОМПАС-3D.

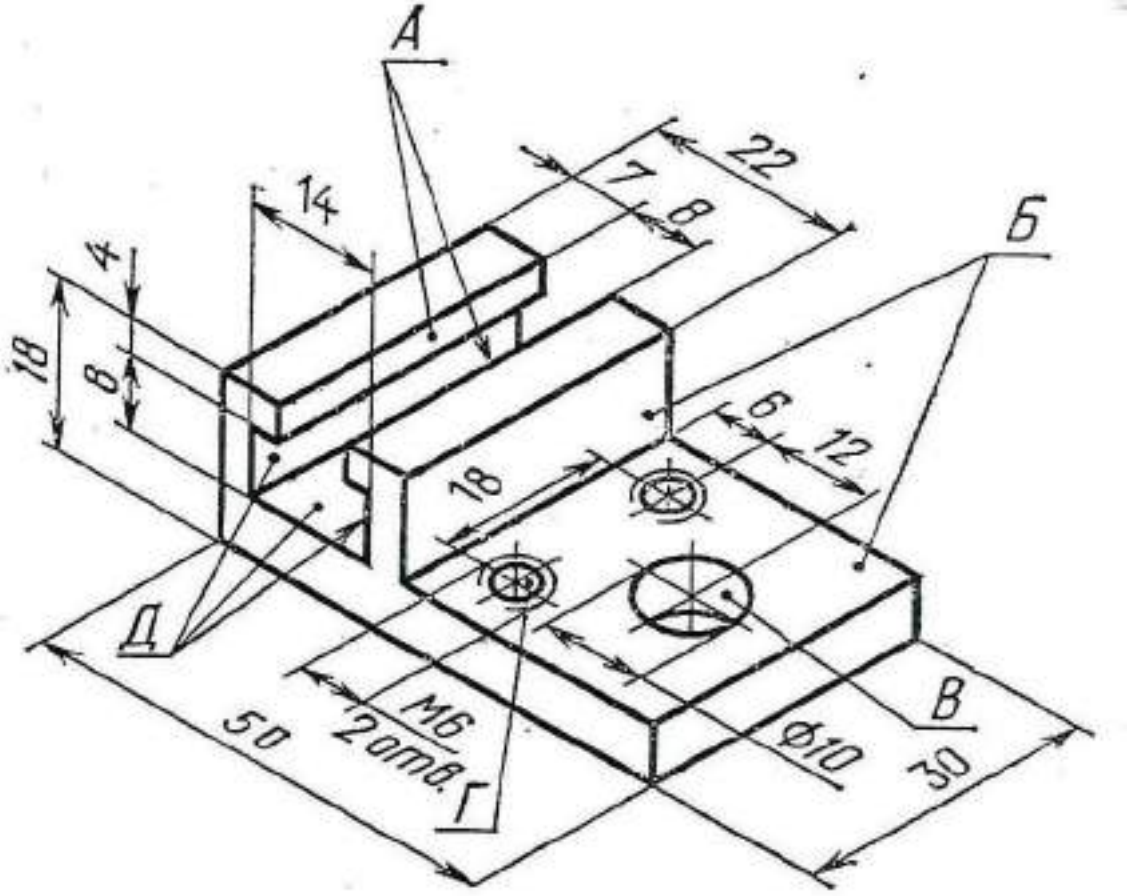
Проанализировать информацию о детали: размеры и допуски, сложность геометрии, материал, качество поверхности, функциональное назначение

2. В соответствии с эксплуатационными условиями разработать технологический процесс: выбрать оборудование аддитивного производства и произвести выбор материала.

Произвести Слайсинг и генерацию управляющей программы включая разработку поддержек. Сформировать файл для передачи задания на печать на 3D принтер.

Эксплуатационные условия:

- Деталь работает в атмосферных условиях при высоком перепаде температур.



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8
по МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»
Задание №2

1. Выполнить CAD-модель детали по заданным на изображении размерам с использованием программного комплекса КОМПАС-3D.

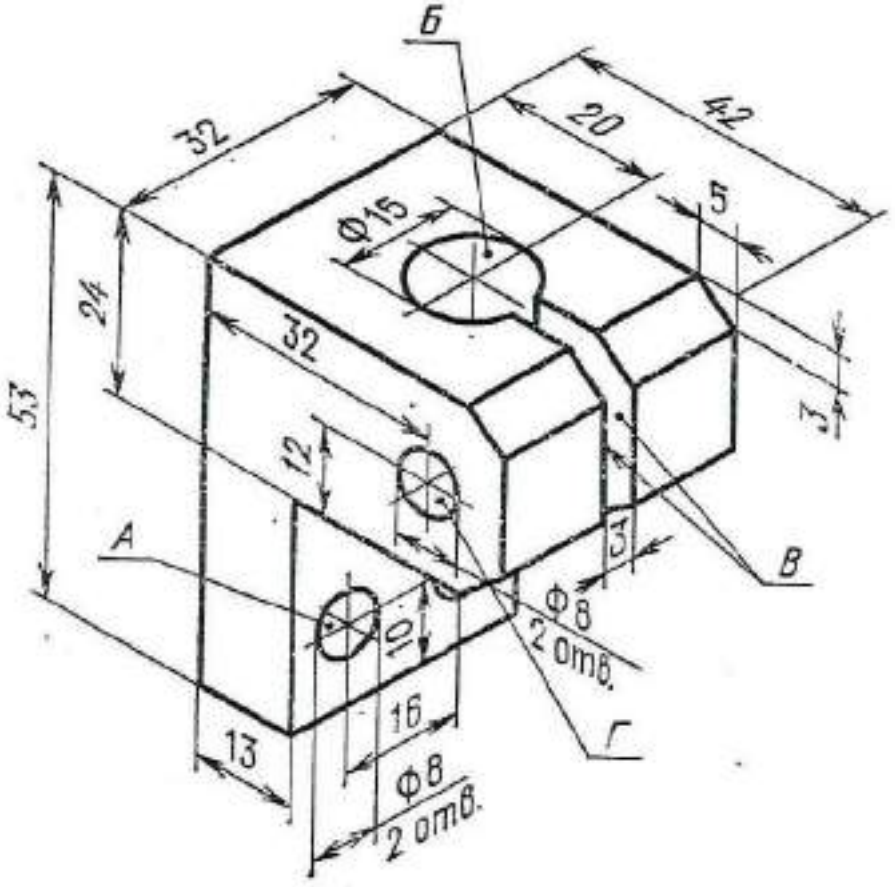
Проанализировать информацию о детали: размеры и допуски, сложность геометрии, материал, качество поверхности, функциональное назначение

2. В соответствии с эксплуатационными условиями разработать технологический процесс: выбрать оборудование аддитивного производства и произвести выбор материала.

Произвести Слайсинг и генерацию управляющей программы включая разработку поддержек. Сформировать файл для передачи задания на печать на 3D принтер.

Эксплуатационные условия:

- Деталь работает при высоких температурах, около 800 градусов цельсия, и коррозионной и эрозионной стойкости.



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9
по МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»
Задание №2

1. Выполнить CAD-модель детали по заданным на изображении размерам с использованием программного комплекса КОМПАС-3D.

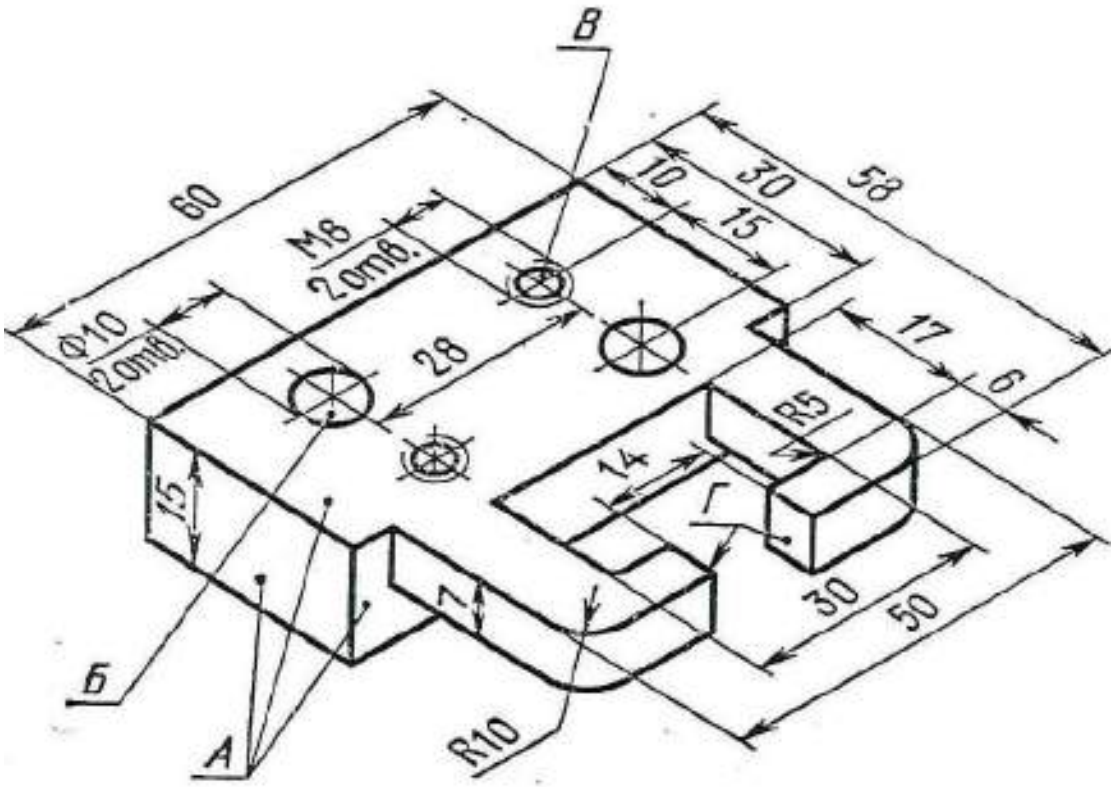
Проанализировать информацию о детали: размеры и допуски, сложность геометрии, материал, качество поверхности, функциональное назначение

2. В соответствии с эксплуатационными условиями разработать технологический процесс: выбрать оборудование аддитивного производства и произвести выбор материала.

Произвести Слайсинг и генерацию управляющей программы включая разработку поддержек. Сформировать файл для передачи задания на печать на 3D принтер.

Эксплуатационные условия:

- Изделие предназначено для работы в соляно-кислом растворе при нормальных условиях, должна обладать низкой удельной массой и относительно низкой теплопроводности.



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10
по МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»

Задание №2

1. Выполнить CAD-модель детали по заданным на изображении размерам с использованием программного комплекса КОМПАС-3D.

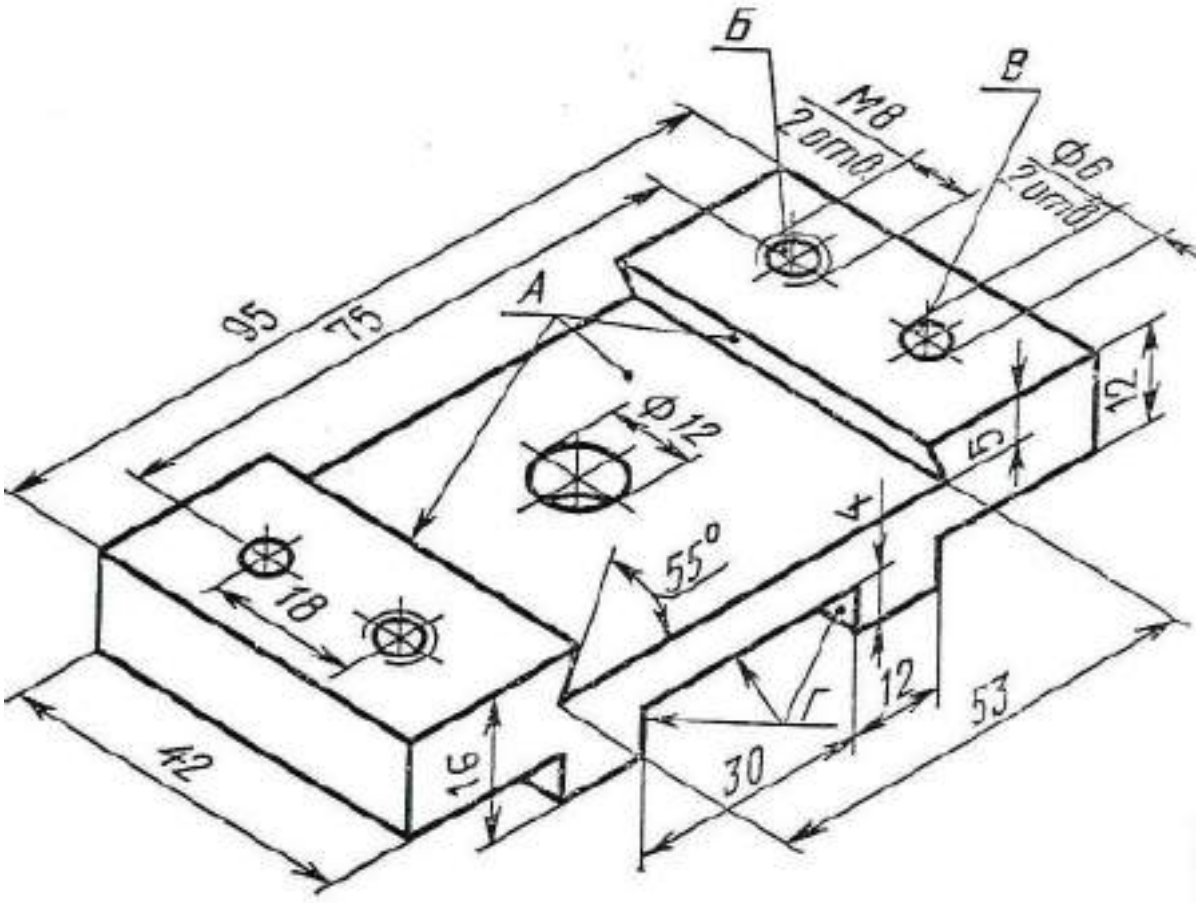
Проанализировать информацию о детали: размеры и допуски, сложность геометрии, материал, качество поверхности, функциональное назначение

2. В соответствии с эксплуатационными условиями разработать технологический процесс: выбрать оборудование аддитивного производства и произвести выбор материала.

Произвести Слайсинг и генерацию управляющей программы включая разработку поддержек. Сформировать файл для передачи задания на печать на 3D принтер.

Эксплуатационные условия:

- Деталь работает в атмосферных условиях при высоком перепаде температур.



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11
по МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»
Задание №2

1. Выполнить CAD-модель детали по заданным на изображении размерам с использованием программного комплекса КОМПАС-3D.

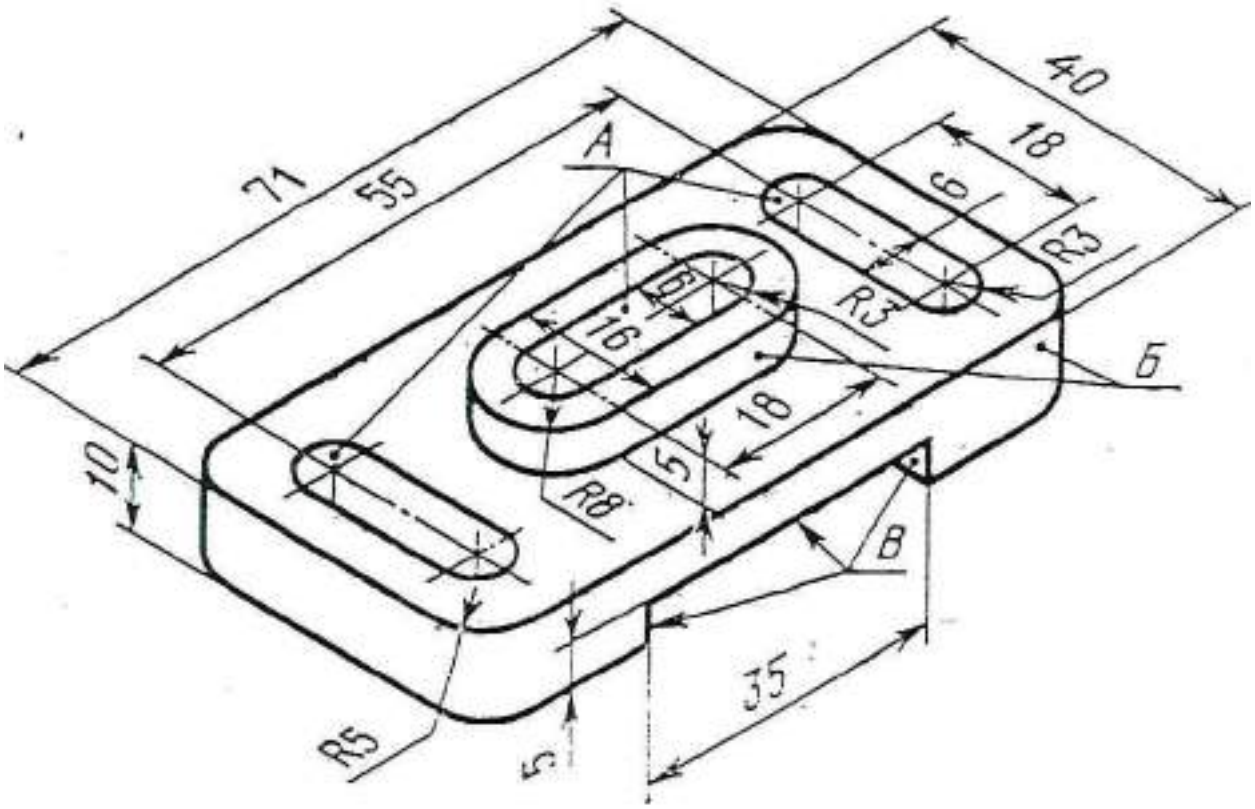
Проанализировать информацию о детали: размеры и допуски, сложность геометрии, материал, качество поверхности, функциональное назначение

2. В соответствии с эксплуатационными условиями разработать технологический процесс: выбрать оборудование аддитивного производства и произвести выбор материала.

Произвести Слайсинг и генерацию управляющей программы включая разработку поддержек. Сформировать файл для передачи задания на печать на 3D принтер.

Эксплуатационные условия:

- Деталь работает при высоких температурах, около 800 градусов цельсия, и коррозионной и эрозионной стойкости.



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12
по МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»
Задание №2

1. Выполнить CAD-модель детали по заданным на изображении размерам с использованием программного комплекса КОМПАС-3D.

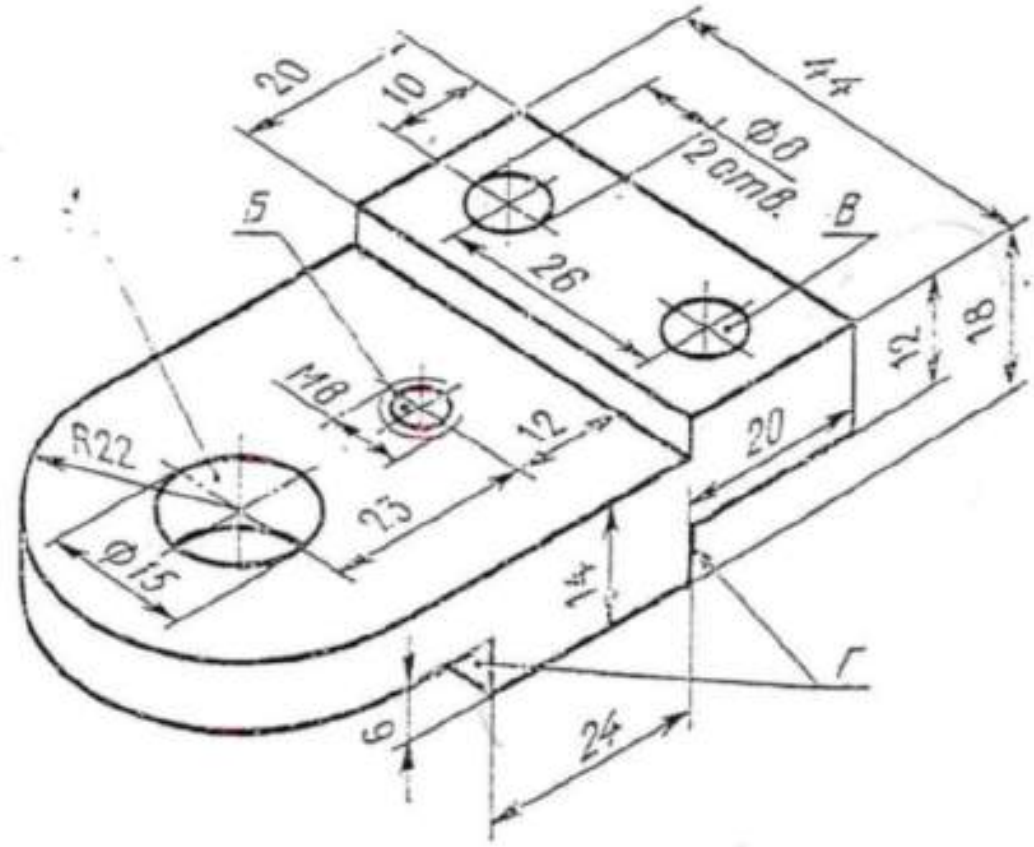
Проанализировать информацию о детали: размеры и допуски, сложность геометрии, материал, качество поверхности, функциональное назначение

2. В соответствии с эксплуатационными условиями разработать технологический процесс: выбрать оборудование аддитивного производства и произвести выбор материала.

Произвести Слайсинг и генерацию управляющей программы включая разработку поддержек. Сформировать файл для передачи задания на печать на 3D принтер.

Эксплуатационные условия:

- Изделие предназначено для работы в соляно-кислом растворе при нормальных условиях, должна обладать низкой удельной массой и относительно низкой теплопроводности.



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13
по МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»
Задание №2

1. Выполнить CAD-модель детали по заданным на изображении размерам с использованием программного комплекса КОМПАС-3D.

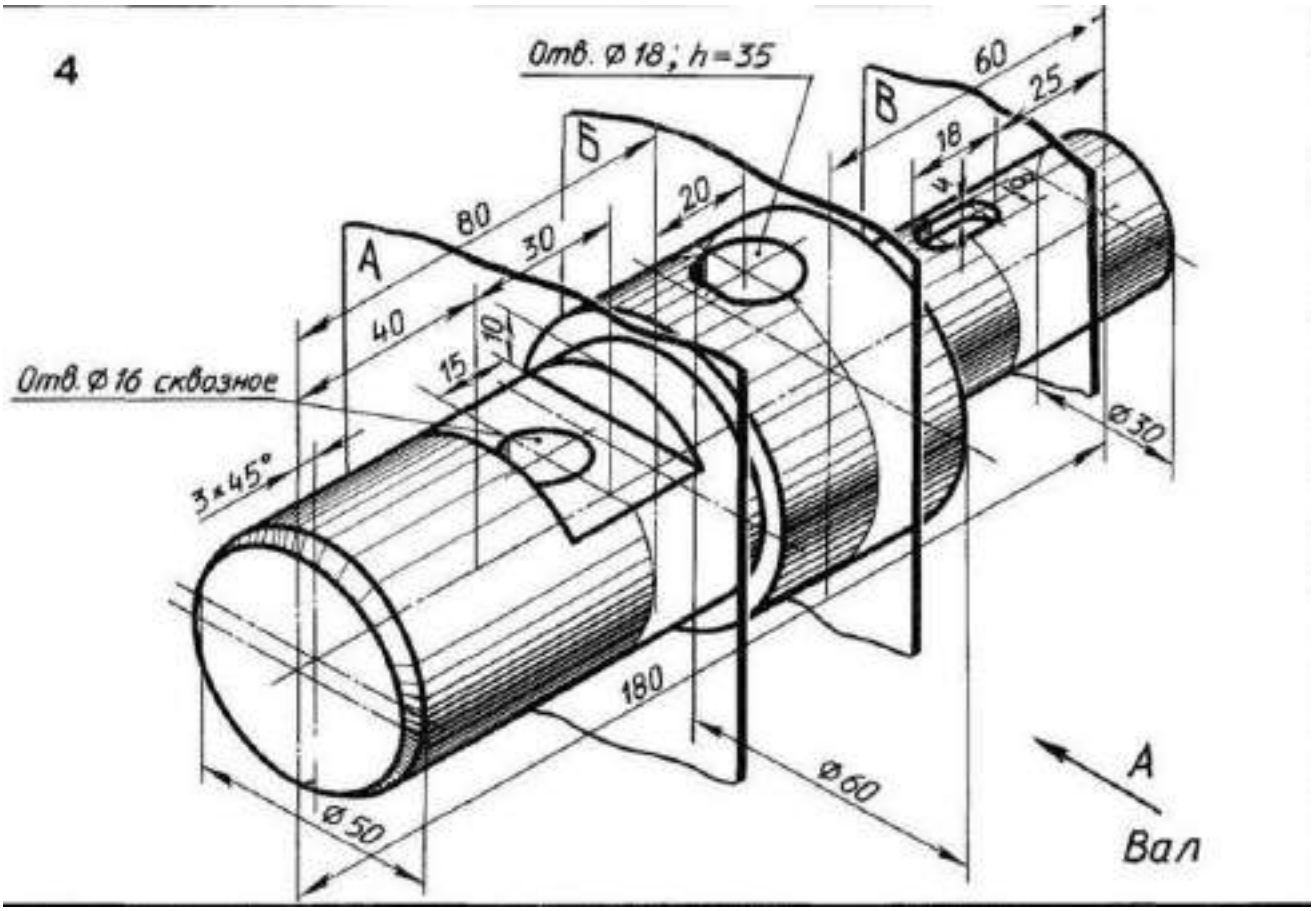
Проанализировать информацию о детали: размеры и допуски, сложность геометрии, материал, качество поверхности, функциональное назначение

2. В соответствии с эксплуатационными условиями разработать технологический процесс: выбрать оборудование аддитивного производства и произвести выбор материала.

Произвести Слайсинг и генерацию управляющей программы включая разработку поддержек. Сформировать файл для передачи задания на печать на 3D принтер.

Эксплуатационные условия:

- Деталь работает в атмосферных условиях при высоком перепаде температур.



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14
по МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»
Задание №2

1. Выполнить CAD-модель детали по заданным на изображении размерам с использованием программного комплекса КОМПАС-3D.

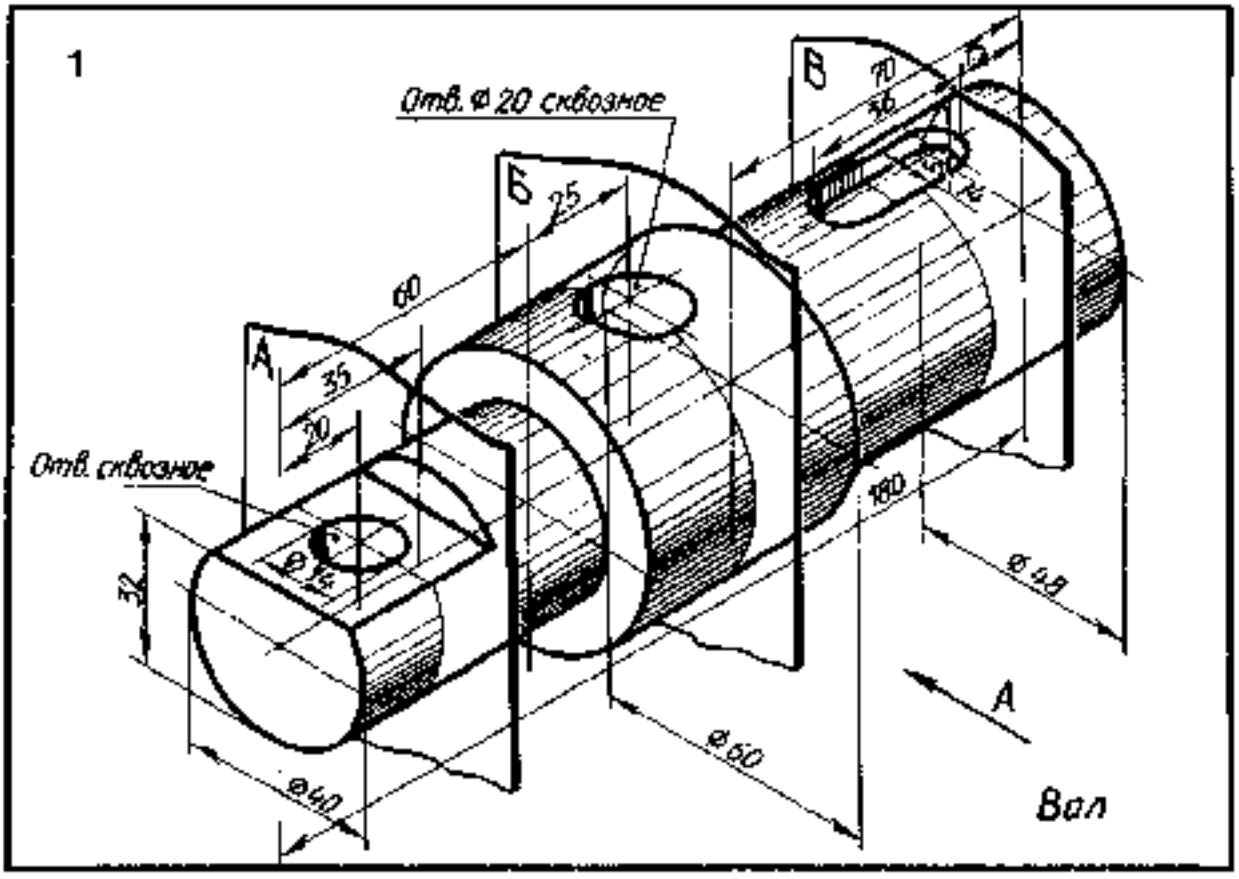
Проанализировать информацию о детали: размеры и допуски, сложность геометрии, материал, качество поверхности, функциональное назначение

2. В соответствии с эксплуатационными условиями разработать технологический процесс: выбрать оборудование аддитивного производства и произвести выбор материала.

Произвести Слайсинг и генерацию управляющей программы включая разработку поддержек. Сформировать файл для передачи задания на печать на 3D принтер.

Эксплуатационные условия:

- Деталь работает при высоких температурах, около 800 градусов Цельсия, и коррозионной и эрозионной стойкости.



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15
по МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»
Задание №2

1. Выполнить CAD-модель детали по заданным на изображении размерам с использованием программного комплекса КОМПАС-3D.

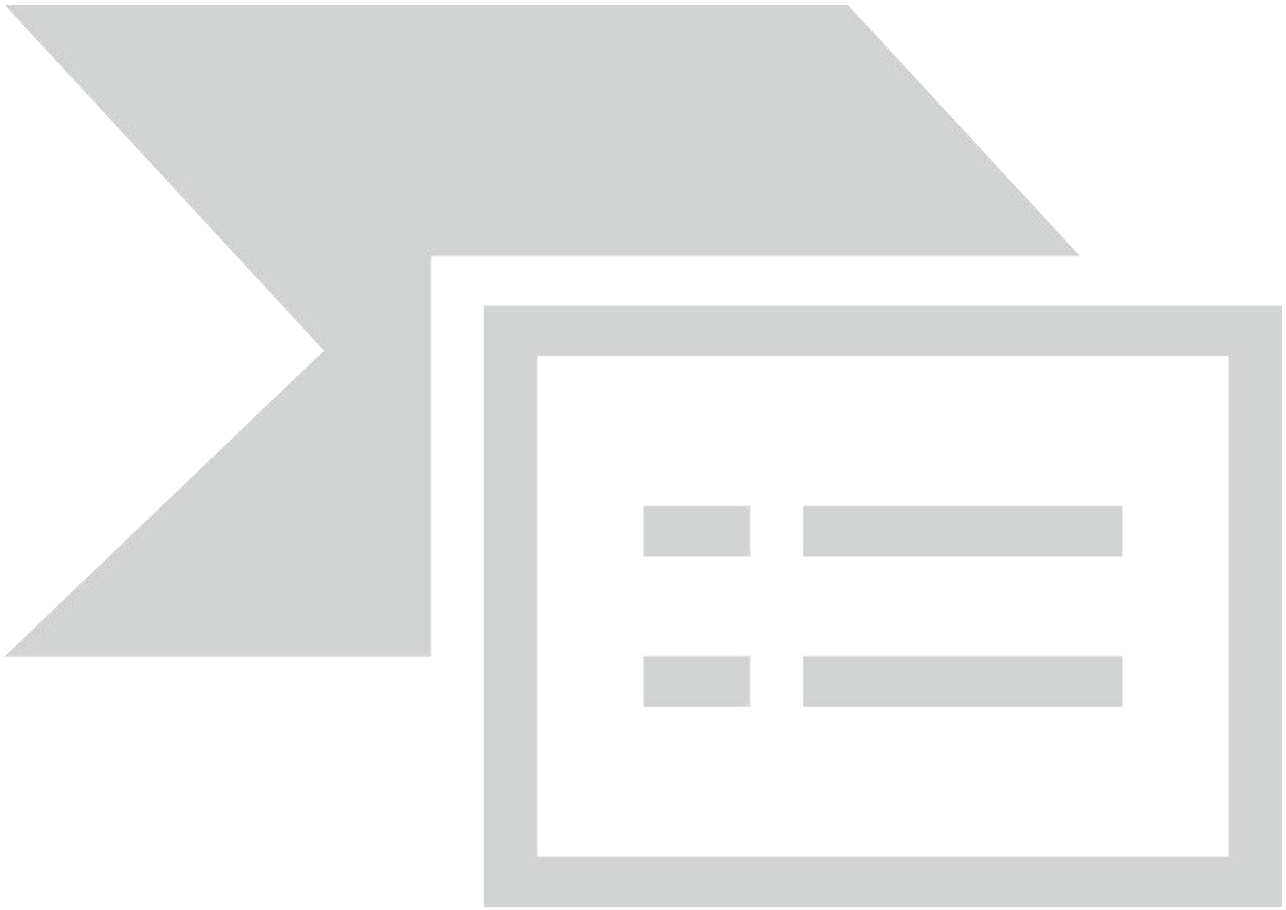
Проанализировать информацию о детали: размеры и допуски, сложность геометрии, материал, качество поверхности, функциональное назначение

2. В соответствии с эксплуатационными условиями разработать технологический процесс: выбрать оборудование аддитивного производства и произвести выбор материала.

Произвести Слайсинг и генерацию управляющей программы включая разработку поддержек. Сформировать файл для передачи задания на печать на 3D принтер.

Эксплуатационные условия:

- Изделие предназначено для работы в соляно-кислом растворе при нормальных условиях, должна обладать низкой удельной массой и относительно низкой теплопроводности.



СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1** По дисциплине МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №1

Задание 2- вариант №1

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2** По дисциплине МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №2

Задание 2- вариант №2

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3** По дисциплине МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №3

Задание 2- вариант №3

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4** По дисциплине МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №1

Задание 2- вариант №4

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5** По дисциплине МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №2

Задание 2- вариант №5

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6** По дисциплине МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №3

Задание 2- вариант №6

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7** По дисциплине МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №1

Задание 2- вариант №7

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8** По дисциплине МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №2

Задание 2- вариант №8

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9** По дисциплине МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №3

Задание 2- вариант №9

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10** По дисциплине МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №1

Задание 2- вариант №10

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11** По дисциплине МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №2

Задание 2- вариант №11

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12** По дисциплине МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №3

Задание 2- вариант №12

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13** По дисциплине МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №1

Задание 2- вариант №13

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14** По дисциплине МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №2

Задание 2- вариант №14

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15** По дисциплине МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №3

Задание 2- вариант №15

Преподаватель:

ОЦЕНОЧНЫЙ ЛИСТ

экзамен МДК 03.01. «Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок»

Дата _____

Фамилия И.О. _____

Группа _____

Задание 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
отв																				

Итого _____баллов

Задание 2

1. STL файл модели _____баллов

2. Технологический процесс _____ баллов

ИТОГО _____ баллов. Оценка _____

Преподаватель _____

Приложение 1.2 (МДК 04.01)
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

Контрольно-оценочные материалы
по междисциплинарному курсу
МДК 04.01. Технология изготовления деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса

2025

Контрольно-оценочные материалы разработаны на основе рабочей программы по профессиональному циклу «ПМ.04 Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (16045 Оператор станков с программным управлением)» для специальности среднего профессионального образования (далее СПО), **15.02.09 Аддитивные технологии.**

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Ринейская Я.В., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Задания
для проведения дифференцированного зачета
по МДК 04.01 «Технология изготовления деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса»

Критерий выставления оценки:

Задания блока А каждый вопрос 1 балл. Максимальное количество баллов 15.

Задания блока Б каждый вопрос 2 балла. Максимальное количество баллов 10.

Задания блока В, оценивается, как 2 балла за одно определение (полностью заполненная строка таблицы). Полностью правильно заполненная таблица 6 баллов.

Максимальное количество баллов - 31.

«отлично»	28-31 баллов;
«хорошо»	22-27 баллов;
«удовлетворительно»	15 – 21 баллов ;
«неудовлетворительно»	менее 15 баллов.

1 вариант

ЗАДАНИЯ БЛОКА А

1. Проходной резец предназначен для:
1) растачивание отверстий;
2) отрезания заготовок;
3) нарезания резьбы;
4) снятия слоя металла с поверхности заготовки.

2. Приспособление для закрепления заготовок на фрезерном станке:
1) зажим;
2) машинные тиски;
3) люнет;
4) центр.

3. Вторая цифра в обозначении модели станка 6Р82 означает:
1) Тип станка;
2) Группа станка;
3) Усовершенствование, по сравнению с базовой моделью;
4) Основные размеры станка.

4. Часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и последующему определению состояния изделия, называется:
1) механический процесс;
2) технологический процесс;
3) цеховой процесс;
4) рабочий процесс.

5. Суппорт токарно-винторезного станка предназначен для:
1) Настройки станка на необходимую подачу;
2) Опоры станка;
3) Перемещения резца;
4) Поддержания свободного конца заготовки.

6. Наладка станка - это…
1) Проверка его на геометрическую точность;
2) Включение в нем системы смазывания и охлаждения.
3) Подготовка его и оснастки к выполнению технологических операций
4) Испытание его на жесткость.

7. Определите частоту вращения шпинделя, если диаметр заготовки равен 106 мм, скорость резания 50м/мин:
1) 150 об/мин;

2) 1500 об/мин;
3) 145 об/мин;
4) 155 об/мин.

8. Каким способом токарной обработки можно получить отверстие 10-11 квалитета точности?
1) Сверлением;
2) Рассверливанием;
3) Растачиванием;
4) Зенкерованием.

9. Базы по назначению классифицируются на:
1) Установочную и направляющую;
2) Скрытую, явную;
3) Технологическую, измерительную;
4) Двойную опорную.

10. Выберите сумма главных углов резца:
1) 75°;
2) 80°;
3) 90°;
4) 95°.

11. Ширина фрезерования обозначается буквой:
1) Т;
2) В;
3) Д;
4) V.

12. Выберите формулу для расчета глубины резания:
1) t=(D-d)/2;
2) t= D-d/2;
3) t= D+d/2;
4) t= (D+d)/2.

13. Выберите показатель качества машины, характеризующий степень удобства, комфортности при работе человека с машиной:
1) эргономический показатель;
2) показатель надежности;
3) показатель безопасности;
4) комфортность.

14. Совокупность всех действий людей и орудий труда, направленных на превращение сырья, материалов и полуфабрикатов в изделие называется:
1) механический процесс;
2) технологический процесс;
3) производственный процесс;
4) рабочий процесс.

15. Выберите производство, при котором процесс изготовления изделий ведется партиями:
1) единичное;
2) серийное;
3) массовое;
4) индивидуальное.

ЗАДАНИЯ БЛОКА Б

1. Установите соответствие между твердостью шлифовального круга и его условным обозначением:

Твердость шлифовального круга	Условное обозначение шлифовального круга
Средняя Твёрдые Среднемягкие Мягкие	**а)** М3 **б)** СМ1 **в)** С2 **г)** Т1

Ответ:

1	2	3	4
В	**Г**	**Б**	**А**

2. Установить соответствие между параметрами технологического процесса резанием и их обозначением:

Параметры технологического процесса резанием	Обозначения
Скорость резания Глубина резания Частота вращения шпинделя станка Подача	**а)** S **б)** V **в)** t **г)** n

Ответ:

1	2	3	4
Б	**В**	**Г**	**А**

3. Дополните определение, вписав пропущенное слово:
База заготовки или изделия в виде воображаемой плоскости, оси или точки называется _____скрытой_____ базой.

4. Дополните определение, вписав пропущенное слово:

При обработке резцом на его передней поверхности вблизи режущей кромки образуется _____нарост_____.

5. Установите соответствие между названием фрезы и ее рисунком:

Название фрезы	**Рисунок**
1. Дисковая трехсторонняя; 2. Цилиндрическая; 3. Торцовая; 4. Концевая шпоночная.	

Ответ:

1	**2**	**3**	**4**
2	**1**	**4**	**5**

ЗАДАНИЯ БЛОКА В

Заполнить таблицу, виды и назначение технологических документов общего назначения

Таблица

Вид документа	Условное обозначение документа	Назначение документа
Титульный лист	ТЛ	Документ предназначен для оформления: - комплекта технологической документации на изготовление или ремонт изделия; - комплекта технологических документов на ТП изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия); - отдельных видов технологических документов. Является первым листом комплекта технологических документов
Карта эскизов	КЭ	Графический документ, содержащий эскизы, схемы и таблицы и предназначенный для пояснения выполнения ТП, операции или перехода изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия), включая контроль и перемещения
Технологическая инструкция	ТИ	Документ предназначен для описания ТП, методов и приемов, повторяющихся при изготовлении или ремонте изделий (составных частей изделий), правил эксплуатации средств технологического оснащения. Применяют в целях сокращения объема разрабатываемой технологической документации

2 вариант

ЗАДАНИЯ БЛОКА А

1. Слой металла, оставленный на обработку детали, при выполнении обработки резанием называется

1) запас;
2) припуск;
3) допуск;
4) отступ.

2. Глубина резания это:

1) Толщина слоя металла, срезаемого за один рабочий ход резца;
2) Припуск, снимаемый резцом за один или несколько проходов;
3) Слой металла, снимаемый резцом с заготовки.
4) Толщина слоя металла, срезаемого за несколько рабочих ходов резца.

3. Законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте и охватывающая все действия рабочего по обработке детали, называется:

1) работой;
2) установкой;
3) операцией;
4) приём.

4. Стойкость режущего инструмента это:

1) время непрерывной работы до первой переточки;
2) время непрерывной работы между переточками;
3) время эксплуатации до полного износа;
4) способность сопротивления истиранию.

5. Диаметр поверхности при обработке с глубиной резания 2 мм уменьшится на:

1) На 4мм;
2) На 1мм;
3) На 3мм;
4) На 2мм.

6. База, используемая для определения положения детали или сборочной единицы в изделии, называется:

1) конструкторской базой;
2) основной базой;
3) вспомогательной базой;
4) технологической базой.

7. Выберите по марке 6Р83 тип фрезерного станка:
1) Продольно – фрезерный;
2) Вертикально – фрезерный бесконсольный;
3) Горизонтально – фрезерный консольный;
4. Вертикально- фрезерный консольный.

8. Выберите сумма главных углов резца:
1) 75°;
2) 80°;
3) 90°;
4) 95°.

9. Совокупность рабочих мест, которая образует организационно-техническую единицу производства, называется:
1) цех;
2) рабочее место;
3) отделение;
4) участок.

10. Часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок или собираемой сборочной единицы, называется:
1) технологическим процессом;
2) технологической операцией;
3) установом;
4) переходом.

11. Число 35 в обозначении сверлильного станка 2Н135 указывает на:
1) наименьший диаметр сверления;
2) наибольший диаметр сверления;
3) максимальную длину отверстия;
4) наибольший размер детали.

12. Твердость режущего инструмента должна быть больше твердости обрабатываемого материала на:
1) на 1%;
2) максимум на 20%;
3) нет правильного ответа;
4) минимум на 20%.

13. Выберите узел токарного станка:
1) консоль;
2) суппорт;

3) хобот;
4) поворотная головка.

14. База, используемая для определения относительного положения заготовки или изделия в процессе изготовления или ремонта, называется:
1) конструкторской базой;
2) основной базой;
3) вспомогательной базой;
4) технологической базой.

15. Выберите производство, при котором процесс изготовления изделий ведется партиями:
1) единичное;
2) серийное;
3) массовое;
4) индивидуальное.

ЗАДАНИЯ БЛОКА Б

1. Установите соответствие между материалом режущей части и обрабатываемым материалом:

Материал режущей части	Условное обозначение шлифовального круга
1. Т30К4 **2.** ВК3 ВК6-ОМ	**А.** Чугун, цветные металлы и сплавы **Б.** Вольфрам, молибден, алюминиевые сплавы **В.** Углеродистые, легированные и коррозионно-стойкие стали

Ответ:

1	2	3
В	**А**	**Б**

2. Установить соответствие при выборе баз при различных способах установки заготовок на токарном станке:

1. В прямых кулачках; 2. На разжимной оправке; 3. В центрах; В патроне и заднем центре.	А) Отверстие и торец; Б) Центровые отверстия; В) Наружная цилиндрическая поверхность; Г) Наружная поверхность и торец.

Ответ:

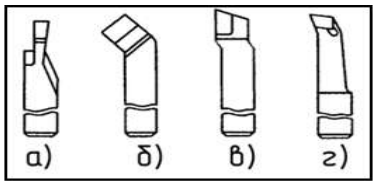
1	2	3	4
В	**А**	**Б**	**Г**

3. Дополните определение, вписав пропущенное слово:

База заготовки или изделия в виде воображаемой плоскости, оси или точки называется _____скрытой_____ базой.

4. Дополните определение, вписав пропущенное слово:
Законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте и охватывающая все действия рабочего по обработке детали до перехода к следующей, называется _____операцией_____.

5. Установите соответствие между изображенными резцами и видами токарной обработки.

Вид токарной обработки	Рисунок
1. Растачивание отверстий. 2. Точение ступенчатых цилиндрических поверхностей. 3. Снятие фасок; подрезание торцов; черновое точение цилиндрических поверхностей. 4. Отрезание заготовки; точение канавок.	

Ответ:

1	2	3	4
Г	**В**	**Б**	**А**

ЗАДАНИЯ БЛОКА В

Заполнить таблицу, виды и назначение технологических документов специального назначения.

Таблица

Вид документа	Условное обозначение документа	Назначение документа
Маршрутная карта	МК	Маршрутное или маршрутно-операционное описание ТП или указание полного состава технологических операций при операционном описании, включая контроль и перемещения по всем операциям различных технологических методов в технологической последовательности с указанием данных об оборудовании, технологической оснастке, материальных нормативах и трудовых затратах.
Карта технологического процесса	КТП	Операционное описание ТП в технологической последовательности по всем операциям одного вида формообразования, обработки, сборки или ремонта, с указанием переходов, технологических режимов и данных о средствах технологического оснащения, материальных и трудовых затратах.
Операционная карта	ОК	Описание технологической операции с указанием последовательного выполнения переходов, данных о средствах технологического оснащения, режимах и трудовых затратах. Применяют при разработке единичных ТП.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к ОПОП-П по специальности
25.02.09 Аддитивные технологии

РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН

ОГЛАВЛЕНИЕ

«СГ.01 История России »....2

«СГ.02 Иностранный язык в профессиональной деятельности»....16

«СГ.03 Безопасность жизнедеятельности» 34

«СГ.04 Физическая культура»....48

«СГ.05 Основы финансовой грамотности» 62

«ОП.01 Математика» 77

«ОП.02 Информатика» 89

«ОП.03 Инженерная графика»....97

«ОП.04 Электротехника и электроника»....110

«ОП.05 Техническая механика» 122

«ОП.06 Материаловедение»....130

«ОП.07 Теплотехника» 138

«ОП.08 Процессы формообразования в машиностроении» 150

«ОП.09 Метрология, стандартизация и сертификация» 162

«ОП.10 Системы автоматизированного проектирования технологических процессов»....173

«ОП.11 Основы мехатроники»....185

«ОП.12 Технологическое оборудование» 195

«ОП.13 Основы организации производства (основы экономики, права и управления)»....208

«ОП.14 Охрана труда» 225

«ОП.15 Психология общения»……..235

«ОП.16 Основы бережливого производства»……247

2025 г.

Приложение 2.1
к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«СГ.01 ИСТОРИЯ РОССИИ»

2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА 3
1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 50
1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины 50
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 5
2.1. Трудоемкость освоения дисциплины 5
2.2.Содержание дисциплины 6
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 12
3.1. Материально-техническое обеспечение 12
3.2. Учебно-методическое обеспечение 12
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 13

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «СГ.01 История России»

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель дисциплины «СГ.01 История России» формирование представлений об истории России как истории Отечества, основных вехах истории, воспитание базовых национальных ценностей, уважение к истории, культуре, традициям.

Дисциплина «СГ.01 История России» включена в обязательную часть социально-гуманитарного цикла образовательной программы.

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК, ПК	Умения	Знания
ОК 01	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;
	анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;	
	определять этапы решения задачи;	основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте;
	выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;	
	составлять план действия;	структуру плана для решения задач;
	определять необходимые ресурсы;	
	владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;	методы работы в профессиональной и смежных сферах;
	реализовывать составленный план;	алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;
	оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)	порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности;
ОК 02	определять задачи для поиска информации;	номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности;
	определять необходимые источники информации;	
	планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию;	приемы структурирования информации;
	выделять наиболее значимое в перечне информации;	
	оценивать практическую значимость результатов поиска;	
	оформлять результаты поиска,	формат оформления результатов поиска

	применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;	информации, современные средства и устройства информатизации;
	использовать современное программное обеспечение;	порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств;
	использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач	
ОК 04	организовывать работу коллектива и команды;	психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности;
	взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности	
ОК 05	грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять толерантность в рабочем коллективе	особенности социального и культурного контекста;
		правила оформления документов и построения устных сообщений;
ОК 06	описывать значимость своей профессии	значимость профессиональной деятельности по профессии;
	применять стандарты антикоррупционного поведения	стандарты антикоррупционного поведения и последствия его нарушения;

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	**Объем в часах**	**В т.ч. в форме практ. подготовки**
Учебные занятия	49	-
Самостоятельная работа	-	-
Промежуточная аттестация	2	-
Всего	**51**	-

2.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятий	Объем, акад. ч. / в том числе в форме практической подготовки, акад. ч	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
1	2	3	4
Тема I. Россия – великая наша держава	**Содержание**	**2/0**	
	Гимн России. Становление духовных основ России. Место и роль России в мировом сообществе. Содружество народов России и единство российской цивилизации. Пространство России и его геополитическое, экономическое и культурное значение. Российские инновации и устремленность в будущее. **Роль исторических знаний в профессиональной деятельности.**	2	ОК 02, ОК 05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема II. Александр Невский как спаситель Руси	**Содержание**	**4/2**	
	В Выбор союзников Даниилом Галицким. Александр Ярославович. Невская битва и Ледовое побоище. Столкновение двух христианских течений: православие и католичество. Любечский съезд. Русь и Орда. Отношение Александра с Ордой.	4	ОК 01, ОК 02, ОК 05
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	1.Александр Невский как спаситель Руси. Работа с картой и историческими документами.	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема III. Смута и её преодоление	**Содержание**	**2/0**	
	Династический кризис и причины Смутного времени. Избрание государей посредством народного голосования. Столкновение с иностранными захватчиками и зарождение гражданско-	2	ОК 01, ОК 04, ОК 05

	патриотической идентичности в ходе 1-2 народного ополчений.		
	В том числе практических и лабораторных занятий:		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся:		
Тема IV. Отношения между Россией и Речью Посполитой в XVII в.	**Содержание**	**2/0**	
	Взаимоотношения России и Польши. Вопросы национальной и культурной идентичности приграничных княжеств западной и южной Руси (Запорожское казачество). Борьба за свободу под руководством Богдана Хмельницкого. Земский собор 1653 г. и Переяславская Рада 1654 г.	2	ОК 01, ОК 04, ОК 05
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема V. Пётр Великий. Строитель великой империи	**Содержание**	**3/1**	
	Взаимодействие Петра I с европейскими державами (северная война, прутские походы). Формирование нового курса развития России: западноориентированный подход. Россия – империя. Социальные, экономические и политические изменения в стране. **Создание военно-морского флота. Судостроение в XVIII.** Строительство великой империи: цена и результаты.	3	ОК 02, ОК 05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий	**1**	
	2.» Морским судам быть...»	1	ОК 02, ОК 05, ОК 06
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема VI. Просвещённый абсолютизм в России. Россия и мир в XVIII в.	**Содержание**	**3/0**	
	Просвещённый абсолютизм в России. Положение Российской империи в мировом порядке: русско-турецкие войны (присоединение Крыма), разделы Речи Посполитой. Расцвет культуры Российской империи и её значение в мире. Строительство городов в Северном Причерноморье.	3	ОК 01, ОК 04, ОК 05
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
ТемаVII.	**Содержание**	**2/1**	

Крымская война – «Пиррова победа Европы»	«Восточный вопрос». Положение держав в восточной Европе. Курс императора Николая I. Расстановка сил перед Крымской войной. Ход военных действий. Оборона Севастополя. Итоги Крымской войны.	2	ОК 01, ОК 04, ОК 05
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	№3 Крымская война – «Пиррова победа Европы». Работа с исторической картой и историческими источниками.	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема VIII. Гибель империи	**Содержание**	**3/1**	
	Первая русская революция 1905-1907 гг. Первая мировая война и её значение для российской истории: причины, предпосылки, ход военных действий (Брусиловский прорыв), расстановка сил. Февральская революция и Брестский мир. Октябрь 1917 г. как реакция на происходящие события: причины и ход Октябрьской революции. Гражданская война.	3	ОК 01, ОК 04, ОК 05
	В том числе практических и лабораторных занятий	**1**	
	4. Сравнительный анализ трех революций в России.	1	ОК 02, ОК 05
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема IX. От великих потрясений к Великой победе	**Содержание**	**3/2**	
	Новая экономическая политика. Антирелигиозная компания. Коллективизация и ее последствия. Индустриализация. Патриотический поворот в идеологии советской власти и его выражение в Великой Отечественной Войне.	3	ОК 01, ОК 02, ОК 05
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	5.Россия в 20-30-е годы XX в. Анализ альтернативных точек зрения.	2	ОК 02, ОК 05
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема X. Вторая мировая война (1939-1945) и Великая	**Содержание**	**4/2**	
	Причины и предпосылки Второй мировой войны. Основные этапы и события Великой Отечественной войны. Патриотический подъем народа в годы Отечественной Войны. Фронт и тыл**. Трудовой**	4	ОК 02, ОК 05, ОК 06

Отечественная война (1941-1945)	**подвиг рабочих судостроительных предприятий в годы Великой Отечественной войны. Примеры героизма и мужества работников судостроительной отрасли в годы Великой Отечественной войны.** Защитники Родины и пособники нацистов. Великая Отечественная война в исторической памяти нашего народа.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2/0**	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема XI. В буднях великих строек	**Содержание**	**3/1**	
	Геополитические результаты Великой Отечественной. Экономика и общество СССР после Победы. Пути восстановления экономики – процессы и дискуссии. Экономическая модель послевоенного СССР, идеи социалистической автаркии. Продолжение и последующее сворачивание патриотического курса в идеологии. Атомный проект и создание советского ВПК. План преобразования природы.	3	ОК 01, ОК 02, ОК 05
	В том числе практических и лабораторных занятий	**1**	
	6." СССР в послевоенный период"	1	ОК 02, ОК 05
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема XII. От перестройки к кризису, от кризиса к возрождению	**Содержание**	**3/0**	
	Идеология и действующие лица «перестройки». Россия и страны СНГ в 1990-е годы. Кризис экономики – цена реформ. Безработица и криминализация общества. Пропаганда деструктивных идеологий среди молодёжи. Олигархизация. Конфликты на Северном Кавказе. Положение национальных меньшинств в новообразованном государстве.	3	ОК 01, ОК 04, ОК 05 КК 1, КК 5
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема XIII. Россия XXI век	**Содержание**	**2/0**	
	Запрос на национальное возрождение в обществе. Укрепление патриотических настроений. Владимир Путин. Деолигархизация и	2	ОК 01, ОК 04, ОК 05

	укрепление вертикали власти. Курс на суверенную внешнюю политику: от Мюнхенской речи до операции в Сирии. Экономическое возрождение: энергетика, сельское хозяйство, национальные проекты. Возвращение ценностей в конституцию. Спецоперация по защите Донбасса.		
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема XIV. История антироссийской пропаганды	**Содержание**	**1/0**	
	Ливонская война – истоки русофобской мифологии. «Завещание Петра великого» - антироссийская фальшивка. Пропаганда Наполеона Бонапарта. Либеральная и революционная антироссийская пропаганда в Европе в XIX столетии и роль в ней российской революционной эмиграции. Образ большевистской угрозы в подготовке гитлеровской агрессии. Антисоветская пропаганда эпохи Холодной войны. Мифологемы и центры распространения современной русофобии.	1	ОК 01, ОК 04, ОК 05
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема XV. Слава русского оружия	**Содержание**	**2/0**	
	Ранние этапы истории российского оружейного дела: государев пушечный двор, тульские оружейники. Значение военно-промышленного комплекса в истории экономической модернизации Российской Империи: Путиловский и Обуховский заводы, развитие авиации. Сталинская индустриализация. Пятилетки. ВПК в эпоху Великой Отечественной Войны – всё для фронта, всё для победы. Космическая отрасль, авиация, ракетостроение, кораблестроения. Современный российский ВПК и его новейшие разработки.	2	ОК 01, ОК 02, ОК 05
	В том числе практических занятий и лабораторных работ		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема XVI.	**Содержание**	**4/2**	

Россия в деле	Высокие технологии. Энергетика. Сельское хозяйство. Освоение Арктики. Развитие сообщений – дороги и мосты. Космос. Перспективы импортозамещения и технологических рывков.	2	ОК 01, ОК 04, ОК 05
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	7.«Россия в деле». Работа с историческими источниками и иллюстративным материалом	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Промежуточная аттестация		**2**	
Всего:		**51**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение:

Кабинет «Социально-гуманитарных дисциплин», оснащенный в соответствии с приложением 3 ОПОП-П

3.2. Информационное обеспечение реализации программы

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Артемов, В. В. История (для всех специальностей СПО) : учебник для студентов учреждений сред. проф. образования / В.В. Артемов, Ю.Н. Лубченков. - 3-е изд., стер. – Москва : Академия, 2020. – 256 с.

2. Зуев, М. Н. История России XX – начала XXI века : учебник и практикум для среднего профессионального образования / М. Н. Зуев, С. Я. Лавренов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 299 с.

3. История России XX – начала XXI века : учебник для среднего профессионального образования / Д. О. Чураков [и др.] ; под редакцией Д. О. Чуракова, С. А. Саркисяна. — 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 311 с.

4. История России с древнейших времен до наших дней : учебное пособие / А. Х. Даудов, А. Ю. Дворниченко, Ю. В. Кривошеев [и др.] ; под. ред. А. Х. Даудов. - СПб : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2019. - 368 с.

3.2.2. Дополнительные источники

1. История России. XX – начало XXI века: учебник для среднего профессионального образования / Л.И. Семенникова [и др.]; под редакцией Л.И. Семенниковой. – 7-е изд., испр. и доп. – Москва: Юрайт, 2020. – 328 с. - (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-09384. – Текст: непосредственный.

2. История: учебное пособие / П.С. Самыгин, С.И. Самыгин, В.Н. Шевелев, Е.В. Шевелева. – Москва: ИНФРА-М, 2020. – 528 с. – (Среднее профессиональное образование). – ISBN 978-5-16-102693-9. – Текст: непосредственный.

3. Касьянов, В.В. История России: учебное пособие для среднего профессионального образования / В.В. Касьянов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 255 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-09549-4. – Текст: непосредственный.

4. Кириллов, В.В. История России: учебник для среднего профессионального образования / В.В. Кириллов, М.А. Бравина. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 565 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-08560-0. – Текст: непосредственный.

5. Князев, Е.А. История России XX век: учебник для среднего профессионального образования / Е.А. Князев. – Москва: Юрайт, 2021. – 234 с. – (Профессиональное образование). –ISBN 978-5-534-13336-3. – Текст: непосредственный.

6. Крамаренко, Р.А. История России: учебное пособие для среднего профессионального образования / Р.А. Крамаренко. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 197 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-09199-1. – Текст: непосредственный.

7. Мокроусова, Л.Г. История России: учебное пособие для среднего профессионального образования / Л.Г. Мокроусова, А. Н. Павлова. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 128 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-08376-7. – Текст: непосредственный.

8. Некрасова, М.Б. История России: учебник и практикум для среднего профессионального образования / М.Б. Некрасова. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2020. – 363 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-05027-1. – Текст: непосредственный.
9. Прядеин, В.С. История России в схемах, таблицах, терминах и тестах: учебное пособие для среднего профессионального образования / В.С. Прядеин; под научной редакцией В.М. Кириллова. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 198 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-05440-8. – Текст: непосредственный.
10. Санин, Г.А. Крым. Страницы истории: пособие для учителей общеобразовательных организаций / Г.А. Санин. – Москва: Просвещение, 2015. – 80 с. – ISBN 978-5- 09-034351-0. – Текст: непосредственный.
11. Степанова, Л.Г. История России. Практикум: учебное пособие для среднего профессионального образования / Л.Г. Степанова. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 231 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-10705-0. – Текст: непосредственный.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Показатели освоенности компетенций	Методы оценки
Знает: - актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; - основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; - структуру плана для решения задач; - методы работы в профессиональной и смежных сферах; - алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; - порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности - номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; -приемы структурирования информации; - формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации; - порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием	- демонстрирует знания об основных тенденциях экономического, политического и культурного развития России. - демонстрирует знания об основных источниках информации и ресурсов для решения задач и проблем в историческом контексте. -демонстрирует знания о приемах структурирования информации. -демонстрирует знания о формате оформления результатов поиска информации. -демонстрирует знания о возможных траекториях личностного развития в соответствии с принятой системой ценностей. -демонстрирует знания о психологии коллектива психологии личности. -понимает смысл о роли науки, культуры и религии в сохранении и укреплении национальных и государственных традиций. -понимает смысл гражданско-	Экспертное наблюдение и оценивание знаний на теоретических занятиях. Оценивание выполнения индивидуальных и групповых заданий. Диагностические работы. Контрольные работы. Презентация минипроектов. Устный и письменный опрос. Результаты выполнения учебных заданий. Практические работы. Промежуточная аттестация - зачёт

цифровых средств -психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности; -особенности социального и культурного контекста; - правила оформления документов и построения устных сообщений -сущность гражданско-патриотической позиции, общечеловеческих ценностей; - значимость профессиональной деятельности по профессии - стандарты антикоррупционного поведения и последствия его нарушения ***Умеет:*** - распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; - анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; - определять этапы решения задачи; - выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; - составлять план действия; - владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; - оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника) - определять задачи для поиска информации; - определять необходимые источники информации; - организовывать работу коллектива и команды; - взаимодействовать с коллегами, - руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности; - грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;	патриотической позиции. -понимает смысл общечеловеческих ценностей. -понимает смысл содержания и назначения важнейших правовых и законодательных актов государственного значения. -понимает смысл перспективных направлений и основных проблем развития РФ на современном этапе. -демонстрирует умения ориентироваться в современной экономической, политической и культурной ситуации в России и мире. -демонстрирует умения распознавать задачу и/или проблему в историческом контексте. -демонстрация умения анализировать задачу и/или проблему в историческом контексте и выделять ее составные части. -демонстрация умения оценивать результат и последствия исторических событий. -сформированы умения определять задачи поиска исторической информации. -демонстрирует умения определять необходимые источники информации. -демонстрирует умения структурировать получаемую информацию. -демонстрация умения выделять наиболее значимое в перечне информации. -демонстрирует умения оценивать практическую	Подготовка выступлений с проблемно-тематическими сообщениями (докладами, презентациями). Диагностические работы. Контрольные работы. Презентация минипроектов. Устный и письменный опрос. Результаты выполнения учебных заданий. Практические работы. Промежуточная аттестация - зачёт.

- проявлять толерантность в рабочем коллективе; -описывать значимость своей профессии; - применять стандарты антикоррупционного поведения;	значимость результатов поиска и умения оформлять результаты поиска. -сформированы умения выстраивать траекторию личностного развития в соответствии с принятой системой ценностей. -демонстрирует умения организовывать и мотивировать коллектив для совместной деятельности. -демонстрирует умения излагать свои мысли в контексте современной экономической, политической и культурной ситуации в России и мире. -демонстрирует умения осознавать личную ответственность за судьбу России. -демонстрирует умения проявлять социальную активность и гражданскую зрелость. -демонстрирует умения применять средства информационных технологий для решения поставленных задач. -сформированы умения анализировать правовые и законодательные акты регионального значения	

Приложение 2.2

к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

СГ.02
«ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

2025

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ 17

1. Общая характеристика 18

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 18

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины 18

2. Структура и содержание ДИСЦИПЛИНЫ 20

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины 20

2.2. Содержание дисциплины 21

3. Условия реализации ДИСЦИПЛИНЫ 30

3.1. Материально-техническое обеспечение 30

3.2. Учебно-методическое обеспечение 30

4. Контроль и оценка результатов освоения ДИСЦИПЛИНЫ 31

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКАРАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы:

Цель дисциплины «Иностранный язык в профессиональной деятельности»: формирование и развитие коммуникативной компетенции, позволяющей свободно общаться на английском языке в различных формах и на различные темы, в том числе в сфере профессиональной направленности.

Дисциплина «Иностранный язык в профессиональной деятельности» включена в обязательную часть социально-гуманитарного цикла образовательной программы.

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать
ОК 1	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить
	выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы	основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте
	владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах	методы работы в профессиональной и смежных сферах
	оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)	порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности
ОК 2	выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска	приемы структурирования информации
	оценивать практическую значимость результатов поиска	формат оформления результатов поиска информации
	использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач	программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства
ОК 4	организовывать работу коллектива и команды	психологические основы деятельности коллектива
	взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности	психологические особенности личности
ОК 9	понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на	правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы

	базовые профессиональные темы	
	участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы	основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика)
	строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности	лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности
	кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые)	особенности произношения
	писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы	правила чтения текстов профессиональной направленности
ПК 1.4	читать чертежи, спецификации и технологическую документацию по профилю специальности	типы и назначение спецификаций, правила их чтения и составления
ПК 2.3	оценивать состояние техники безопасности на производственном объекте	правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности
ПК 2.7	эффективно использовать материалы и оборудование	методы повышения долговечности оборудования

1.3.Обоснование часов вариативной части ОПОП-П

№ № п/п	**Дополнительные профессиональные компетенции**	**Дополнительные знания, умения, навыки**	**№, наименование темы**	**Объем часов**	**Обоснование включения в рабочую программу**
1	-	**знать**: судостроительную терминологию на иностранном языке; **уметь:** пользоваться профессиональной (судостроительной) документацией на иностранном языке	Тема 1.2. Россия -морская держава. Тема 1.4. Английский язык в будущей профессии; Тема 1.6. Судостроение в России; Тема № 1.7. В морском колледже. Тема №2.2. Посещение корабля; Тема № 3.2. Технологии аддитивного производства	70	По запросу работодателя АО «Адмиралтейские верфи

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	Объем в часах	В т.ч. в форме практ. подготовки
Учебные занятия	186	50
Самостоятельная работа	-	-
Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета	2	
Всего	**188**	**50**

2.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятий	Объем, ак. ч. / в том числе в форме практической подготовки, ак. ч.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
Раздел 1. Лексические и грамматические средства языка в социально-культурной сфере общения		**71/10**	
Тема 1.1. На корабле.	**Содержание**	14/2	
	Корабль, экскурсия на корабль. Работа с лексическим материалом. Формы приветствия, прощания; слова благодарности, обращения; правила хорошего тона. Глагол to be. Артикль. Вопросительные предложения.		ОК 1 ОК 2 ОК 4 ОК 9
	В том числе практических и лабораторных занятий	14	
	№ 1. Фонетические особенности английского языка. Правила чтения. № 2. Артикль. Выполнение упражнений на употребление артикля в предложении. № 3. Глагол to be. Выполнение упражнений на употребление глагола to be. № 4. Повелительное наклонение. Выполнение грамматических упражнений. № 5. Место прилагательного в предложении. № 6. Предлоги места и направления. № 7. Множественное число имен существительных. № 8. Указательные местоимения. № 9. Специальные и альтернативные вопросы. № 10. Освоение лексики и выполнение лексико-грамматических упражнений по теме «Корабль». № 11.Чтение и перевод текста «Экскурсия на корабль». № 12. На корабле. Диалоги. № 13. Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме. № 14. Контроль знаний. Устный опрос по пройденному материалу		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 1.2. Россия -морская держава.	**Содержание**	***8/1***	
	Мореходство в России. Организация работы порта. Порт Санкт-Петербурга. Порядок слов в английском предложении. Виды предложений. Понятие об инфинитиве. Притяжательный падеж имен существительных.		ОК 1 ОК 2 ОК 4 ОК 9
	В том числе практических и лабораторных занятий	8	

	№ 15. Основные порты России. № 16. Санкт-Петербург - морская столица. № 17. Порт Санкт-Петербурга. № 18. Притяжательные местоимения. № 19. Притяжательный падеж имен существительных. № 20. Составление диалогов по теме «В порту». № 21. Организация операций в российских портах. Работа с лексикой. № 22. Контроль знаний. Устный опрос по пройденному материалу.		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 1.3. На уроке английского языка.	**Содержание**	***8/0***	
	Роль английского языка, английский язык в современном мире. Употребление притяжательных местоимений. Оборот there is/there are. Употребление в предложениях. Неопределенные местоимения и их производные.		ОК 1 ОК 2 ОК 4 ОК 9
	В том числе практических и лабораторных занятий	8	
	№ 23. Роль английского языка в современном мире. № 24. Прямое и косвенное дополнение. № 25. Оборот there is/there are. Построение различных типов предложений с использованием оборотов there is/there are. № 26. Неопределенные местоимения some и any. Их производные. № 27. Освоение лексики по теме «На уроке английского языка». № 28. Развитие диалогической речи «На уроке английского языка». №29.Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме. № 30. Контроль знаний. Устный опрос по пройденному материалу.		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 1.4. Английский язык в будущей профессии.	**Содержание**	***9/0***	
	Значение английского языка для будущей карьеры. Употребление лексики в диалогической и монологической речи. Глаголы to be, to have. Местоимения many, much, little. Числительные. Количественные и порядковые числительные.		ОК 1 ОК 4 ОК 9
	В том числе практических и лабораторных занятий	9	
	№ 31. Местоимения many, much, little, few. № 32. Глагол Have got. Выполнение упражнений по теме. № 33. Количественные и порядковые числительные. № 34. Освоение лексики по теме «Моя будущая профессия и английский язык». № 35. Чтение и перевод текста «Значение английского языка для будущей карьеры». № 36. Работа со словарем. Перевод.		

	№ 37. Диалоги «Английский язык в моей жизни». № 38. Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме. № 39. Контрольная работа №1.		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 1.5. Путешествие.	**Содержание**	***8/2***	
	Изучение лексического материала по темам: путешествие на корабле, самолете, поезде. На таможне. Употребление лексики в диалогической и монологической речи. Глагол let в повелительном наклонении. Настоящее неопределённое время.		ОК 1 ОК 2 ОК 4 ОК 9
	В том числе практических и лабораторных занятий	8	
	№ 40. Настоящее неопределённое время. Образование, употребление. № 41. Наречия неопределенного времени. № 42. Путешествие на поезде, самолете. № 43. На таможне. Употребление лексики в диалогической речи. № 44. Освоение лексики по теме «Путешествие на корабле». № 45. Чтение перевод текста по теме. № 46. Диалоги «Морское путешествие». №47.Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме.		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 1.6. Судостроение в России.	**Содержание**	***14/3***	
	Изучение лексического материала по темам: развитие судостроения в России и Санкт-Петербурге, судостроительные предприятия. Употребление в диалогической и монологической речи. Безличные предложения. Конструкция to be going to. Причастие настоящего времени. Настоящее длительное время. Фразовые глаголы. Словообразование.		ОК 1 ОК 2 ОК 4 ОК 9 ПК 1.4
	В том числе практических и лабораторных занятий	14	

	№ 48. Развитие судостроительной отрасли в России и за рубежом (2 часа). № 49. Безличные предложения. № 50. Судостроение в России. № 51. История развития судостроения в Санкт-Петербурге. № 52. Выполнение лексических упражнений, составление рассказа по теме «Судостроение в наши дни» (2 часа). № 53. Причастие настоящего времени. № 54. Настоящее длительное время. № 55. Выражение to be going to. № 56. Составление диалогов-расспросов, устных сообщений по теме «Судостроение в России» (2 часа). № 57. Судостроительные предприятия Санкт-Петербурга. № 58. Контрольная работа №2.		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема № 1.7. В морском колледже.	**Содержание**	***10/2***	
	Освоение лексики по теме «В морском колледже». Будущее простое/длительное время. Придаточные предложения времени и условия. Словообразование.		ОК 1 ОК 2 ОК 9
	В том числе практических и лабораторных занятий	10	
	№ 59. Словообразование: производные от some, any, no, every. Повторение. № 60. Существительные. Единственное и множественное число. № 61. Существительные, употребляемые только во множественном, единственном числе. № 62. Освоение лексики по теме «В морском колледже». № 63. Ознакомительное и поисковое чтение текста «В морском колледже». № 64. Лексико-грамматический практикум по теме. № 65. Активация речи по теме «В морском колледже» (2 часа). № 66. Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме. №67. Контроль знаний. Устный опрос по пройденному материалу.		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Раздел №2. Лексические и грамматические средства языка в профессиональной сфере общения		**51/15**	
Тема №2.1. Экипаж корабля.	**Содержание**	***13/5***	ОК 1 ОК 2 ОК 4 ОК 9
	Освоение лексики по теме «Экипаж корабля». Ответы на вопросы по содержанию текста. Составление диалогов с использованием профессиональной лексики и терминологии. Модальные глаголы. Выполнение грамматических упражнений Настоящее завершенное время.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	13	

	№ 68. Модальные глаголы и их функция в предложении. № 69. Модальные глаголы и их эквиваленты. № 70. Освоение лексики по теме «Экипаж корабля» (2 часа). №71. Развитие навыков письменного перевода с использованием профессиональной лексики. № 72. Чтение и перевод текста «Экипаж корабля». № 73. Развитие навыков диалогической речи «В море». №74. Выполнение лексических упражнений по тексту «Экипаж корабля». № 75. Составление монологического высказывания на основе прочитанного. №76. Составление диалогов с использованием профессиональной лексики и терминологии (2 часа). №77.Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме № 78. Контроль знаний. Устный опрос по пройденному материалу		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема №2.2. Посещение корабля.	**Содержание**	***13/5***	
	Работа с текстом «Посещение корабля». Составление диалогов с использованием профессиональной лексики. Числа (количественные, порядковые, дробные, десятичные). Проценты. Счет. Цифровые системы. Меры длины. Квадратные, кубические меры. Меры массы.		ОК 1 ОК 4 ОК 9 ПК 1.4 ПК 2.3
	В том числе практических и лабораторных занятий	13	
	№ 79. Прошедшее продолженное время. № 80. Сравнение времен группы Continuous. № 81. Освоение лексики по теме «Посещение корабля». № 82. Развитие навыков письменного перевода с использованием профессиональной лексики. № 83. Чтение и перевод текста «Посещение корабля». № 84. Активация речи «На корабле» (2 часа). № 85. Выполнение лексических упражнений по тексту «Посещение корабля». № 86. Составление монологического высказывания на основе прочитанного. № 87. Составление диалогов с использованием профессиональной лексики и терминологии (2 часа). №88. Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме. № 89. Контрольная работа №3.		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема № 2.3. Плавательная практика.	**Содержание**	***12/5***	
	Освоение лексики по теме «Плавательная практика». Чтение и перевод текста «Плавательная практика». Развитие навыков аудирования с использованием профессиональной лексики.		ОК 1 ОК 2 ОК 4

	Составление диалогов. Работа с лексикой. Составление придаточных предложений.		ОК 9
	В том числе практических и лабораторных занятий	12	
	№ 90. Будущее неопределённое время. Использование будущего времени в разных типах предложений. № 91. Сравнение времен группы Simple. № 92. Освоение лексики по теме «Плавательная практика». № 93. Развитие навыков письменного перевода с использованием профессиональной лексики. № 94. Чтение и перевод текста «Плавательная практика». № 95. Развитие диалогической речи по теме. № 96. Развитие навыков аудирования с использованием профессиональной лексики. № 97. Выполнение лексических упражнений по тексту «Плавательная практика». № 98. Составление монологического высказывания на основе прочитанного. № 99. Составление диалогов с использованием профессиональной лексики и терминологии. №100.Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме. № 101. Контроль знаний. Устный опрос по пройденному материалу.		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема № 2.4. Ситуационные диалоги: как найти дорогу к…?»	**Содержание**	***13/0***	
	Основные лексические единицы по теме «В незнакомом городе», «Как спросить, указать дорогу». Употребление в диалогах. Словообразование. Конверсия.	2	ОК 1 ОК 2 ОК 4 ОК 9
	В том числе практических и лабораторных занятий	11	
	№ 102. Придаточные предложения времени и условия. № 103. Возвратные местоимения. № 104. Составление придаточных предложений с использованием возвратных местоимений. № 105. Освоение лексики по теме «Как найти дорогу к…?» № 106. Чтение и перевод ситуационных диалогов. (2 часа) № 107. Как спросить дорогу в порту. Выполнение лексических упражнений. № 108. Выполнение лексических упражнений. № 109. Составление диалогов по заданной теме «Как найти дорогу к …?» (2 часа) №110.Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме.		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Раздел № 3. Иностранный язык в профессиональной деятельности.		**43/20**	

Тема №3.1. Материалы и технологии.	**Содержание**	**12/7**	ОК 1 ОК 2 ОК 4 ОК 9 ПК 1.4 ПК 2.3 ПК 2.7
	Материалы, используемые в производстве. Работа с лексикой. Техника безопасности на производстве. Композитные материалы. Основоположники аддитивных технологий.	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	10	
	№ 111. Чтение, перевод текста «Металлы и сплавы». №112. Оборудование на заводе. Развитие навыков письменного перевода с использованием профессиональной лексики. №113. Трудности перевода грамматических структур. №114. Развитие навыков письменного перевода с использованием профессиональной лексики. №115. Развитие навыков устного перевода по теме «Основные материалы в производстве» (2 часа). №116. Вклад российских ученых в развитие аддитивных технологий (2 часа). №117. Методы производства. Освоение лексики. №118. Современные тенденции инженерии. Диалоги		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема № 3.2. Технологии аддитивного производства.	**Содержание**	***10/6***	
	Лексика по теме «Создание изделий с помощью аддитивных технологий». Виды аддитивных технологий и различные типы установок. Применение и развитие аддитивных технологий в различных отраслях промышленности. Развитие и перспективы аддитивных технологий в стране и в мире.	2	ОК 2 ОК 9 ПК 1.4 ПК 2.3 ПК 2.7
	В том числе практических и лабораторных занятий	8	
	№119. Что такое аддитивные технологии. Работа с текстом (2 часа). №120. Аддитивное производство: технологии и материалы (2 часа). №121. Типы 3D принтеров (2 часа). №122. Настоящее совершенное время. Образование. Употребление. №123. Контрольная работа №4.		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема №3.3. Современные компьютерные технологии в производстве.	**Содержание**	***21/7***	
	Компьютерное проектирование. Инструкции, памятки. Инновационные разработки в сфере аддитивного производства.	2	ОК 1 ОК 9 ПК 1.4 ПК 2.3 ПК 2.7
	В том числе практических и лабораторных занятий	19	

	№124. Перспективы аддитивных технологий в России (2 часа). №125. Составление монологического высказывания на основе прочитанного. №126. Повторение темы «Страдательный залог». №127. Грамматический практикум по теме (2 часа). №128. Употребление артикля с географическими названиями. №129. Выполнение лексических упражнений, составление рассказа по теме «Компьютерное проектирование» (2 часа). №130. Металлы и неметаллы. Чтение с полным пониманием (2 часа). №131. Виды и свойства металлов. Работа с лексикой. №132. Чтение и перевод текста «Компании в сфере 3D-технологий» (2 часа). №133. Работа в сфере 3D-технологий. Диалоги (2 часа). №134. Составление монологического высказывания по теме. №135. Обобщение и систематизация изученного материала по теме. №136. Контроль знаний. Устный опрос по пройденному материалу.		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Раздел № 4. Деловая сфера общения (прием на работу)		**23/5**	
Тема № 4.1. Деловой английский язык. На пути к карьере.	**Содержание**	***23/5***	
	Овладение и употребление лексики по теме «В командировке». Диалоги. Написание делового письма. Письмо-запрос. Письмо-предложение. Основы заключения деловых контрактов. Сопроводительное письмо. Как вести себя на собеседовании. Употребление лексики, клише в диалогической и монологической речи.		ОК 1 ОК 2 ОК 4 ОК 9
	В том числе практических и лабораторных занятий	21	
	№137. Past Perfect. Образование. Употребление. №138. Past Perfect. Грамматический практикум. № 139. Времена группы Perfect Continuous. №140. Согласование времен. № 141. Прямая и косвенная речь. Основные правила. № 142. Прямая и косвенная речь. Грамматический практикум. № 143. Обобщение и систематизация грамматического материала. № 144. Контрольная работа № 5. №145. Введение лексики по теме «Карьера». №146. Основы заключения деловых контрактов. №147. Написание делового письма. №148. Письмо-запрос. №149. Письмо-предложение. №150. Чтение и перевод текста профессиональной направленности «Устройство на работу». №151. «В деловой командировке». Выполнение лексических упражнений. №152. Написание резюме. Основные фразы и клише. №153. Составление резюме.		

	№154. Сопроводительное письмо. №155. Собеседование при приеме на работу. Что нужно и нельзя делать. №156. Развитие диалогической речи «На собеседовании». №157. Контрольная работа №6. На практические работы № 48, 52, 56, 65, 70, 76, 84, 87, 106, 109, 115, 116, 119, 120, 121, 124, 127, 129, 130, 132, 133 запланировано 2 часа.		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Промежуточная аттестация		**2**	
Всего		**188**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет иностранного языка, оснащенный в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

3.2. Учебно-методическое обеспечение

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Аветисян, Н.Г. Английский язык для делового общения. Тесты: учебное пособие / Аветисян Н.Г., Игнатов К.Ю. — Москва: КноРус, 2020. — 191 с. — ISBN 978-5-406-00601-6. — URL: https://book.ru/book/934228. — Текст: электронный.

2. Алейникова, О.С. Английский язык для технических специальностей: учебник / Алейникова О.С. — Москва: КноРус, 2021. — 272 с. — ISBN 978-5-406-08147-1. — URL: https://book.ru/book/939511. — Текст: электронный.

3. Голубев, А.П. Английский язык для всех специальностей + еПриложение: учебник / Голубев А.П., Балюк Н.В., Смирнова И.Б. — Москва: КноРус, 2021. — 385 с. — ISBN 978-5-406-08132-7. — URL: https://book.ru/book/939214. — Текст: электронный.

4. Карпова, Т.А. English for Colleges=Английский язык для колледжей: учебное пособие / Карпова Т.А. — Москва: КноРус, 2021. — 281 с. — ISBN 978-5-406-08159-4. — URL: https://book.ru/book/939389. — Текст: электронный.

5.Лаптева, Е.Ю. Английский язык для технических направлений: учебное пособие / Лаптева Е.Ю. — Москва: КноРус, 2020. — 493 с. — ISBN 978-5-406-07797-9. — URL: https://book.ru/book/934352. — Текст: электронный.

6.Малецкая, О. П. Английский язык: учебное пособие для спо / О. П. Малецкая, И. М. Селевина. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 136 с. — ISBN 978-5-8114-6607-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/148964 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.Нарочная, Е.Б. Английский язык для технических специальностей: учебник / Нарочная Е.Б., Шевцова Г.В., Москалец Л.Е. — Москва: КноРус, 2021. — 282 с. — ISBN 978-5-406-06239-5. — URL: https://book.ru/book/938644. — Текст: электронный.

8.Учебник английского языка для моряков: учебник для спо / Б. Е. Китаевич, М. Н. Сергеева, Л. И. Каминская, С. Н. Вохмянин. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-6481-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/148022. — Режим доступа: для авториз. Пользователей

3.2.2. Дополнительные источники

4. Евдокимова-Царенко, Э. П. Практическая грамматика английского языка в закономерностях (с тестами, упражнениями и ключами к ним) : учебное пособие / Э. П. Евдокимова-Царенко. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 348 с. — ISBN 978-5-8114-2987-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/148121. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Харченко, М.Г. Английский язык. Учебное пособие по формированию практических навыков ведения деловой переписки: учебное пособие / Харченко М.Г., Манахова Е.Б. — Москва: КноРус, 2020. — 140 с. — ISBN 978-5-406-01753-1. — URL: https://book.ru/book/936742. — Текст: электронный.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Показатели освоенности компетенций	Методы оценки
Знает: -актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; -основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте; -методы работы в профессиональной и смежных сферах; -порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности; -приемы структурирования информации; -формат оформления результатов поиска информации; -программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства; -психологические основы деятельности коллектива; -психологические особенности личности; -правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; -основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика); -лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной	-знание и употребление в диалогической и монологической речи новых лексических единиц, в том числе профессиональной направленности; -качественное выполнение грамматических упражнений, практических работ, тестов, контрольных работ; – демонстрирует знания форм и видов устной и письменной коммуникации на иностранном языке при межличностном и межкультурном взаимодействии; – демонстрирует способность построения простых и сложных предложений; – демонстрирует знания при оформлении электронного сообщения; – владеет лексическим и грамматическим минимумом, относящимся к описанию предметов, средств и процессов деятельности; демонстрирует знания правил речевого этикета и социокультурных норм общения на иностранном языке; -демонстрирует грамотный перевод текстов профессиональной направленности.	Экспертное наблюдение выполнения практических работ и видов работ по практике Диагностика (тестирование, контрольные работы)

деятельности; -особенности произношения; -правила чтения текстов профессиональной направленности; -типы и назначение спецификаций, правила их чтения и составления; -правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности; -методы повышения долговечности оборудования		
Умеет: -распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части; -выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; -владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; -оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника); -выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска; -оценивать практическую значимость результатов поиска; -использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач; -организовывать работу коллектива и команды;	-знание и употребление в диалогической и монологической речи новых лексических единиц, в том числе профессиональной направленности; -качественное выполнение грамматических упражнений, практических работ, тестов, контрольных работ; – демонстрирует знания форм и видов устной и письменной коммуникации на иностранном языке при межличностном и межкультурном взаимодействии; – демонстрирует способность построения простых и сложных предложений; – демонстрирует знания при оформлении электронного сообщения; – владеет лексическим и грамматическим минимумом, относящимся к описанию предметов, средств и процессов деятельности; демонстрирует знания правил речевого этикета и социокультурных норм общения на иностранном языке; -демонстрирует грамотный перевод текстов профессиональной направленности.	

-взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности; -понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы; -участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; -строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; -кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые); -писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы; -читать чертежи, спецификации и технологическую документацию по профилю специальности; -оценивать состояние техники безопасности на производственном объекте; -эффективно использовать материалы и оборудование		

Приложение 2.3
к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

Рабочая программа дисциплины

«СГ 03 Безопасность жизнедеятельности»

2025

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ 35

1. Общая характеристика 36

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 36

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины 36

2. Структура и содержание ДИСЦИПЛИНЫ 37

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины 37

2.2. Содержание дисциплины 38

3. Условия реализации ДИСЦИПЛИНЫ 42

3.1. Материально-техническое обеспечение 42

3.2. Учебно-методическое обеспечение 42

4. Контроль и оценка результатов освоения ДИСЦИПЛИНЫ 43

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

СГ 03«Безопасность жизнедеятельности»

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»: формирование культуры безопасности жизнедеятельности, безопасного поведения и мышления, а также подготовка к защите от опасных факторов природного, техногенного и социального характера, на производстве и в быту, воспитание ответственного отношения к окружающей среде, личному здоровью, безопасности личности, общества и государства. Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» включена в обязательную часть социально-гуманитарного цикла

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК, ПК	**Уметь**	**Знать**
ОК 01	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить структура плана для решения задач
ОК 02	выбирать необходимые источники информации; выделять наиболее значимое в перечне информации;	приемы структурирования информации;
ОК 04	организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности	психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности;
ОК 05	грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять толерантность в рабочем коллективе	
ОК 06	проявлять гражданско-патриотическую позицию применять стандарты антикоррупционного поведения	сущность гражданско-патриотической позиции традиционные общечеловеческие ценности; стандарты антикоррупционного поведения и последствия его нарушения
ОК 07	соблюдать нормы экологической	правила экологической

	безопасности; эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	безопасности при ведении профессиональной деятельности правила поведения в чрезвычайных ситуациях
ОК 08	использовать физкультурно-оздоровительную деятельность для укрепления здоровья, достижения жизненных и профессиональных целей; применять рациональные приемы двигательных функций в профессиональной деятельности; пользоваться средствами профилактики перенапряжения, характерными для данной профессии (специальности)	роль физической культуры в общекультурном, профессиональном и социальном развитии человека; основы здорового образа жизни; условия профессиональной деятельности и зоны риска физического здоровья для профессии средства профилактики перенапряжения
ПК 2.2.		правила безопасной эксплуатации аддитивных установок
ПК 2.3.	управлять конфликтными ситуациями, стрессами и рисками определять опасные и вредные факторы в сфере профессиональной деятельности оценивать состояние техники безопасности на производственном объекте проводить инструктаж по технике безопасности защищать свои права и права работников в соответствии с гражданским и трудовым законодательством Российской Федерации	- принципы делового общения в коллективе; - правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности; - особенности обеспечения безопасных условий труда в сфере профессиональной деятельности;
ПК 2.6.	- правильно эксплуатировать электрооборудование;	- правила электробезопасности; - профилактические мероприятия по охране окружающей среды, технике безопасности и производственной санитарии
ПК 2.7.		- требования охраны труда, пожарной и экологической безопасности

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	**Объем в часах**	**В т.ч. в форме практ. подготовки**
Учебные занятия	68	20
Самостоятельная работа	-	
Промежуточная аттестация	1	
Всего	**69**	**20**

2.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Примерное содержание учебного материала, практических и лабораторных занятий	Объем ак. часов/в том числе в форме практической подготовки, ак.час.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
Раздел 1. Гражданская оборона. Организация защиты населения и персонала предприятий.		**16 / 5**	
Тема 1.1. ЧС природного, техногенного и военного характера. Терроризм. Защита населения и персонала предприятия	**Содержание**	***10/2***	
	ЧС: источники, классификация поражающие факторы. Мероприятия по защите населения и персонала от ЧС. СКЗ. СИЗ, МСИЗ Действия при ЧС природного характера Действия при ЧС техногенного характера Действия при угрозе и возникновении теракта Действия при ЧС военного характера	*8*	ОК 01, ОК 04, ОК 06, ПК 2.2.
	В том числе практических занятий и лабораторных работ	***2***	
	№1 Отработка действий при ЧС.	*1*	ОК 01, ОК 04, ОК 06,
	№2 Отработка действий при ЧС.	*1*	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 1.2. Устойчивость работы объектов экономики (ОЭ) в ЧС.	**Содержание**	**6/3**	
	Мероприятия по повышению устойчивости ОЭ. Мероприятия по повышению устойчивости ОЭ Зачётное занятие	*3*	ОК 01, ОК 04, ОК 06,
	В том числе практических занятий и лабораторных работ	**3**	
	№3. Разработка мероприятий по повышению устойчивости ОЭ	*1*	ОК 01, ОК 04, ОК 06,
	№4. Отработка действий по тревогам и с ПСП	*1*	ОК 01, ОК 04, ОК 06,
	№5. Отработка действий с СИЗ и СКЗ	*1*	ОК 01, ОК 04, ОК 06,
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Раздел 2. Основы охраны труда (ООТ) и безопасность на производстве.		**14 / 4**	
Тема 2.1. Основы охраны труда и безопасность на производстве	**Содержание**	***10/2***	
	Правовые и организационные основы ОТ НС и проф. заболевания. СКЗ и СИЗ на производстве.	*8*	ОК 01, ОК 07, ПК 2.3., ПК 2.6., ПК 2.7.

	ОПФ и ВПФ. Защита Травмы на производстве. Действия при травмах на производстве Экобиозащитная техника Пожаро- и взрывобезопасность Зачётное занятие		
	В том числе практических занятий и лабораторных работ	***2***	
	ПЗ 6. Изучение факторов производства.	*1*	ОК 01, ОК 07, ПК 2.3.
	ПЗ 7. Отработка действий при травмах на производстве	*1*	ОК 01, ОК 07, ПК 2.3.
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Раздел 3. Основы военной службы.		**32 / 10**	
Тема 3.1. Основы подготовки учащейся молодёжи к службе в ВС РФ	**Содержание**	***5/0***	
	Военно-профессиональная ориентация. Военно-патриотическое воспитание Физическая подготовка ЗОЖ Психологическая подготовка	*5*	ОК 02, ОК 08,
	В том числе практических занятий и лабораторных работ	*0*	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 3.2. Основы военной безопасности РФ	**Содержание**	***2/0***	
	Военная безопасность и военная организация РФ.ВС РФ	*1*	ОК 01, ОК 05,
	В том числе практических занятий и лабораторных работ	***0***	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 3.3. Военная служба	**Содержание**	***6/0***	
	Обязанности военнослужащих Права и свободы военнослужащих Размещение и быт военнослужащих. Суточный наряд. Караульная служба Межличностные взаимоотношения между военнослужащими Конфликты: разрешение, предупреждение.	*6*	ОК 04, ОК 08
	В том числе практических занятий и лабораторных работ	***0***	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 3.4. Основы огневой подготовки	**Содержание**	***6/3***	
	Современное вооружение Устройство и ТТХ АК Правила стрельбы. Безопасность.	*3*	ОК 4
	В том числе практических занятий и лабораторных работ	***3***	
	№8 Отработка разборки и сборки АК	*1*	ОК 4

	№9. Отработка подготовки АК к стрельбе	*1*	ОК 4
	№10. Отработка приёмов стрельбы	*1*	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 3.5. Основы строевой подготовки	**Содержание**	***2/1***	
	Основные строевые приёмы.	***1***	ОК 04, ОК 08
	В том числе практических занятий и лабораторных работ	***1***	
	№ 11. Отработка основных строевых приёмов	*1*	ОК 04, ОК 08
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 3.6. Основы топографии	**Содержание**	***5/2***	
	Основы ориентирования и целеуказания Ориентирование на местности без карты Топографическая карта	*3*	ОК 01, ОК 04,
	В том числе практических занятий и лабораторных работ	***2***	
	№12 Ориентирование без карты	*1*	ОК 01, ОК 04,
	№13 Работа с картой	*1*	ОК 01, ОК 04,
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 3.7. Основы тактической подготовки	**Содержание**	***5/2***	
	Основы тактики. Действия солдата в бою. Действия солдата в обороне	*3*	ОК 04
	В том числе практических занятий	***2***	
	№14. Отработка действий солдата в бою и обороне.	*1*	ОК 04
	№15. Отработка действий солдата в бою и обороне.	*1*	ОК 04
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 3.8. Медико-санитарная подготовка	**Содержание**	***9/4***	
	Травмы, раны, Кровотечения. Ушибы и травмы ОДА Действия при травмах	*4*	ОК 01, ОК 04,
	В том числе практических занятий	***5***	
	№16 Отработка остановки кровотечений	*1*	ОК 01, ОК 04,
	№17 Отработка наложения повязок.	*1*	ОК 01, ОК 04,
	№18 Отработка иммобилизации.	*1*	ОК 01, ОК 04,
	№19 Отработка СЛР.	*1*	ОК 01, ОК 04,
	№20 Отработка транспортировки пострадавшего	*1*	ОК 01, ОК 04,
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 3.9. Профессиональные знания в ходе	**Содержание**	***3/0***	
	Профессиональные знания на военной службе Профессиональные знания на военной службе	*3*	ОК 01, ОК 02, ОК 05,

исполнения обязанностей военной службы на воинских должностях, родственных получаемой профессии.	Подготовка к дифференцированному зачёту		
	В том числе практических и лабораторных занятий:	***0***	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Промежуточная аттестация Дифференцированный зачёт		***1***	
Всего		**69/20**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет Безопасности, оснащенный в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

3.2. Учебно-методическое обеспечение

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Каракеян, В. И. Безопасность жизнедеятельности: учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. И. Каракеян, И. М. Никулина. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 313 с..
2. Карнаух, Н. Н. Охрана труда: учебник для среднего профессионального образования / Н. Н. Карнаух.— Москва : Издательство Юрайт, 2022.— 380 с. — (Профессиональное образование).— ISBN 978-5-534-02527-9.
3. Косолапова Н.В., Безопасность жизнедеятельности. Практикум: учебное пособие / Н.В. Косолапова, Н.А. Прокопенко. — Москва: КноРус, 2021. — 155 с.
4. Косолапова Н.В., Безопасность жизнедеятельности: учебник / Н.В. Косолапова, Н.А. Прокопенко. — Москва: КноРус, 2022. — 192 с.

1. Барышков В.П., Гунибский М.Ш., Рыбаков О.Ю. Конфликтология: учебное пособие для специалистов. – М.: Проспект, 2021. – 336 с.
2. Безопасность жизнедеятельности. Практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие / [В. А. Бондаренко [и др.]. – Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2019. – 150 с. https://new.znanium.com/catalog/product/995045
3. Бочарова, Н. И. Педагогика дополнительного образования. Обучение выживанию: учебное пособие для среднего профессионального образования / Н. И. Бочарова, Е. А. Бочаров. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 174 с. – (Профессиональноеобразование). – ISBN 978-5-534-08521-1. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/454510
4. Кагермазова Л.Ц. Возрастная психология [Электронный ресурс]: учебное пособие
5. Косолапова Н.В., Безопасность жизнедеятельности: учебник / Н.В. Косолапова, Н.А. Прокопенко. — Москва: КноРус, 2022. — 192 с.
6. Мурашова К., Кривец Н. Игра-тренажер «Экзамен для подростков».– М.: Дискурс, 2020. – 160 с.32
7. Обеспечение безопасности при чрезвычайных ситуациях [Электронный ресурс]: учебник для использования в учебном процессе образовательных учреждений, реализующих программы СПО / [В. А. Бондаренко [и др.]. – 2-е изд. – Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2019. – 224 с.
8. Охрана труда: учебно-методическое пособие / Т. С. Иванова, Е. Ю. Гузенко, Ю. Л. Курганский [и др.]. - Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2019. - 88 с. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1087921 – Режим доступа: по подписке.
9. Экстренная допсихологическая помощь: практическое пособие Оказание первой помощи пострадавшим: памятка ГУМЧС России

Интернет-источники

1. http://www.mvd.ru сайт МВД РФ
2. http://www.mil.ru сайт Министерство обороны Российской Федерации
3. http://www.fsb.ru сайт ФСБ РФ
4. http://www.mchs.gov.ru Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России)
5. http://www.minzdrav.gov.ru Министерство здравоохранения Российской Федерации

6. http://www.rostrud.gov.ru Федеральная служба по труду и занятости (Роструд)
7. http://www.rospotrebnadzor.ru Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор)
8. http://anty-crim.boxmail.biz Искусство выживания
9. http://www.hsea.ru Первая медицинская помощь
10. http://www.meduhod.ru Портал детской безопасности
11. http://www.spas-extreme.ru Россия без наркотиков
12. http://www.obzh.info информационный веб-сайт (обучение и воспитание основам безопасности жизнедеятельности).
13. http://kombat.com.ua/stat.html Статьи по выживанию в различных экстремальных условиях
14. http://www.novgorod.fio.ru/projects/Project1132/index.htm Автономное существование в природе – детям
15. http://www.consultant.ru Справочная правовая система «Консультант Плюс»
16. http://www.garant.ru Справочная правовая система «Гарант»
17. http://www.safety.ru ОАО НТЦ «Промышленная безопасность».
18. http://www.mspbsng.org Межгосударственный совет по промышленной безопасности
19. http://www.ilo.org Международная организация труда (МОТ)
20. http://www.edu.ru Федеральный портал «Российское образование»
21. http://ru.wikipedia.org Энциклопедия Википедия

3.2.2. Дополнительные источники

1. Микрюков В.Ю., Безопасность жизнедеятельности: учебник / В.Ю. Микрюков. — Москва: КноРус, 2022. — 282 с

4.КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Показатели освоенности компетенций	Методы оценки
Знает: актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить структура плана для решения задач приемы структурирования информации; психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности; сущность гражданско-патриотической позиции традиционные общечеловеческие ценности; стандарты антикоррупционного поведения и последствия его нарушения правила экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности правила поведения в чрезвычайных ситуациях роль физической культуры в общекультурном, профессиональном и	Правильное использование способов борьбы с терроризмом Определять на производстве и в быту основные виды потенциальных опасностей и их последствия Правильно применять способы защиты населения и персонала от оружия массового поражения Быстро и точно выполнять правила безопасности поведения при пожарах Корректно распознавать основные виды вооружения, военной техники и специального снаряжения Не уклоняться от службы в армии Оценивать возможность применения получаемых профессиональных знаний при исполнении обязанностей военной службы; Быстро и правильно оказывать первую помощь пострадавшим Рассказать безопасные приёмы и	Экспертное наблюдение выполнения практических работ. Диагностика (тестирование, контрольные работы)

социальном развитии человека; основы здорового образа жизни; условия профессиональной деятельности и зоны риска физического здоровья для профессии средства профилактики перенапряжения; основы здорового образа жизни; условия профессиональной деятельности и зоны риска физического здоровья для профессии классификацию, основные виды и правила составления нормативных правовых актов; права и обязанности работников в сфере профессиональной деятельности; действие токсичных веществ на организм человека; меры предупреждения пожаров и взрывов; категорирование производств по взрыво- и пожароопасности; основные причины возникновения пожаров и взрывов; особенности обеспечения безопасных условий труда в сфере профессиональной деятельности, правовые, организационные основы охраны труда в организации; правила и нормы охраны труда, личной и производственной санитарии и пожарной защиты; профилактические мероприятия по охране окружающей среды, технике безопасности и производственной санитарии; принципы прогнозирования развития событий и оценки последствий при техногенных чрезвычайных ситуациях и стихийных явлениях; систему мер по безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и снижению вредного воздействия на окружающую среду; средства и методы повышения безопасности технических средств и технологических процессов; принципы обеспечения устойчивости объектов экономики, прогнозирования развития событий и оценки последствий при техногенных	правила работы	

чрезвычайных ситуациях и стихийных явлениях, в том числе в условиях противодействия терроризму как серьезной угрозе национальной безопасности России; основные виды потенциальных опасностей и их последствия в профессиональной деятельности и быту, принципы снижения вероятности их реализации; порядок и правила оказания первой помощи пострадавшим; технику безопасности проведения сварочных работ и меры экологической защиты окружающей среды; методы и средства защиты от опасностей технических систем и технологических процессов. правила безопасной эксплуатации аддитивных установок принципы делового общения в коллективе; правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности; особенности обеспечения безопасных условий труда в сфере профессиональной деятельности; правила электробезопасности; профилактические мероприятия по охране окружающей среды, технике безопасности и производственной санитарии требования охраны труда, пожарной и экологической безопасности		
Умеет: распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника) выбирать необходимые источники информации; выделять наиболее значимое в перечне информации; организовывать работу коллектива и команды;	Составлять план мероприятий по защите населения при возникновении ЧС Правильность применения профилактических мер для снижения уровня опасностей различного вида Правильное использование средств индивидуальной и коллективной защиты Правильно пользоваться первичными средствами пожаротушения Быстро находить в перечне военно-учётных специальностей нужные ВУС	Экспертное наблюдение выполнения практических работ. Диагностика (тестирование, контрольные работы)

взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять толерантность в рабочем коллективе проявлять гражданско-патриотическую позицию применять стандарты антикоррупционного поведения соблюдать нормы экологической безопасности; эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях использовать физкультурно-оздоровительную деятельность для укрепления здоровья, достижения жизненных и профессиональных целей; применять рациональные приемы двигательных функций в профессиональной деятельности; пользоваться средствами профилактики перенапряжения, характерными для данной профессии (специальности) защищать свои права в соответствии с гражданским, гражданско-процессуальным и трудовым законодательством Российской Федерации; управлять конфликтными ситуациями, стрессами и рисками определять опасные и вредные факторы в сфере профессиональной деятельности оценивать состояние техники безопасности на производственном объекте проводить инструктаж по технике безопасности защищать свои права и права работников в соответствии с гражданским и трудовым законодательством Российской Федерации правильно эксплуатировать электрооборудование; применять средства индивидуальной и коллективной защиты; использовать экобиозащитную и противопожарную технику;	Правильно применять профессиональные знания в ходе исполнения обязанностей военной службы Применять способы бесконфликтного общения и саморегуляции в повседневной деятельности Быстро и правильно оказывать первую помощь пострадавшим Эффективное использование способов бесконфликтного общения в экстремальных условиях; адекватность саморегуляции в повседневной деятельности и экстремальных условиях Придерживаться правил здорового образа жизни и профилактика вредных привычек. Демонстрировать алгоритм безопасной работы	

организовывать и проводить мероприятия по защите работающих и населения от негативных воздействий чрезвычайных ситуаций; проводить анализ опасных и вредных факторов в сфере профессиональной деятельности; соблюдать требования по безопасному ведению технологического процесса; проводить экологический мониторинг объектов производства и окружающей среды; организовывать и проводить мероприятия по защите работающих и населения от негативных воздействий чрезвычайных ситуаций; предпринимать профилактические меры для снижения уровня опасностей различного вида и их последствий в профессиональной деятельности и быту; использовать средства индивидуальной и коллективной защиты от оружия массового поражения; оказывать первую помощь пострадавшим.		

Приложение 2.4
к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
СГ.04 ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА

2025

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ....49

1. Общая характеристика 50

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 50

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины 50

2. Структура и содержание ДИСЦИПЛИНЫ 51

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины....51

2.2. Содержание дисциплины 52

3. Условия реализации ДИСЦИПЛИНЫ 60

3.1. Материально-техническое обеспечение 60

3.2. Учебно-методическое обеспечение....60

4. Контроль и оценка результатов освоения ДИСЦИПЛИНЫ....61

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «СГ.04 ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА»

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель дисциплины «СГ.04 Физическая культура»: Совершенствование физического развития личности обучающегося и формирование ценностей физической культуры для укрепления и длительного сохранения собственного здоровья. Оптимизации трудовой деятельности и организации активного отдыха.

Дисциплина «СГ. 04 Физическая культура» является обязательной частью социально-гуманитарного цикла образовательной программы.

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК	Уметь	Знать
ОК 01	анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части	
	определять этапы решения задачи	структуру плана для решения задач
	составлять план действия	
	оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)	порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности
ОК 04	организовывать работу коллектива и команды;	психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности;
ОК 08	использовать физкультурно-оздоровительную деятельность для укрепления здоровья, достижения жизненных и профессиональных целей;	роль физической культуры в общекультурном, профессиональном и социальном развитии человека;
	применять рациональные приемы двигательных функций в профессиональной деятельности;	основы здорового образа жизни;
	пользоваться средствами профилактики перенапряжения, характерными для данной профессии	условия профессиональной деятельности и зоны риска физического здоровья для профессии;

1.3. Обоснование часов вариативной части ОПОП-П

№ № п/п	Дополнительные профессиональные компетенции	Дополнительные знания, умения, навыки	№, наименование темы	Объем часов	Обоснование включения в рабочую программу
1	-	По запросу работодателя АО «Адмиралтейские верфи за счет часов вариативной части цикла обучающийся должен по дисциплине дополнительно укрепить свое здоровье		70	По запросу работодателя АО «Адмиралтейские верфи

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	Объем в часах	В т.ч. в форме практ. подготовки
Учебные занятия	188	-
Самостоятельная работа	0	-
Промежуточная аттестация	6	-
Всего	**188**	**-**

2.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятий	Объем, ак. часов/в том числе в форме практической подготовки, ак. час.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
1	*2*	*3*	*4*
Введение	**Содержание**	**5/5**	
	Инструктаж по технике безопасности и предотвращению травматизма на уроках по физ. воспитанию на улице и в спортивном зале. Ознакомление с учебной программой на текущий учебный год.	3	ОК 04, ОК 08
	Значение физической культуры. Основы методики самостоятельных занятий физическими упражнениями.	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	-	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Раздел 1. «Легкая атлетика»		**29 / 29**	
Тема 1.1 «Беговые упражнения»	**Содержание**		ОК 01, ОК 04, ОК 08
	В том числе практических и лабораторных занятий	15	
	Техника и тактика бега.	1	
	Развитие быстроты, бег с низкого и высокий старт.	2	
	Развитие скоростных качеств, бег с высокого старта.	1	
	Техника бега на короткие дистанции (100м).	1	
	Развитие выносливости применительно к ППФП для машиностроения	1	
	Кроссовая подготовка.	1	
	Эстафетный бег.	1	
	Развитие скоростно-силовых качеств по средствам легкой атлетики.	2	
	Бег на средние дистанции	1	

	Кроссовая подготовка	1	
	Бег по пересеченной местности.	1	
	Сдача учебного норматива.	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 1.2 «Прыжковые упражнения»	**Содержание**		ОК 01, ОК 08,
	В том числе практических и лабораторных занятий	10	
	Развитие скоростно-силовых качеств применительно к ППФП для аддитивных технологий	2	
	Техника выполнения прыжковых упражнений.	1	
	Прыжки в длину с места	1	
	Прыжок в длину с разбега способом «согнув ноги»,	1	
	Прыжок в длину с разбега способом «погнувшись», тройной прыжок, прыжок с места.	1	
	Прыжковые упражнения на скакалке	2	
	Сдача контрольных нормативов	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 1.3 «Метания»	**Содержание**		ОК 01, ОК 08
	В том числе практических и лабораторных занятий	4	
	Техники метания гранаты.	1	
	Метание малого мяча.	1	
	Развитие координационных способностей	1	
	Зачёт	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
2 семестр			
Раздел 2. «Спортивные игры»		**46 / 46**	ОК 01, ОК 04, ОК 08
Тема 2.1 «Волейбол»	**Содержание**		
	В том числе практических и лабораторных занятий	18	
	Техника нижней передачи в волейболе.	1	

	Техника верхней передачи в волейболе.	1	
	Техники выполнения прямого нападающего удара в волейболе.	1	
	Технические приемы в волейболе.	1	
	Воспитывать умение у учащихся работать в команде в волейболе.	3	
	Развитие скоростно-силовых качеств	3	
	Техника приёма с подачи в волейболе.	1	
	Развитие координационных способностей применительно к ППФП для аддитивных технологий	3	
	Учебная игра	4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 2.2 «Баскетбол»	**Содержание**		ОК 01, ОК 04, ОК 08
	В том числе практических и лабораторных занятий	14	
	Развитие навыков, технических приемов игры в баскетбол.	1	
	Развитие навыков игры в баскетбол.	1	
	Совершенствование изученных навыков в подвижных играх и баскетболе.	1	
	Совершенствование ранее изученных элементов в баскетболе.	1	
	Совершенствование технических и тактических действий в баскетболе	1	
	Техника ведения мяча в баскетболе.	1	
	Тактические приёмы в баскетболе.	1	
	Бросок мяча в кольцо двумя руками в баскетболе.	1	
	Тактическое взаимодействие игроков в защите в баскетболе.	1	
	Тактическое взаимодействие игроков в нападении в баскетболе.	1	
	Учебная игра	4	
Тема 2.3 «Футбол»	**Содержание**		ОК 01, ОК 04, ОК
	В том числе практических и лабораторных занятий	14	
	Техника передачи мяча в футболе.	1	
	Техника остановки мяча в футболе.	1	
	Техника вбрасывания в футболе.	1	
	Техника перемещений футболиста.	1	
	Техники владения мячом в футболе.	1	

	Техники ведения мяча в футболе.	1	
	Совершенствование вбрасывания, остановок и передач мяча в футболе.	1	
	Совершенствование технических приёмов в футболе.	1	
	Развитие координационных способностей с помощью технико-тактических навыков игры в футбол.	1	
	Подвижные игры как развивающие средства в футболе.	1	
	Закрепление элементов футбола по методу круговой тренировки.	1	
	Учебная игра	3	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
3 семестр			
Раздел 3. «Гимнастика»		**8/ 8**	ОК 01, ОК 08
Тема 3.1 «Атлетическая гимнастика»	**Содержание**		
	В том числе практических и лабораторных занятий	10	
	Специальный комплекс упражнений без отягощений.	1	
	Специальный комплекс упражнений на преодоление сопротивления собственного тела	1	
	Комплекс упражнений на «шведской стенке», для развития мышц плечевого пояса, туловища, ног	1	
	Специальный комплекс упражнений на снарядах массового типа.	1	
	Развитие силовой выносливости применительно к ППФП для аддитивных технологий	2	
	Развитие силовых качеств.	1	
	Комплекс упражнений с гирями	1	
	Зачёт	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Раздел 1. «Легкая атлетика»		**16 / 16**	
Тема 1.1 «Беговые упражнения»	**Содержание**		ОК 01, ОК 04, ОК 08
	В том числе практических и лабораторных занятий	10	
	Развитие быстроты, бег с низкого и высокий старт.	1	
	Развитие скоростных качеств, бег с высокого старта.	1	
	Техника бега на короткие дистанции (100м).	1	
	Развитие выносливости.	1	

	Кроссовая подготовка.	1	
	Эстафетный бег.	1	
	Развитие скоростно-силовых качеств по средствам легкой атлетики применительно к ППФП для аддитивных технологий	1	
	Бег на средние дистанции	1	
	Кроссовая подготовка.	1	
	Сдача учебного норматива.	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 1.2 «Прыжковые упражнения»	**Содержание**		ОК 01, ОК 08
	В том числе практических и лабораторных занятий	3	
	Развитие скоростно-силовых качеств применительно к ППФП для аддитивных технологий	1	
	Техника выполнения прыжковых упражнений.	1	
	Прыжки в длину с места.	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 1.3 «Метания»	**Содержание**		
	В том числе практических и лабораторных занятий	3	
	Техники метания гранаты.	2	
	Сдача контрольных нормативов	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	-	
4 семестр			
Раздел 2. «Спортивные игры»		**38/ 38**	
Тема 2.1 «Волейбол»	**Содержание**		ОК 01, ОК 04, ОК 08
	В том числе практических и лабораторных занятий	14	
	Техника верхней передачи в волейболе.	1	
	Техники выполнения прямого нападающего удара в волейболе.	1	
	Технические приемы в волейболе.	1	
	Воспитывать умение у учащихся работать в команде в волейболе.	1	
	Развитие скоростно-силовых качеств применительно к ППФП для аддитивных технологий	2	
	Техника приёма с подачи в волейболе.	1	
	Развитие координационных способностей	1	

	Учебная игра	6	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 2.2 «Баскетбол»	**Содержание**		ОК 01, ОК 04, ОК 08
	В том числе практических и лабораторных занятий	14	
	Совершенствование изученных навыков в подвижных играх и баскетболе.	2	
	Совершенствование ранее изученных элементов в баскетболе.	1	
	Совершенствование технических и тактических действий в баскетболе	1	
	Техника ведения мяча в баскетболе.	1	
	Тактические приёмы в баскетболе.	1	
	Бросок мяча в кольцо двумя руками в баскетболе.	1	
	Тактическое взаимодействие игроков в баскетболе.	1	
	Учебная игра	6	
Тема 2.3 «Футбол»	**Содержание**		ОК 01, ОК 4, ОК 8
	В том числе практических и лабораторных занятий	10	
	Совершенствование вбрасывания, остановок и передач мяча в футболе.	1	
	Совершенствование технических приёмов в футболе.	1	
	Развитие координационных способностей с помощью технико-тактических навыков игры в футбол.	1	
	Закрепление элементов футбола по методу круговой тренировки.	1	
	Учебная игра	6	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
5 семестр			
Раздел 1. «Легкая атлетика»		**16/ 16**	
Тема 1.1 «Беговые упражнения»	**Содержание**		ОК 01, ОК 04, ОК 08
	В том числе практических и лабораторных занятий	16	
	Техника и тактика бега.	2	
	Развитие скоростных качеств, бег с высокого старта.	2	

	Техника бега на короткие дистанции (100м).	2	
	Развитие выносливости применительно к ППФП для аддитивных технологий	2	
	Кроссовая подготовка.	2	
	Развитие скоростно-силовых качеств по средствам легкой атлетики.	2	
	Бег на средние дистанции	2	
	Сдача учебного норматива.	2	
Раздел 2. «Спортивные игры»		**18/ 18**	
Тема 2.1 «Волейбол»	**Содержание**		ОК 01, ОК 04, ОК 08
	В том числе практических и лабораторных занятий	18	
	Техника верхней передачи в волейболе.	1	
	Техники выполнения прямого нападающего удара в волейболе.	1	
	Технические приемы в волейболе.	1	
	Воспитывать умение у учащихся работать в команде в волейболе.	1	
	Развитие скоростно-силовых качеств применительно к ППФП для аддитивных технологий	1	
	Техника приёма с подачи в волейболе.	1	
	Развитие координационных способностей	2	
	Учебная игра	8	
	Зачёт	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
6 семестр			
Раздел 2. «Спортивные игры»		**12/ 12**	
Тема 2.2 «Баскетбол»	**Содержание**		ОК 01, ОК 04, ОК 08
	В том числе практических и лабораторных занятий	12	
	Совершенствование изученных навыков в подвижных играх и баскетболе.	1	
	Совершенствование ранее изученных элементов в баскетболе.	1	

	Совершенствование технических и тактических действий в баскетболе	1	
	Техника ведения мяча в баскетболе.	1	
	Тактические приёмы в баскетболе.	1	
	Бросок мяча в кольцо двумя руками в баскетболе.	1	
	Тактическое взаимодействие игроков в баскетболе.	1	
	Учебная игра	5	
Промежуточная аттестация		**6**	
Всего:		**188**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Спортивный зал, оснащенный в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

3.2. Учебно-методическое обеспечение

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе. При формировании библиотечного фонда образовательной организации выбирается не менее одного издания из перечисленных ниже печатных изданий и (или) электронных изданий в качестве основного, при этом список может быть дополнен новыми изданиями.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Физическая культура (базовый уровень), Андрюхина Т.В., Третьякова Н.В. /Под ред. Виленского М.Я. – ООО «Русское слово», 2022 г.

2. Физическая культура. 10-11 классы: учебник для общеобразоват. организаций: базовый уровень / А.П. Матвеев. — М.: Просвещение, 2022. — 319 с.

3. Физическая культура. 10-11 классы: Учебник для общеобразоват. учреждений / Г.И. Погадаев. — М.: ДРОФА / Учебник, 2023 — 288 с.

4. Физическая культура. 10-11 классы: Учебник для общеобразоват. организаций: базовый уровень / В. И. Лях. — 6-е изд. — М.: Просвещение, 2022. — 255 с. https://fk12.ru/books/fizicheskayakultura-10-11-klassy-lyah 24

5. Физическая культура. 10-11 классы: Учебник для общеобразоват. учреждений / А.П. Матвеев, Е.С. Палехова. — М.: Вентана-Граф / Учебник, 2023. — 160 с.

3.2.2. Дополнительные источники

1. Аллянов, Ю. Н. Физическая культура: учебник для среднего профессионального образования / Ю. Н. Аллянов, И. А. Письменский. — 3-е изд., испр. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 493 с.

2. Бишаева, А.А., Профессионально-оздоровительная физическая культура студента: учебное пособие / А.А. Бишаева. — Москва: КноРус, 2022. — 299 с.

3. Бишаева, А.А., Физическая культура: учебник / А.А. Бишаева, В.В. Малков. — Москва: КноРус, 2023. — 379 с.

4. Виленский, М.Я., Физическая культура: учебник / М.Я. Виленский, А.Г. Горшков. — Москва: КноРус, 2022. — 214 с.

5. Глек И.В., Чернышев П. А., ВикерчукМИ, Виноградов А.С.; под ред акцией Глека И В. Шахматы. Стратегия Общество с ограниченной ответственностью «ДРОФА»

6. Готовцев, Е. В. Методика обучения предмету «Физическая культура». Школьный спорт. Лапта: учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. В. Готовцев, Г. Н. Германов, И. В. Машошина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 402 с.

7. Диц С.Г., Рихтер И.К., Бикмуллина А.Р. Содержание подготовки спортсменов в теннисе / С.Г. Диц, И.К. Рихтер, А.Р. Бикмуллина. – Казань: Казан. ун-т, 2021. – 70 с.

8. Кузнецов, В.С., Физическая культура: учебник / В.С. Кузнецов, Г.А. Колодницкий. — Москва: КноРус, 2022. — 256 с.

9. Муллер, А. Б. Физическая культура: учебник и практикум для среднего профессионального образования / А. Б. Муллер, Н. С. Дядичкина, Ю. А. Богащенко. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 424 с.

10. Погадаев Г.И. Физическая культура. Футбол для всех 10-11кл Учебное пособие (под ред. Акинфеева И.), (Дрофа, РоссУчебник, 2022).

11. Спортивные игры: правила, тактика, техника: учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. В. Конеева [и др.]; под общей редакцией Е. В. Конеевой. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 322 с.

12. Справочник работника физической культуры и спорта: нормативные правовые и программно-метод. документы, практ. опыт, рекомендации / авт.-сост. А. В. Царик. – Москва: Спорт, 2023. 25 13. Федонов Р.А. Физическая культура. Учебник для СПО / Р.А. Федонов Издательство: КноРус, 2023. - 258 с.

14. Федонов, Р.А., Физическая культура: учебник / Р.А. Федонов. — Москва: Русайнс, 2022. — 256 с.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Показатели освоенности компетенций	Методы оценки
Знает: - структуру плана для решения задач; - порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности; - психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности; - роль физической культуры в общекультурном, профессиональном и социальном развитии человека; - основы здорового образа жизни; - условия профессиональной деятельности и зоны риска физического здоровья для профессии.	Знать и применять навыки в профессиональном и социальном развитии. Знать и применять оздоровительную систему физического воспитания соблюдение основ здорового образа жизни.	Экспертная оценка результатов деятельности обучающегося при выполнении контрольных нормативов и защите рефератов теоретических занятий, выполнение домашних работ, тестирования, контрольных нормативов и других видов текущего контроля. Дифференцированный зачёт.
Умеет: - анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; - определять этапы решения задачи; - составлять план действия; - оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника); организовывать работу коллектива и команды; - использовать физкультурно-оздоровительную деятельность для укрепления здоровья, достижения жизненных и профессиональных целей; - применять рациональные приемы двигательных функций в профессиональной деятельности; - пользоваться средствами профилактики перенапряжения, характерными для данной профессии.	Уметь правильно выполнять физические упражнения, используя разнообразные формы и виды физкультурной деятельности. Уметь соблюдать дозированное выполнение физических упражнений для профилактики заболеваний. Уметь управлять основными способами самоконтроля при выполнении физических упражнений. Уметь сдавать нормы ГТО.	− защита реферата; − фронтальный опрос; − контрольное тестирование; −составление комплекса упражнений; − оценивание практической работы; − тестирование (контрольная работа по теории); − демонстрация комплекса ОРУ; − сдача контрольных нормативов; − сдача контрольных нормативов (контрольное упражнение); − сдача нормативов ГТО.

Приложение 2.5
к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

Рабочая программа дисциплины

СГ.05 «Основы финансовой грамотности»

2025

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ....63

1. Общая характеристика 64

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 64

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины 64

2. Структура и содержание ДИСЦИПЛИНЫ 66

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины.... 66

2.2. Содержание дисциплины 67

3. Условия реализации ДИСЦИПЛИНЫ 72

3.1. Материально-техническое обеспечение 72

3.2. Учебно-методическое обеспечение.... 72

4. Контроль и оценка результатов освоения ДИСЦИПЛИНЫ....72

2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

СГ.05 Основы финансовой грамотности

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель дисциплины СГ.05 «Основы финансовой грамотности» направлена на освоение знаний о финансовой жизни современного общества, финансовых институтах, финансовых продуктах, финансовых рисках, способах получения информации, позволяющей анализировать социальные ситуации и принимать индивидуальные финансовые решения с учетом их последствий и возможных альтернатив.

Дисциплина «Основы финансовой грамотности» включена в обязательную часть социально-гуманитарного цикла образовательной программы

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК, ПК	**Уметь**	**Знать**
ОК 01	- определять задачу в профессиональном и/или социальном контексте, в контексте личностного развития и управления финансовым благополучием; - выявлять и отбирать информацию, необходимую для решения задачи; - составлять план действий; - определять необходимые ресурсы; - реализовывать составленный план	- актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; - основные источники информации и ресурсы для решения задач в профессиональном и социальном контексте, в контексте личностного развития и управления финансовым благополучием; - критерии оценки результатов принятого решения в профессиональной деятельности, для личностного развития и достижения финансового благополучия
ОК 02	-определять задачи для сбора информации; - планировать процесс поиска информации и осуществлять выбор необходимых источников; - структурировать получаемую информацию; - оценивать практическую значимость результатов поиска; - оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач, задач личностного развития и финансового благополучия;	- информационные источники, применяемые в профессиональной деятельности; для решения задач личностного развития и финансового благополучия; - формат представления результатов поиска информации, - современные средства и устройства информатизации; - возможности использования различных цифровых средств при решении профессиональных задач, задач личностного развития и финансового благополучия
ОК 03	- определять актуальность	- принципы и методы презентации

	нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности, для ведения предпринимательской деятельности и личного финансового планирования; - осуществлять наличные и безналичные платежи, сравнивать различные способы оплаты товаров и услуг, соблюдать требования финансовой безопасности; - учитывать инфляцию при решении финансовых задач в профессии, личном планировании; - планировать личные доходы и расходы, принимать финансовые решения, составлять личный бюджет; - использовать разнообразие финансовых инструментов для управления личными финансами в целях достижения финансового благополучия с учетом финансовой безопасности; - выявлять сильные и слабые стороны бизнес-идеи, плана достижения личных финансовых целей; - производить основные финансовые расчеты в сферах предпринимательской деятельности и планирования личных финансов; - оценивать финансовые риски, связанные с осуществлением предпринимательской деятельности и планирования личных финансов	собственных бизнес-идей, в том числе различным категориям заинтересованных лиц; - основные принципы и методы проведения финансовых расчетов в процессе осуществления предпринимательской деятельности и планирования личных финансов; - различие между наличными и безналичными платежами, порядок использования их при оплате покупки; - понятие инфляции, ее влияние на решение финансовых задач в профессии, личном планировании; - структуру личных доходов и расходов, правила составления личного и семейного бюджета; - особенности различных банковских и страховых продуктов и возможности их использования в профессиональной, предпринимательской деятельности и для управления личными финансами; - базовые характеристики и риски основных финансовых инструментов для предпринимательской деятельности и управления личными финансами; - направления взаимодействия с государственными органами, сторонними организациями (в том числе, финансовыми) в профессиональной деятельности, при осуществлении предпринимательской деятельности и личного финансового планирования для реализации своих прав, и исполнения обязанностей
ОК 04	- работать в коллективе и команде; - взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами, в ходе профессиональной и предпринимательской деятельности	- особенности работы в малых и больших группах, работы в команде, организации коллективной работы; - принципы организации проектной деятельности

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	Объем в часах	В т.ч. в форме практ. подготовки
Учебные занятия	45	18
Самостоятельная работа	-	-
Промежуточная аттестация в форме зачет	1	-
Всего	**46**	**18**

2.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятий	Объем, ак. ч. / в том числе в форме практической подготовки, ак. ч.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
Введение в курс финансовой грамотности. Потребности и ресурсы. Финансовые цели. Финансовое благополучие и финансовые риски. Финансовые решения. Финансовое поведение. Финансовая культура		**2**	ОК 02
Раздел 1.Государственная бюджетная система Российской Федерации		**8/4**	
Тема 1.1 Бюджетная система РФ	**Содержание**	**3/1**	ОК 01, ОК 02, ОК 03,ОК 04
	Понятие бюджета. Влияние бюджета на участников экономических отношений (государство, юридические лица, физические лица). Содержание Федерального закона «О федеральном бюджете на очередной год и плановый период», его основные положения. Основополагающие элементы бюджетной системы РФ. Анализ формирования доходной и расходной части федерального бюджета. Совершенствование процесса бюджетного планирования в России	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**1**	
	Распределение доходов и расходов бюджетов в Российской Федерации	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 1.2. Бюджетный процесс в РФ. Формирование бюджета РФ, его принятие и исполнение	**Содержание**	**5/3**	ОК 01, ОК 02, ОК 03,ОК 04
	Понятие бюджетной системы в РФ. Принципы формирования и построения бюджетных отношений. Бюджетный процесс. Источники финансирования бюджетов различных уровней. Процесс контроля за исполнением бюджетной дисциплины. Анализ формирования доходной и расходной части федерального бюджета. Совершенствование процесса бюджетного планирования в России. Распределение бюджетных средств. Исполнение бюджета. Дефицит и профицит бюджета. Способы уменьшения дефицита государственного бюджета. Региональный и	2	

	муниципальный бюджеты. Внебюджетные фонды.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	**3**	
	Внебюджетные фонды	1	
	Расчет показателей доходов и расходов. Источники финансирования дефицита бюджета	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Раздел №2 Влияние банковско-кредитной системы на бюджетные отношения		**15/6**	
Тема 2.1 Банковская система РФ	**Содержание**	**3/1**	ОК 01, ОК 02, ОК 03,ОК 04
	Понятие банковской системы. Влияние банков на бюджетные отношения. Центральный банк РФ, его функции и полномочия. Коммерческие банки, их функции. Виды банковских операций	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**1**	
	Роль бюджета и бюджетной системы РФ	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 2.2 Личный и семейный бюджет, финансовое планирование	**Содержание**	**1/0**	
	Постановка финансовых целей (краткосрочные и долгосрочные финансовые цели, принцип SMART, выбор способов и контроль достижения финансовой цели). Человеческий и финансовый капитал. Виды доходов и расходов. Принципы ведения личного и семейного бюджета	1	ОК 01, ОК 02, ОК 03,ОК 04
	В том числе практических и лабораторных занятий	**-**	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 2.3 Личные сбережения	**Содержание**	**2/0**	
	Цели сбережений. Изменение стоимости денег во времени. Основные формы сбережений: наличные деньги, банковские счета и их виды. Доходность банковских вкладов. Простые и сложные проценты. Влияние инфляции на процентный доход. Сейфовые ячейки. Риски для сбережений и пути их минимизации. Система страхования вкладов	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03,ОК 04
	В том числе практических и лабораторных занятий	**-**	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 2.2 Кредиты и займы	**Содержание**	**6/3**	ОК 01, ОК 02, ОК 03,ОК 04
	Цели заимствований. Проценты по кредитам и займам. Неустойки.	3	

	Регулирование процентов и неустоек. Основные инструменты заимствования. Банковский кредит. Принципы кредитования. Виды кредитов. Условия кредитования. Формы обеспечения возвратности кредита. Кредитный договор. Риски использования кредитов и займов и пути их минимизации.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	**3**	
	Выбор банка и банковского кредита	1	
	Решение задач по теме «Расчет процента по кредиту»	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 2.3 Безопасное управление личными финансами	**Содержание**	**3/2**	
	Финансовая безопасность и цифровая среда в сфере личных финансов. Оптимизация личного и семейного бюджета с учетом обеспечения безопасности. Удаленное банковское обслуживание. Дистанционное управление личными финансами	1	ОК 01, ОК 02, ОК 03,ОК 04
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Возможности сокращения расходов и повышения доходов	1	
	Использование «электронных кошельков» при расчетах в семейном бюджете	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Раздел 3. Риск и доходность		**9/3**	
Тема 3.1 Инвестирование	**Содержание**	**2/1**	ОК 01, ОК 02, ОК 03,ОК 04
	Цели и риски инвестирования. Ликвидность и доходность инвестиций. Взаимосвязь доходности и риска. Основные инвестиционные продукты и их базовые характеристики. Индивидуальный инвестиционный счет (ИИС). Формирование инвестиционного портфеля. Диверсификация. Мошенничество в сфере инвестиций, способы защиты от него. Особенности финансовых пирамид	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**1**	
	Признаки типичных ситуаций финансового мошенничества в различных сферах профессиональной деятельности	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 3.2 Страхование	**Содержание**	**4/1**	

	Страхование как один из способов управления рисками. Виды страхования: личное страхование, имущественное страхование, страхование гражданской ответственности. Основные виды страховых продуктов. Страхование как способ обеспечения безопасности в профессиональной деятельности	3	ОК 01, ОК 02, ОК 03,ОК 04
	В том числе практических и лабораторных занятий	**1**	
	Понятие, цели и задачи обязательного социального страхования	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема3.3 Предпринимательство	**Содержание**	**3/1**	
	Роль предпринимательства в жизни человека и общества. Условия развития стартапов и малого бизнеса. Формы ведения предпринимательской деятельности и их основные характеристики. Возможные источники финансирования малого бизнеса	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03,ОК 04
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	Организация финансирования предпринимательской деятельности	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Раздел 4. Финансовая среда		**11/5**	
Тема 4.1Финансовые взаимоотношения с государством	**Содержание**	**6/3**	
	Система налогов в РФ. Понятие налога и сбора. Принципы налогообложения. Функции налоговой системы и налогообложения. Виды налогов. НДС. Налог на прибыль. Акцизы. НДФЛ. Налоговая декларация и правила ее заполнения Роль налогов, налоговой и социальной политики государства для экономики страны и личного благосостояния граждан. Налоги физических лиц. Налоговые вычеты и льготы. Пенсионная система России. Виды пенсий в России. Формирование личных пенсионных накоплений. Социальная поддержка граждан. Возможности инициативного бюджетирования	3	ОК 01, ОК 02, ОК 03,ОК 04
	В том числе практических и лабораторных занятий	**3**	
	Система налогообложения РФ	1	
	Теоретические функции налогообложения	1	
	Активы и пассивы в семейном бюджете	1	

	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 4.2 Защита прав граждан в финансовой сфере	**Содержание**	**5/2**	
	Основные права граждан в финансовой сфере и формы их защиты. Правовое регулирование отношений в области защиты прав потребителя. Задачи и полномочия Банка России, других государственных органов в сфере защиты прав потребителей финансовых услуг. Досудебное и судебное урегулирование споров. Уполномоченный по правам потребителей финансовых услуг. Особенности защиты прав потребителей в цифровой среде.	3	ОК 01, ОК 02, ОК 03,ОК 04
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Алгоритм действий при нарушении прав граждан в финансовой сфере	**1**	
	Стратегии действия в проблемных ситуациях с учетом особенностей своей профессии/специальности (характер возможного нарушения прав)	**1**	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Промежуточная аттестация		**1**	*ОК 01, ОК 02, ОК 03,ОК 04*
Всего		**46/28/18**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет социально-экономических дисциплин *о*снащенный в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

3.2. Учебно-методическое обеспечение

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Каджаева М.Р. Финансовая грамотность: учеб. пособие для студ. учреждений сред. профессиональное образования / М.Р. Каджаева, Л.В. Дубровская, А.Р. Елисеева. – . – 4-е изд. стер. М.: Издательский центр «Академия», 2023. – 288 с.

2. Каджаева М.Р. Финансовая грамотность. Методические рекомендации: учеб. пособие для студ. учреждений сред. профессиональное образования / М.Р. Каджаева, Л.В. Дубровская, А.Р. Елисеева. – М. : Издательский центр «Академия», 2020. – 96 с.

3. Каджаева М.Р. Финансовая грамотность. Практикум: учеб. пособие для студ. учреждений сред. профессиональное образования / М.Р. Каджаева, Л.В. Дубровская, А.Р. Елисеева. – 2-е изд. стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2023. – 128 с.

4.Костюкова Е.И. Основы финансовой грамотности: учебник для СПО / Е. И. Костюкова, И. И. Глотова, Е. П. Томилина [и др.]. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 316 с. — ISBN 978-5-507-47451-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/378458.

5. Купцова Е.В. Бизнес-планирование: учебник и практикум для среднего профессионального образования/ Е. В. Купцова, А. А. Степанов. — Москва: Издательство Юрайт, 2021.— 435 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-11053-1. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/476085

3.2.2. Дополнительные источники

1. Образовательные проекты ПАКК [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.edu.pacc.ru.

2. Режим доступа: https: https://моифинансы.рф/.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	**Показатели освоенности компетенций**	***Методы оценки***
Знать: - актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;	демонстрирует знания особенностей профессионального и социального контекста;	Устный опрос; Оценка результатов практической работы; Оценка результатов тестирования; Самооценка своего знания, осуществляемая обучающимися Экспертное наблюдение за ходом выполнения
- основные источники информации и ресурсы для решения задач в профессиональном и социальном контексте, в контексте личностного развития и управления финансовым	ориентируется в источниках информации и ресурсах для решения задач в профессиональном и социальном контексте;	

благополучием;		учебных заданий Промежуточная аттестация
- критерии оценки результатов принятого решения в профессиональной деятельности, для личностного развития и достижения финансового благополучия;	может назвать критерии оценки результатов принятого решения в профессиональной деятельности, для личностного развития и достижения финансового благополучия;	
- информационные источники, применяемые в профессиональной деятельности; для решения задач личностного развития и финансового благополучия;	может объяснить, как пользоваться цифровыми средствами при решении профессиональных задач, задач личностного развития и финансового благополучия;	
- современные средства и устройства информатизации, возможности использования различных цифровых средств при решении профессиональных задач, задач личностного развития и финансового благополучия;	может охарактеризовать возможности различных цифровых средств, используемых для решения профессиональных задач, задач личностного развития и финансового благополучия;	
- принципы и методы презентации собственных бизнес-идей, в том числе различным категориям заинтересованных лиц;	способен к презентации собственных бизнес-идей, в том числе различным категориям заинтересованных лиц;	
- основные принципы и методы проведения финансовых расчетов в процессе осуществления предпринимательской деятельности и планирования личных финансов;	ориентируется в нормативно-правовой базе, регламентирующей профессиональную деятельность, предпринимательство и личное финансовое планирование;	
- различие между наличными и безналичными платежами, порядок использования их при оплате покупки;	способен определить наиболее подходящие способы оплаты товаров и услуг в конкретных ситуациях;	
- понятие инфляции, ее влияние на решение финансовых задач в профессии, личном планировании;	демонстрирует понимание влияния инфляции на решение финансовых задач в профессии, личном планировании	
- понятие иностранной валюты и валютного курса;	демонстрирует понимание валютных курсов и порядка проведения расчетов по обмену одной валюты на другую;	
- структуру личных доходов и расходов, правила составления личного и семейного бюджета	- демонстрирует понимание правил составления личного и семейного бюджета	

- особенности различных банковских и страховых продуктов и возможности их использования в профессиональной, предпринимательской деятельности и для управления личными финансами	способен назвать банковские продукты, описать их особенности и возможности для профессиональной, предпринимательской деятельности и для управления личными финансами;	
- базовые характеристики и риски основных финансовых инструментов для предпринимательской деятельности и управления личными финансами;	способен назвать базовые характеристики и риски основных финансовых инструментов для предпринимательской деятельности и управления личными финансами;	
- направления взаимодействия с государственными органами, сторонними организациями (в том числе, финансовыми) в профессиональной деятельности, при осуществлении предпринимательской деятельности и личного финансового планирования для реализации своих прав, и исполнения обязанностей	демонстрирует представление о направлениях взаимодействия с государственными органами, сторонними организациями (в том числе, финансовыми) в профессиональной деятельности, при осуществлении предпринимательской деятельности и личного финансового планирования для реализации своих прав, и исполнения обязанностей	
- особенности работы в малых и больших группах, работы в команде, организации коллективной работы;	способен охарактеризовать особенности работы в малых и больших группах, работы в команде, организации коллективной работы;	
- принципы организации проектной деятельности	демонстрирует представление о принципах организации проектной деятельности	
Уметь: - определять задачу в профессиональном и/или социальном контексте, в контексте личностного развития и управления финансовым благополучием;	определяет задачу в профессиональном и/или социальном контексте;	Оценка результатов устного опроса; Оценка результатов практической работы; Оценка результатов тестирования; Самооценка своего умения, осуществляемая обучающимися. Экспертное наблюдение за ходом выполнения
-выявлять и отбирать информацию, необходимую для решения задачи;	осуществляет поиск и отбор информации, необходимой для решения задачи;	
-определять необходимые ресурсы;	определяет ресурсы для решения задачи;	
- определять задачи для сбора информации;	определяет задачи для сбора информации;	
- планировать процесс поиска	планирует процесс поиска	

информации и осуществлять выбор необходимых источников;	информации и осуществлять выбор необходимых источников;	учебных заданий Промежуточная аттестация
- оформлять результаты поиска, пользоваться средствами информационных технологий для решения профессиональных задач, задач личностного развития и финансового благополучия;	представляет результаты поиска информации для решения профессиональных задач, задач личностного развития и финансового благополучия с применением средств информационных технологий;	
- использовать различные цифровые средства при решении профессиональных задач, задач личностного развития и финансового благополучия;	демонстрирует умение пользоваться цифровыми средствами при решении профессиональных задач, задач личностного развития и финансового благополучия;	
- определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности, для ведения предпринимательской деятельности и личного финансового планирования;	использует актуальную нормативно-правовую документацию в профессиональной деятельности, для ведения предпринимательской деятельности и личного финансового планирования;	
- осуществлять наличные и безналичные платежи, сравнивать различные способы оплаты товаров и услуг, соблюдать требования финансовой безопасности;	выполняет задания по выбору и использованию различных платежных инструментов в конкретной ситуации с учетом правил финансовой безопасности;	
- учитывать инфляцию при решении финансовых задач в профессии, личном планировании;	учитывает инфляцию при решении финансовых задач в профессии, личном планировании;	
- производить расчеты по валютно-обменным операциям;	производит расчеты по валютно-обменным операциям;	
- планировать личные доходы и расходы, принимать финансовые решения, составлять личный бюджет;	планирует личные доходы и расходы, принимать финансовые решения, составляет личный бюджет;	
- использовать разнообразие финансовых инструментов для управления личными финансами в целях достижения финансового благополучия с учетом финансовой безопасности;	выполняет практические задания, основанные на использовании разнообразных финансовых инструментов для управления личными финансами в целях достижения финансового благополучия с учетом финансовой безопасности;	
- выявлять сильные и слабые стороны бизнес-идеи, плана достижения личных финансовых	анализирует бизнес-идею;	

целей;		
- производить основные финансовые расчеты в сферах предпринимательской деятельности и планирования личных финансов;	проводит финансовые расчет, включая анализ расходов, необходимых для достижения цели,	
- оценивать финансовые риски, связанные с осуществлением предпринимательской деятельности и планирования личных финансов;	проводит оценку возможных финансовых рисков, связанных с осуществлением предпринимательской деятельности и планирования личных финансов;	
- работать в коллективе и команде;	осуществляет эффективные коммуникации в коллективе и команде;	
- взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами, в ходе профессиональной и предпринимательской деятельности	взаимодействует с коллегами, руководством, клиентами в модельных ситуациях профессиональной и предпринимательской деятельности с опорой на знания правил коммуникации;	

Приложение 2.6
к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

Рабочая программа дисциплины
«ОП.01 МАТЕМАТИКА»

2025

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ 78

1. Общая характеристика 79

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 79

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины 79

2. Структура и содержание ДИСЦИПЛИНЫ 80

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины 80

2.2. Содержание дисциплины 81

3. Условия реализации ДИСЦИПЛИНЫ 86

3.1. Материально-техническое обеспечение 86

3.2. Учебно-методическое обеспечение 86

4. Контроль и оценка результатов освоения ДИСЦИПЛИНЫ 86

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОП.01 Математика»

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель дисциплины «Математика» заключается в расширении математического кругозора студентов, познакомив их с ролью математики в современном мире и возможностью использования математических методов в его дальнейшей работе; повышении общего уровня математической культуры, то есть развитии абстрактного и логического мышления; умении проводить простейший анализ количественной информации; умении использовать при решении практических задач математические методы.

Дисциплина «Математика» включена в обязательную часть общепрофессионального цикла образовательной программы.

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК, ПК	**Уметь**	**Знать**	**Владеть навыками**
ОК.01	выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы определять необходимые ресурсы	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях	
ОК.02	определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации планировать процесс поиска;	Приемы структурирования информации; формат оформления результатов	
ОК.03	применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования	Знание современной научной и профессиональной терминологии возможные траектории профессионального развития и самообразования	
ПК 1.2.	выполнять геометрические построения	критерии качества изделия по точности	

	в ручной и машинной графике	размеров и формы, структуре материала;	
ПК 2.2	выполнять измерения и контроль параметров изделий;	принципы формообразования в аддитивном производстве;	разработки чертежей для создания электронной модели изделия
	выполнять эскизы, технические рисунки и чертежи деталей, их элементов и узлов	приемы выполнения геометрических построений	создания сборочных чертежей, рабочих чертежей и чертежей общего вида на основе электронной модели
ПК 2.3	рассчитывать показатели, характеризующие эффективность работы основного и вспомогательного оборудования;	принципы, формы и методы организации производственного и технологического процессов;	
ПК 3.2	выполнять вычисления и обработку данных по разрабатываемому технологическому процессу аддитивного производства;	взаимосвязь между изменением режимов аддитивной установки и качеством изделия;	анализа проблем совместимости исходных материалов, технологического оборудования и технологических режимов

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	**Объем в часах**	**В т.ч. в форме практ. подготовки**
Учебные занятия	78	32
Самостоятельная работа	-	-
Промежуточная аттестация	2	
Всего	**80**	**32**

2.2. Тематическое планирование учебной дисциплины ОП.01 Математика

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем ак. часов/в том числе в форме практической подготовки, ак.час.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
1	2	3	4
Тема 1.1 Комплексные числа и действия над ними	**Содержание учебного материала**	**6/2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ПК 1.2 ПК 2.2 ПК 2.3 ПК 3.2
	Определение комплексного числа в алгебраической форме, действия над ними.		
	Операции над комплексными числами. Геометрическое изображение комплексных чисел.		
	Переход от алгебраической формы к тригонометрической и обратно.		
	Практическая работа 1. Комплексные числа.	**2**	
	Практическое занятие в том числе: Выполнение вычислений над комплексными числами		
Тема 1. Матрицы и определители	**Содержание учебного материала**	**8/6**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ПК 1.2 ПК 2.2 ПК 2.3 ПК 3.2
	1. Понятие Матрицы	**2**	
	2. Действия над матрицами		
	3. Определитель матрицы		
	4. Обратная матрица. Ранг матрицы		
	Практическая работа 2. Действия над матрицами	1	
	Практическая работа 3. Вычисление определителя матрицы.	1	
	Практическая работа 4. Вычисление обратной матрицы	2	
	Практические занятия в том числе: Вычисление определителя матрицы, ранга матрицы, миноров матриц. Нахождение обратной матрицы. Операции над матрицами. Вычисление определителей матриц 2-го и 3-го порядка и более высокого порядка.	2	
Тема 2. Системы линейных уравнений	**Содержание учебного материала**	**8/6**	ОК 01, ОК 02,
	1. Основные понятия системы линейных уравнений		

	2. Решение системы линейных уравнений методом Крамера	**2**	ОК 03, ПК 1.2 ПК 2.2 ПК 2.3 ПК 3.2
	3. Решение системы линейных уравнений методом Гаусса		
	Практическая работа 5. Решение системы линейных уравнений методом Крамера	1	
	Практическая работа 6. Решение системы линейных уравнений методом Гаусса	1	
	Практические занятия в том числе: решение СЛАУ методом Гаусса, методом Крамера матричным методом, решение СЛАУ методом Зейделя, Якоби.	3	
Тема 3. Теория пределов	**Содержание учебного материала**	**6/4**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ПК 1.2 ПК 2.2 ПК 2.3 ПК 3.2
	1. Числовые последовательности. Предел функции. Свойства пределов		
	2. Замечательные пределы, раскрытие неопределенностей	**2**	
	Практическая работа 7. Вычисление пределов. Раскрытие неопределенностей	2	
	Практические занятия в том числе: вычисление числовой последовательности, раскрытие неопределенностей. Вычисление 1-го и 2-го замечательных пределов.	2	
Тема 4. Дифференциальное исчисление функции одной действительной переменной	**Содержание учебного материала**	**10/6**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ПК 1.2 ПК 2.2 ПК 2.3 ПК 3.2
	1.Определение производной.	**4**	
	2. Производные элементарных функций и правила нахождения производных. Производные сложных функций.		
	3. Полное исследование функции. Построение графиков		
	4. Построение графиков		
	Практическая работа 8. Вычисление производной функции. Вычисление производной высших порядков	2	
	Практическая работа 9. Построение графиков функций	2	
	Практические занятия в том числе: вычисление производных сложных функций, вычисление производных высших порядков.	2	

Тема 5. Интегральное	**Содержание учебного материала**	**16/10**	ОК 01,

исчисление функции одной действительной переменной	1. Первообразная и неопределенный интеграл. Основные свойства неопределенного интеграла. Таблица основных интегралов.		ОК 02, ОК 03, ПК 1.2 ПК 2.2 ПК 2.3 ПК 3.2
	2. Основные методы интегрирования. Непосредственное интегрирование. Метод подстановки.		
	3. Метод интегрирования по частям. Смешанные примеры. 4. Интегрирование рациональных функций.		
	5. Определенный интеграл. Основные свойства определенного интеграла. Формула Ньютона-Лейбница.		
	6. Формулы площадей плоских фигур. Формулы длин дуг плоских кривых. Формулы объемов тел вращения. Формулы площадей поверхностей вращения.		
	7. Двойной интеграл. Случай прямоугольной области. Случай криволинейной области. Замена переменных в двойном интеграле.		
	8. Некоторые геометрические и физические приложения двойных интегралов. Вычисление объема. Вычисление площади. Вычисление площади поверхности. Криволинейные интегралы. Формула Грина.		
	9. Некоторые приложения криволинейных интегралов второго рода. Вычисление площади. Тройные интегралы. Вычисление тройных интегралов. Некоторые приложения тройных интегралов.		
	10. Вычисление определенных интегралов. Применение определенных интегралов	**2**	
	Практическая работа 10. Вычисление неопределенных интегралов.	1	
	Практическая работа 11. Вычисление определенных интегралов.	1	
	Практическая работа 12. Вычисление объемов фигур с помощью определенного интеграла.	1	
	Практическая работа № 13 Вычисление площади с помощью определенного интеграла.	1	
	Практическая работа № 14 Вычисление площади поверхности с помощью определенного интеграла.	2	

	Практические занятия в том числе: вычисление неопределенных интегралов различными методами: метод замены переменной, метод интегрирования по частям, интегрирование логарифмических функций, дробно рациональных выражений. Вычисление площади фигур и объема фигур с помощью определенного интеграла.	4	
Тема 6. Дифференциальное исчисление функции нескольких	**Содержание учебного материала**	**4/2**	
	1. Предел и непрерывность функции нескольких переменных		ОК 01, ОК 02, ОК 03, ПК 1.2 ПК 2.2 ПК 2.3 ПК 3.2
	2. Частные производные. Дифференцируемость функции нескольких переменных		
	Практическая работа 15. Нахождение предела функций нескольких переменных	1	
	Практическая работа 16. Нахождение частных производных	1	
	Практические занятия в том числе: Вычисление частных производных, вычисление производных функций, заданных неявно.		
Тема 7. Интегральное исчисление функции нескольких действительных переменных	**Содержание учебного материала**	**4/2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ПК 1.2 ПК 2.2 ПК 2.3 ПК 3.2
	1. Двойные интегралы и их свойства		
	2. Повторные интегралы	2	
	Практическая работа 17. Вычисление двойных и повторных интегралов.	2	
	Практические занятия в том числе: Вычисление частных производных, вычисление производных функций, заданных неявно.		
Тема 8. Теория рядов	**Содержание учебного материала**	**4/2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ПК 1.2 ПК 2.2 ПК 2.3 ПК 3.2
	1. Определение числового ряда. Свойства рядов 2. Функциональные последовательности и ряды. Ряды Фурье.	**2**	
	Практические занятия в том числе: Определение сходимости и расходимости ряда.	**2**	
Тема 10. Векторы и действия с ними	**Содержание учебного материала**	**8/1**	
	Выражение скалярного произведения через координаты векторов. Векторное произведение. Определение векторного произведения. Основные свойства векторного произведения. Выражение векторного		ОК 01, ОК 02, ОК 03,

	произведения через координаты векторов. Смешанное произведение трех векторов. Определение н геометрический смысл смешанного произведения. Выражение смешанного произведения через координаты векторов.		ПК 1.2 ПК 2.2 ПК 2.3 ПК 3.2
	2. Вычисление скалярного, смешанного, векторного произведения векторов		
	Практическая работа 18. Вектора в пространстве.	1	
	Практические занятия в том числе: Линейные операции над векторами. Скалярное произведение векторов. Векторное произведение. Смешанное произведение векторов. Разложение вектора по базису.		
Тема 11. Аналитическая геометрия на плоскости	**Содержание учебного материала**	**6/3**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ПК 1.2 ПК 2.2 ПК 2.3 ПК 3.2
	1. Уравнение прямой на плоскости. Угол между прямыми. Расстояние от точки до прямой Уравнение прямой с угловым коэффициентом. Уравнение прямой, проходящей через данную точку М (x_1; y_1) с данным угловым коэффициентом. Уравнение прямой, проходящей через две данные точки $M_1(x_1; y_1)$ и $M_2(x_2; y_2)$. Общее уравнение прямой. Угол между двумя прямыми. Нормальное уравнение прямой. Расстояние от точки до прямой. 2. Линии второго порядка на плоскости		
	Практическая работа № 19. Простейшие задачи аналитической геометрии на плоскости	**1**	
	Практические занятия в том числе: Прямая на плоскости и пространстве. Задание прямой различными способами. Кривые второго порядка: эллипс, гипербола, сфера.	**2**	
Промежуточная аттестация (дифференцированный зачет)		**2**	
Всего:		**80**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет «Общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей», оснащенный в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

3.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

3.2. Электронные издания (электронные ресурсы)

- www.fipi.ru
- http://www.exponenta.ru/
- http://www.mathege.ru
- http://uztest.ru

3.2.2. Дополнительные источники

1. Васильев, А. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник и практикум для среднего профессионального образования / А. А. Васильев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 224 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-16717-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/539468

2.Григорьев В.П. Математика: учебное издание / Григорьев В.П., Сабурова Т.Н. - Москва : Академия, 2024. - 368 с. (Специальности среднего профессионального образования). - URL: https://academia-library.ru - Текст : электронный.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Показатели освоенности компетенций	Методы оценки
Уметь: выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; определять необходимые ресурсы; планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию; оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности; определять и выстраивать траектории профессионального	Оценку **«отлично»** заслуживает студент, твёрдо знающий программный материал, системно и грамотно излагающий его, демонстрирующий необходимый уровень компетенций, чёткие, сжатые ответы на дополнительные вопросы, свободно владеющий понятийным аппаратом. Оценку **«хорошо»** заслуживает студент, проявивший полное знание программного материала, демонстрирующий сформированные на достаточном уровне умения и навыки, указанные в программе компетенции, допускающий непринципиальные неточности	Оценка результатов выполнения практических работ. Оценка результатов устного и письменного опроса. Оценка результатов тестирования.

развития и самообразования; кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые). знать: актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации; современная научная и профессиональная терминология; возможные траектории профессионального развития и самообразования; правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы.	при изложении ответа на вопросы. Оценку **«удовлетворительно»** заслуживает студент, обнаруживший знания только основного материала, но не усвоивший детали, допускающий ошибки принципиального характера, демонстрирующий не до конца сформированные компетенции, умения систематизировать материал и делать выводы. Оценку **«неудовлетворительно»** заслуживает студент, не усвоивший основного содержания материала, не умеющий систематизировать информацию, делать необходимые выводы, чётко и грамотно отвечать на заданные вопросы, демонстрирующий низкий уровень овладения необходимыми компетенциями.	

Приложение 2.7
к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

Рабочая программа дисциплины

«ОП.02 Информатика»

2025

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ 89

1. Общая характеристика 90

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 90

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины 90

2. Структура и содержание ДИСЦИПЛИНЫ 90

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины 90

2.2. Содержание дисциплины 91

3. Условия реализации ДИСЦИПЛИНЫ 95

3.1. Материально-техническое обеспечение 95

3.2. Учебно-методическое обеспечение 95

4. Контроль и оценка результатов освоения ДИСЦИПЛИНЫ 95

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ «ОП.02 Информатика»

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель дисциплины «Информатика»: освоение системы базовых знаний, отражающих вклад информатики в формирование современной научной картины мира.

Дисциплина «Информатика» включена в обязательную часть блока ОП образовательной программы.

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать
ОК 01	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить
	определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы	структуру плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях
	выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы	основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте
ОК 02	применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач	современные средства и устройства информатизации, порядок их применения
	использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности	программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства
	использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач	-
ОК 03	составлять различные правовые документы	правила разработки презентации
	находить интересные проектные идеи, грамотно их формулировать и документировать	-

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	Объем в часах	В т.ч. в форме практ. подготовки
Учебные занятия	78	40
Самостоятельная работа	-	-
Промежуточная аттестация	2	-
Всего	**80**	-

2.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятий	Объем ак. часов/в том числе в форме практической подготовки, ак.час.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
Раздел 1. Информационные процессы, компьютер и его программное обеспечение (10 часов)			
Тема 1.1. Информация и информационные процессы	**Содержание**	**2/6**	
	Виды информации. Формы представления информации. Свойства информации. Основные информационные процессы. Виды обработки информации. Хранение информации. Средства хранения информации. Графы. Содержательный подход к определению количества информации. Алфавитный подход к определению количества информации. Единицы измерения информации. Передача данных.	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	1. «Определение длины кратчайшего пути»	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	2. «Определение количества существующих различных путей»	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	3. «Определение протяженности дороги»	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 1.2. Компьютер и его программное обеспечение	**Содержание**	**2/0**	
	Архитектура персонального компьютера. Программное обеспечение компьютера	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Раздел 2. Кодирование информации и логические основы компьютеров (36 часов)			
Тема 2.1. Кодирование информации	**Содержание**	**2/22**	
	Двоичное кодирование. Декодирование. Системы счисления. Арифметические операции. Кодирование символов, графической информации, звуковой и видеоинформации.	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03

	В том числе практических и лабораторных занятий		
	4. «Двоичное кодирование»	4	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	5. «Декодирование»	4	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	6. «Перевод чисел из двоичной системы счисления в десятичную»	4	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	7. «Перевод чисел из десятичной системы счисления в двоичную»	4	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	8. «Арифметические операции в двоичной системе счисления»	4	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	9. «Применение таблицы триад для перевода из восьмеричной системы счисления в двоичную»	1	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	10. «Применение таблицы триад для перевода из двоичной системы счисления в восьмеричную»	1	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 2.2. Логические основы компьютеров	**Содержание**	**4/8**	
	Логические операции. Диаграммы Эйлера-Венна. Логические элементы компьютера.	4	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	11. «Диаграммы Эйлера-Венна»	4	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	12. «Логические элементы компьютера»	4	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Раздел 3. Компьютерные сети и информационная безопасность (8 часов)			
Тема 3.1. Компьютерные сети	**Содержание**	**4/0**	
	Топологии компьютерных сетей. Обмен данными. Серверы и клиенты. Сетевое оборудование. Одноранговые сети. Сети с выделенными серверами Адреса в Интернете.	4	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 3.2. Информационная безопасность	**Содержание**	**4/0**	
	Средства защиты информации. Типы вредоносных программ. Антивирусы. Шифр Цезаря. Шифр Виженера.	4	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		

Раздел 4. Текстовый процессор, компьютерные презентации, создание веб-сайтов (16 часов)			
Тема 4.1. Текстовый процессор	**Содержание**	**4/4**	
	Основные правила ввода текста. Параметры шрифта. Параметры абзаца. Параметры страницы. Создание списков. Создание формул. Применение стилей. Создание оглавления.	4	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	13. "Создание текстового документа"	4	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 4.2. Компьютерные презентации	**Содержание**	**4/0**	
	Создание компьютерных презентаций	4	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 4.3. Создание веб-сайтов	**Содержание**	**4/0**	
	Создание веб-сайтов.	4	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Раздел 5. Алгоритмы и программирование (8 часов)			
Тема 5.1. Простейшие программы. Ветвления	**Содержание**	**4/0**	
	Простейшие программы. Ветвления.	4	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 5.2. Циклические алгоритмы. Процедуры Функции.	**Содержание**	**4/0**	
	Циклические алгоритмы. Процедуры.	4	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Раздел 6. Базы данных и табличный процессор (2 часа)			
Тема 6.1. Базы данных	**Содержание**	**1/0**	
	Задачи СУБД. Система файл-сервер. Система клиент-сервер. Таблицы. Многотабличные БД. Типы связей. Нормализация.	1	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 6.2. Табличный	**Содержание**	**1/0**	

процессор	Создание формулы. Использование функции. Вложение функции в функцию Функция автозаполнения. Диаграммы. Сортировка данных. Фильтр данных Условное форматирование. Подбор параметра.	1	ОК 01, ОК 02, ОК 03
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Промежуточная аттестация		**2**	
Всего		**80**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет информатики и информационных технологий, оснащенный в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

3.2. Учебно-методическое обеспечение

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Гаврилов, М. В. Информатика и информационные технологии: учебник для среднего профессионального образования / М. В. Гаврилов, В. А. Климов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 355 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-15930-1. – Текст: непосредственный.

2. Волк, В. К. Информатика: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. К. Волк. – 2-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 226 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-18452-5. – Текст: непосредственный.

3. Торадзе, Д. Л. Информатика: учебное пособие для среднего профессионального образования / Д. Л. Торадзе. – 2-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 158 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-18726-7. – Текст: непосредственный.

4. Трофимов, В. В. Информатика: учебник для среднего профессионального образования / В. В. Трофимов, М. И. Барабанова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 795 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-17499-1. – Текст: непосредственный.

3.2.2. Дополнительные источники

1. Новожилов, О. П. Информатика в 2 ч. Часть 1: учебник для среднего профессионального образования / О. П. Новожилов. 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 320 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-06372-1. – Текст: непосредственный.

2. Новожилов, О. П. Информатика в 2 ч. Часть 2 : учебник для среднего профессионального образования / О. П. Новожилов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 302 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-06374-5. – Текст: непосредственный.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Показатели освоенности компетенций	Методы оценки
Знает: - актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; - структуру плана для решения	- демонстрирует знания об актуальном профессиональном и социальном контексте, в котором приходится работать и жить; - демонстрирует знания о структуре	Экспертное наблюдение выполнения практических работ. Письменный опрос. Промежуточная

задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; - основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте; - современные средства и устройства информатизации, порядок их применения; - программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства - правила разработки презентации ***Умеет:*** - распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части; - определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы; - выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; - применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; - использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности; - использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач; - составлять различные правовые документы; - находить интересные проектные идеи, грамотно их формулировать и документировать	плана для решения задач, алгоритмах выполнения работ в профессиональной и смежных областях; - демонстрирует знания об основных источниках информации и ресурсах для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте; - демонстрирует знания о современных средствах и устройствах информатизации, порядкн их применения; - демонстрирует знания о программном обеспечении в профессиональной деятельности, в том числе цифровых средствах - демонстрирует знания о правилах разработки презентации - демонстрирует умения распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части; - демонстрирует умения определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы; - демонстрирует умения выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; - демонстрирует умения применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; - демонстрирует умения использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности; - демонстрирует умения использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач; - демонстрирует умения составлять различные правовые документы; - демонстрирует умения находить интересные проектные идеи, грамотно их формулировать и документировать	аттестация – дифференцированный зачёт.

Приложение 2.8
к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

Рабочая программа дисциплины

«ОП.03 ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»

2025

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ....98

1. Общая характеристика 99

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 99

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины 99

2. Структура и содержание ДИСЦИПЛИНЫ 101

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины....101

2.2. Содержание дисциплины 102

3. Условия реализации ДИСЦИПЛИНЫ 106

3.1. Материально-техническое обеспечение 106

3.2. Учебно-методическое обеспечение....106

4. Контроль и оценка результатов освоения ДИСЦИПЛИНЫ 10Ошибка! Закладка не определена.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОП.03 Инженерная графика»

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель дисциплины «Инженерная графика»: формирование и развитие пространственного восприятия, пространственного воображения и пространственного конструктивно-геометрического мышления, необходимых для глубокого понимания технического чертежа; выработка знаний и навыков, необходимых студентам для выполнения и чтения специализированных чертежей, составления и оформления технической документации.

Дисциплина «Инженерная графика» включена в обязательную часть общепрофессионального цикла образовательной программы.

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код *ОК, ПК*	**Уметь**	**Знать**	**Владеть навыками**
ОК.01	определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы	структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях	
	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить	
ОК.02	применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач	программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства	
ОК.03	применять современную научную профессиональную терминологию	современная научная и профессиональная терминология	
ОК.05	грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке	правила оформления документов	
ПК 1.2.	выполнять геометрические построения в ручной и машинной графике	методы и приемы проекционного черчения	работы в системах автоматизированного проектирования (САПР)
	читать конструкторскую и технологическую документацию	правила оформления и чтения конструкторской и технологической документации	

ПК1.4	выполнять графические изображения в ручной и машинной графике	методы проекционного черчения	разработки чертежей для создания электронной модели изделия
	выполнять эскизы, технические рисунки и чертежи деталей, их элементов и узлов	приемы выполнения геометрических построений	создания сборочных чертежей, рабочих чертежей и чертежей общего вида на основе электронной модели
	читать чертежи, спецификации и технологическую документацию по профилю специальности	правила выполнения чертежей, технических рисунков, эскизов и схем	
	оформлять технологическую и конструкторскую документацию	принципы нанесения размеров	
		порядок и последовательность деталирования сборочных чертежей	
		правила оформления и чтения конструкторской и технологической документации	
		типы и назначение спецификаций, правила их чтения и составления	
		требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации	

2.3. Обоснование часов вариативной части ОПОП-П

№ № п/п	Дополнительные профессиональные компетенции	Дополнительные знания, умения, навыки	№, наименование темы	Объем часов	Обоснование включения в рабочую программу
1		**уметь:** выполнять проекционное черчение; **знать:** правила оформления машиностроительного черчения; категории изображений на чертеже: виды, разрезы, сечения; методы решения графических задач.	-	40	По запросу работодателя АО «Адмиралтейские верфи

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	Объем в часах	В т.ч. в форме практ. подготовки
Учебные занятия	120	60
Самостоятельная работа	-	-
Промежуточная аттестация		-
Всего	**120**	**60**

2.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятий	Объем ак. часов/в том числе в форме практической подготовки, ак.час.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
Раздел 1. Техническая графика (11 часов)			
Тема 1.1. Основные правила оформления чертежей	**Содержание**	**4/2**	
	Общие сведения о техническом черчении. Масштабы и форматы чертежей, основные надписи, основные сведения о нанесении размеров, обозначение шероховатости поверхностей, порядок чтения чертежа. Шрифты.	2	ОК 01-03,ОК 05 ПК1.2, ПК1.4
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	ОК 01-03,ОК 05 ПК1.2, ПК1.4
	№1. Проведение различных линий	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 1.2. Основные приемы техники черчения	**Содержание**	**7/4**	
	Выполнение геометрических построений, деление отрезков и построение углов, деление окружности на равные части; Сопряжения, лекальные кривые, практическое применение геометрических построений	3	ОК 01-03,ОК 05 ПК1.2, ПК1.4
	В том числе практических и лабораторных занятий	**4**	ОК 01-03,ОК 05 ПК1.2, ПК1.4
	№2. Выполнение чертежа детали с применением геометрических построений **№3**. Выполнение чертежа детали с применением правил построения сопряжений	2 2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Раздел 2. Проекционное черчение (6 часов)			
Тема 2.1 Основы начертательной геометрии	**Содержание**	**6**	
	Способы проецирования Метод проекций. Способы проециро-вания. Ортогональное проецирование. Метод Монжа.	2	ОК 01-03,ОК 05 ПК1.2, ПК1.4
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 2.2 Аксонометрические и	**Содержание**	**4/2**	
	Общие сведения, фронтальная диаметрическая проекция, понятие об изображении	2	ОК 01-03,ОК 05

прямоугольные проекции	окружностей во фронтальной диаметрической проекции, прямоугольная изометрическая проекция, изображение окружностей в изометрической проекции, построение изометрических проекций деталей. Прямоугольное проецирование, плоскости проекций, комплексный чертеж предмета, технический рисунок.		ПК1.2, ПК1.4
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	ОК 01-03,ОК 05 ПК1.2, ПК1.4
	№4 Выполнение чертежа деталей в системе прямоугольных проекций по их наглядным изображениям	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Раздел 3. Машиностроительное черчение (всего 34 часа)			
Тема 3.1. Сечения и разрезы	**Содержание**	**12,8**	
	Сечения, построение сечений, виды и обозначение сечений; Разрезы, построение разрезов, классификация разрезов, расположение и обозначение разрезов. Местный разрез, соединение части вида и части разреза; Особые случаи разрезов, сложные разрезы.	4	ОК 01-03,ОК 05 ПК1.2, ПК1.4
	В том числе практических и лабораторных занятий	**8**	ОК 01-03,ОК 05 ПК1.2, ПК1.4
	№5 Выполнение сечения **№6** Выполнение простого разреза **№7** Выполнение сложного разреза **№8** Выполнение разреза содержащего части вида и разреза	2 2 2 2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 3.2. Машиностроительные чертежи	**Содержание**	**9/4**	
	Виды изделий и конструкторских документов; Дополнительные и местные виды, выносные элементы, компоновка чертежа. Условности и упрощения на чертежах деталей, нанесение и чтение размеров на чертежах, конусность и уклон. Обозначения на чертежах допусков и посадок, расчёты величин предельных размеров и допуска по данным чертежа. Эскизы. Классификация резьб, изображения и обозначения резьб. Стандартные изделия	5	ОК 01-03,ОК 05 ПК1.2, ПК1.4
	В том числе практических и лабораторных занятий	**4**	ОК 01-03,ОК 05 ПК1.2, ПК1.4
	№9 Выполнение рабочего чертежа детали **№10** Вычерчивание деталей с резьбой	2 2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 3.3. Общие сведения о сборочных	**Содержание**	**13/8**	
	Содержание сборочного чертежа, спецификация. Разрезы на сборочных чертежах, размеры на сборочных чертежах. Порядок чтения сборочного чертежа. Изображение	5	ОК 01-03,ОК 05 ПК1.2, ПК1.4

чертежах	разъёмных соединений. Изображение неразъёмных соединений, изображение пружин. Деталирование. Схемы, виды схем, чтение схем		
	В том числе практических и лабораторных занятий	**8**	ОК 01-03,ОК 05 ПК1.2, ПК1.4
	№11 Оформление сборочного чертежа на формате А4 **№12** Чтение сборочного чертежа и нахождение на нем условностей и упрощений **№13** Вычерчивание отдельных соединений деталей машин **№14** Деталирование сборочного чертежа	2 2 2 2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Раздел 4. Общие сведения о машинной графике (69 часов)			
Тема 4.1. Введение в CAD/CAM систему. Общие Сведения о Компас	**Содержание учебного материала**	**15/6**	
	Автоматизация конструкторского проектирования. Классификация задач. Геометрическое моделирование и решаемые им задачи. Техническое оснащение, математическое обеспечение, прикладные программы CAD/CAM систем. Общие сведения о графических пакетах прикладных программ. Общие сведения о КОМПАС-График. Интерфейс системы. Создание, открытие и сохранение документов. Управление курсором. Отмена и повтор действий. Управление изображением документа в окне. Выделение объектов и отмена выделения. Единицы измерения и системы координат. Масштаб. Ориентация. Панели инструментов.	9	ОК 01-03,ОК 05 ПК1.2, ПК1.4
	В том числе практических и лабораторных занятий	**6**	ОК 01-03,ОК 05 ПК1.2, ПК1.4
	№15 Составление общей таблицы «Прикладные программы CAD/CAM» **№16** Изучение основных элементов и настройка интерфейса Компас	3 3	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 4.2 Основные приемы работы с чертежом	**Содержание учебного материала**	**28/14**	
	Вспомогательные прямые и точки. Скругление углов. Создание вогнутых скруглений, фасок. Построение сопрягающих окружностей и прямых. Построение прямой из заданной точки, касательной к окружности. Выполнение чертежей деталей, содержащих необходимые разрезы и сечения. Использование слоев и видов. Заполнение рамки чертежа. Фрагменты в графическом документе. Размеры и предельные отклонения. Редактирование размера после его простановки. Предельные отклонения и допуски. Шероховатость поверхностей: параметры, обозначение. Штриховка деталей. Общие приемы редактирования: сдвиг, копирование, деформация. Разбиение объектов на части и работа с ними. Автоматизированная подготовка текстовых документов. Текст в графическом документе. Введение, редактирование и размещение технических требований. Создание текстового документа. Таблицы: создание и редактирование.	14	ОК 01-03,ОК 05 ПК1.2, ПК1.4

	В том числе практических и лабораторных занятий	**14**	ОК 01-03,ОК 05 ПК1.2, ПК1.4
	№17.Построение чертежа плоских деталей **№ 18** Выполнение сечений и разрезов в программе Компас-График **№19** Простановка размеров чертежа детали **№ 20** Редактирование чертежа детали **№ 21** Выполнение титульный листа в СПДС "КОМПАС-3D	3 3 3 3 2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 4.3 Создание трехмерных моделей	**Содержание учебного материала**	**26/12**	
	Геометрическое моделирование трехмерных объектов. Особенности объемного моделирования в системе Компас. Формообразующие операции: вращения, выдавливания, кинематические, по сечениям. Приклеивание и вырезание. Дополнительные конструктивные элементы. Особенности построения эскиза. Редактирование элементов. Построение трехмерных сборок. Создание файла сборки. Добавление детали. Добавление сборочной единицы. Создание компонента на месте. Спецификация. Содержание, составление. Особенности создания спецификации в системе Компас. Создание спецификации в режиме ручного заполнения. Создание спецификации сборочной единицы, связанной со сборочным чертежом и чертежами деталей. Работа с текстовыми документами: создание новой спецификации и редактирование из файла. Спецификация на поле чертежа. Библиотека эскизов. Библиотека моделей. Обмен информацией с другими системами. Вывод документов на печать.	14	ОК 01-03,ОК 05 ПК1.2, ПК1.4
	В том числе практических и лабораторных занятий	**12**	ОК 01-03,ОК 05 ПК1.2, ПК1.4
	№22 Выполнение трехмерной модели в программе Компас-3D **№23** Выполнение сборочного чертежа **№24** Составление спецификации к сборочному чертежу	5 4 3	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Промежуточная аттестация			
Всего		**120/60**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет «Инженерной графики», оснащенный в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

Технические средства обучения:
- компьютеры с лицензионным программным обеспечением
- программный продукт АСКОН Компас -3D;

3.2. Учебно-методическое обеспечение

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Анамова, Р. Р. Инженерная и компьютерная графика : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Р. Р. Анамова [и др.] ; под общей редакцией Р. Р. Анамовой, С. А. Леоновой, Н. В. Пшеничновой. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 226 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-16834-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/531858.

2. Куликов, В. П., Инженерная графика : учебник / В. П. Куликов. — Москва : КноРус, 2023. — 284 с. — ISBN 978-5-406-11700-2. — URL: https://book.ru/book/949516 — Текст : электронный.

3. Панасенко, В. Е. Инженерная графика / В. Е. Панасенко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 168 с. — ISBN 978-5-507-46137-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/298523

4. Серга, Г. В. Инженерная графика : учебник / Г.В. Серга, И.И. Табачук, Н.Н. Кузнецова. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 383 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015545-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/2084079

5. Чекмарев, А. А. Инженерная графика : учебник для среднего профессионального образования / А. А. Чекмарев. — 13-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 355 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-18482-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/535124

3.2.2. Дополнительные источники

1. Электронный ресурс Российское образование, Федеральный портал (http://www.edu.ru).

2. Электронный ресурс «Техническая графика». Форма доступа: http://window.edu.ru

3. ГОСТ 2.301-68 «ЕСКД. Форматы» (с Изменениями N 1, 2, 3).

4. ГОСТ 2.302-68 «ЕСКД. Масштабы» (с Изменениями N 1, 2, 3).

5. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии» (с Изменениями N 1, 2, 3).

6. ГОСТ 2.304-81 «ЕСКД. Шрифты чертежные» (с Изменениями N 1, 2).

7. ГОСТ 2.305- 2008 «ЕСКД. Изображения — виды, разрезы, сечения».

8. ГОСТ 2.306-68 «ЕСКД. Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах».

9. ГОСТ 2.307- 2011 «ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений».

10. ГОСТ 2.308- 2011 «ЕСКД. Указание допусков формы и расположения поверхностей».

11. ГОСТ 2.309-73 «ЕСКД. Обозначение шероховатости поверхностей».

12. ГОСТ 2.310-68 «ЕСКД. Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки» (с Изменениями N 1, 2, 3, 4).

13. ГОСТ 2.311-68 «ЕСКД. Изображение резьбы».

14. ГОСТ 2.312-72 «ЕСКД. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений».

15. ГОСТ 2.313-82 «ЕСКД. Условные изображения и обозначения неразъемных соединений».

16. ГОСТ 2.316-2008 «ЕСКД. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц».

17. ГОСТ 2.317-2011 «ЕСКД. Аксонометрические проекции».

18. ГОСТ 2.318-81 «ЕСКД. Правила упрощенного нанесения размеров отверстий» (с Изменениями N 1).

19. ГОСТ 2.320-82 «ЕСКД. Правила нанесения размеров, допусков и посадок конусов».

20. ГОСТ 2.321-84 «ЕСКД. Обозначения буквенные».

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Показатели освоенности компетенций	Методы оценки
Знает: - структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях - актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить - программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства - современная научная и профессиональная терминология - правила оформления документов -- методы проекционного черчения; - приемы выполнения геометрических построений; - правила выполнения чертежей, технических рисунков, эскизов и схем; - принципы нанесения размеров; - порядок и последовательность деталирования сборочных чертежей; - правила нанесения допусков, посадок, параметров шероховатости поверхности,	-демонстрирует знания алгоритма выполнения работ в профессиональной и смежных областях; -демонстрирует знания об актуальных профессиональных и социальных контекстах, в котором приходится работать и жить; - демонстрирует знания о программном обеспечении в профессиональной деятельности, в том числе цифровых средствах; - демонстрирует знания о современной научной и профессиональной терминологии; - формулирует правилах оформления документов, правилах нанесения допусков, посадок, параметров шероховатости поверхности, геометрических отклонений формы и расположения поверхностей на чертежах при деталировке - демонстрирует знания о правила выполнения чертежей, технических рисунков, эскизов и схем, порядке и	Экспертная оценка результатов деятельности обучающегося при выполнении и защите результатов практических занятий, выполнении домашних работ, тестирования и других видов текущего контроля

геометрических отклонений формы и расположения поверхностей на чертежах при деталировке; - правила оформления и чтения конструкторской и технологической документации; - типы и назначение спецификаций, правила их чтения и составления; - требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации ***Умеет:*** - определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы - распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части - применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач - применять современную научную профессиональную терминологию - грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке - выполнять геометрические построения в ручной и машинной графике; - читать конструкторскую и технологическую документацию; - выполнять графические изображения в ручной и машинной графике; - выполнять эскизы, технические рисунки и чертежи деталей, их элементов и узлов; - читать чертежи, спецификации	последовательности деталирования сборочных чертежей, типах и назначении спецификаций, правилах их чтения и составления - демонстрирует знания о требованиях государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации -читает машиностроительные чертежи в соответствии с условными обозначениями, правилами изображения, надписями, особенностями и др., отраженными в нормах соответствующих стандартов; - демонстрирует умения грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке - наносит на чертеж размеры, условно-графические обозначения, выполняет все виды проекций и сечений, оформляет чертеж в соответствии с ЕСКД и ГОСТ; - выполняет эскизы машиностроительных изделий; - составляет спецификацию машиностроительных чертежей; - выполняет чертежи деталей и изделий в соответствии с ЕСКД, ГОСТ и техническими требованиями. -свободно владеет средствами информационных технологий для решения профессиональных задач - свободно владеющий понятийным аппаратом - выполняет геометрические построения в ручной и машинной графике - свободно читает чертежи, спецификации и технологическую документацию	

и технологическую документацию по профилю специальности; - оформлять технологическую и конструкторскую документацию	по профилю специальности -грамотно читает и оформляет технологическую и конструкторскую документацию	

Приложение 2.9
к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

Рабочая программа дисциплины

ОП.04 Электротехника и электроника

2025

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ 111

1. Общая характеристика 112

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 112

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины 112

2. Структура и содержание ДИСЦИПЛИНЫ 113

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины 113

2.2. Содержание дисциплины 114

3. Условия реализации ДИСЦИПЛИНЫ 119

3.1. Материально-техническое обеспечение 119

3.2. Учебно-методическое обеспечение 119

4. Контроль и оценка результатов освоения ДИСЦИПЛИНЫ 119

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОП.04 Электротехника и электроника»

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель учебной дисциплины ОП.04 Электротехника и электроника: является приобретение знаний, умений и навыков необходимых для изучения специальных дисциплин, связанных с подготовкой специалистов для по аддитивным технологиям, с применением практических навыков в решении задач, с использованием основных законов электротехники, применение расчетов в практической деятельности, а также вопросы, связанные с электробезопасностью на производстве.

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать
ОК.01	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте	основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте
ОК.02	определять задачи для поиска информации	номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности
ОК.04	организовывать работу коллектива и команды взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности	психологические основы деятельности коллектива психологические особенности личности
ПК 2.2	выполнять измерения и контроль параметров изделий	технические параметры, характеристики и особенности различных типов аддитивных установок; - конструкции аддитивных установок; - правила безопасной эксплуатации аддитивных установок;
ПК 2.3.	рационально организовывать рабочие места, определять задачи для исполнителей, обеспечивать их предметами и средствами труда; определять опасные и вредные факторы в сфере профессиональной деятельности; - оценивать состояние техники безопасности на производственном объекте; - проводить инструктаж по технике безопасности	правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности; - особенности обеспечения безопасных условий труда в сфере профессиональной деятельности
ПК 2.4	правильно эксплуатировать электрооборудование - использовать электронные приборы и устройства	типы привода (электрический, гидравлический, пневматический); - типы и назначение датчиков
ПК 2.5	выбирать средства измерений; - выполнять измерения и контроль	технические параметры, характеристики и особенности современных токарных и

	параметров изделий	фрезерных станков с ЧПУ, координатно-расточных станков, установок гидроабразивной обработки, обработки сжатым воздухом, пескодробеструйной обработки
ПК 2.6	проводить проверку электронных узлов аддитивной установки посредством средств автоматизированного контроля правильно эксплуатировать электрооборудование; - проводить электроизмерения; - читать принципиальные электрические схемы устройств/установок	электроизмерительные приборы, их назначение и правила использования; - правила электробезопасности; - профилактические мероприятия по охране окружающей среды, технике безопасности и производственной санитарии

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	**Объем в часах**	**В т.ч. в форме практ. подготовки**
Учебные занятия	**65**	28
Самостоятельная работа	**-**	-
Промежуточная аттестация	**2**	-
Всего	**93**	**28**

2.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятий	Объем ак. часов/в том числе в форме практической подготовки, ак.час.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
Введение	**Содержание**	**3/1**	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ПК.2.2, ПК.2.3, ПК 2.4, ПК 2.5, ПК.2.6
	Электрическая энергия, её свойства и использование. Получение и передача электрической энергии. Основные этапы развития мировой и отечественной электроэнергетики, электротехники и электроники. Основные понятия и определения в электротехнике и электронике. Основные физические величины в электротехнике их единицы измерения, характеристики и обозначения.	2	
	В том числе практических (ПЗ) и лабораторных занятий (ЛЗ)	**1**	
	П.З №1 «Основные физические величины в электротехнике и электронике»	1	
Раздел 1 Основные свойства электрического поля		**6/0**	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ПК.2.2, ПК.2.3, ПК 2.4, ПК 2.5, ПК.2.6
Тема 1.1 Основные свойства электрического поля	**Содержание**	6	
	Основные свойства и характеристики электрического поля. Поле точечного заряда. Однородное электрическое поле. Закон Кулона. Напряженность. электрического поля. Потенциал. Электрическое напряжение. Влияние электрического поля на проводники и диэлектрики. Электроемкость. Конденсаторы. Соединение конденсаторов.	6	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**-**	
	В том числе, самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Раздел 2 Электрические цепи постоянного тока		**7/2**	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ПК.2.2, ПК.2.3, ПК 2.4, ПК 2.5, ПК.2.6
Тема 2.1 Электрические цепи постоянного тока	**Содержание**	**7/2**	
	Параметры электрической цепи. Электрический ток, ЭДС и напряжение. Электрическое сопротивление и проводимость. Соединение резисторов. Расчет методом «свертывания». Закон Ома для участка и полной цепи. Законы Кирхгофа для узла и контура. Методы расчета цепей постоянного тока. Расчет электрических цепей методами: контурных токов, узловых потенциалов, двух узлов (узлового напряжения)	5	

	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	П.З.№2 Расчет электрических цепей постоянного тока со смешанным соединением конденсаторов	2	
	В том числе, самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Раздел 3 Электромагнетизм		**6/2**	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ПК.2.2, ПК.2.3, ПК 2.4, ПК 2.5, ПК.2.6
Тема 3.1 Магнитное поле, его характеристики	**Содержание**	**6/2**	
	Основные свойства и характеристики магнитного поля. Закон Ампера. Индуктивность: собственная и взаимная. Магнитная проницаемость: абсолютная и относительная. Магнитные цепи: разветвленные и неразветвленные.	4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	П.З. №3 Расчет магнитного поля провода с током и магнитного поля катушки	2	
	В том числе, самостоятельная работа обучающихся		
Раздел 4 Электрические цепи переменного тока		**10/4**	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ПК.2.2, ПК.2.3, ПК 2.4, ПК 2.5, ПК.2.6
Тема 4.1 Электрические цепи переменного тока	**Содержание**	**3**	
	Получение синусоидальной ЭДС. Амплитуда, период, частота, фаза, начальная синусоидального тока.	3	
Тема 4.2 Трехфазные цепи переменного тока	**Содержание**	**7/4**	
	Принцип получения трехфазной ЭДС. Устройство трехфазного генератора. Соединение обмоток генератора звездой и треугольником. Понятие «линейных и фазных» напряжений	3	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**4**	
	П.З.№4 «Расчет простейших электрических цепей.	2	
	П.З.№5 «Выполнение схемы расположения электроприемников»	2	
	В том числе, самостоятельная работа обучающихся		
Раздел 5 Использование электрической энергии		**23/9**	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ПК.2.2, ПК.2.3, ПК 2.4, ПК 2.5, ПК.2.6
Тема 5.1 Передача и распределение электрической энергии	**Содержание**	**7/4**	
	Понятие об электрических системах. Источники электрической энергии. Организация передачи, распределения и потребления электрической энергии. Трансформаторные подстанции и распределительные устройства.	3	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**4**	
	П.З.№6 «Изучение основных видов электростанций»	2	
	П.З.№ 7 «Изучение основных схем электроснабжения»	2	
	В том числе, самостоятельная работа обучающихся	**-**	

Тема 5.2. Электроизмерительные приборы	**Содержание**	**4/2**	
	Основные понятия «электрические измерения». Способы и методы измерения электрических величин и параметров. Классификация электроизмерительных приборов.	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	П.З. №8 «Составление паспорта электроизмерительного прибора»	2	
	В том числе, самостоятельная работа обучающихся		
Тема 5.3 Трансформаторы	**Содержание**	**4/1**	
	Назначение, устройство и применение, принцип действия трансформаторов. Режимы работы. Однофазные и трехфазные трансформаторы. Автотрансформаторы. Измерительные трансформаторы.	3	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**1**	
	П.З. №9 «Изучение основных режимов работы трансформаторов»	1	
	В том числе, самостоятельная работа обучающихся		
Тема 5.4 Электрические машины	**Содержание**	**5/2**	
	Электрические машины. Применение электрических машин переменного и постоянного тока. Классификация. Устройство и принцип действия электрических машин переменного тока, постоянного тока. Режимы работы. Физические процессы, происходящие в асинхронном двигателе. Применение асинхронных двигателей. Обратимость машин. Применение электрических машин постоянного тока.	3	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	П.З. №10 «Изучение схем включения и основных режимов работы асинхронных двигателей»	2	
	В том числе, самостоятельная работа обучающихся		
Тема 5.2 Основы электропривода	**Содержание**	**3/0**	
	Понятие об электроприводе. Режимы работы электроприводов. Механические характеристики нагрузочных устройств. Пускорегулирующая и защитная аппаратура. Релейно-контактные системы управления электродвигателей. Правила безопасной эксплуатации электроприводов	3	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**-**	
	В том числе, самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Раздел 6 Электроника		**18/4**	ОК 01, ОК 02,
Тема 6.1	**Содержание**	**5/2**	

Физические основы электроники: электронные приборы	Электропроводимость полупроводников. Собственная и примесная проводимости. Электронно-дырочный переход и его свойства. Прямое и обратное включение «p-n» перехода. Классификация полупроводниковых приборов. Назначение и применение. Устройство, принцип действия.	3	ОК 04, ПК.2.2, ПК.2.3, ПК 2.4, ПК 2.5, ПК.2.6
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	П.З. №11 «Изучение основных видов п/п приборов: назначение, применение, устройство и принцип действия»	2	
	В том числе, самостоятельная работа обучающихся		
Тема 6.2 Электронные выпрямители и стабилизаторы	**Содержание**	**3/1**	
	Общие сведения, структурная схема электронного выпрямителя. Однофазные и трехфазные выпрямители. Сглаживающие фильтры. Основные сведения, структурная схема электронного стабилизатора. Стабилизаторы напряжения. Стабилизаторы тока.	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**1**	
	П.З.№12 «Изучение источников питания»	1	
	В том числе, самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 6.3 Электронные усилители	**Содержание**	**2/0**	
	Схемы усилителей электрических сигналов. Основные технические характеристики электронных усилителей. Принцип работы усилителя низкой частоты на биполярном транзисторе**.**	**2**	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**-**	
	В том числе, самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 6.4 Электронные генераторы и измерительные приборы	**Содержание**	**3/1**	
	Электронные генераторы и измерительные приборы. Колебательный контур. Структурная схема электронного генератора. Генераторы синусоидальных колебаний: генераторы LC-типа, генераторы RC-типа.	2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**1**	
	П.З. №13 «Изучение принципа действия генераторов: LC-типа, генераторы RC-типа»	1	
	В том числе, самостоятельная работа обучающихся	**2/0**	
Тема 6.5 Электронные устройства автоматики и вычислительной техники	**Содержание**	**2**	
	Электронные устройства автоматики и вычислительной техники. Структура системы автоматического контроля, управления и регулирования. Измерительные преобразователи. Измерение неэлектрических величин электрическими	2	

	методами.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	**-**	
	В том числе, самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 6.6 Микропроцессоры	**Содержание**	**3/0**	
	Понятие о микропроцессорах. Структурная схема, взаимодействие блоков. Арифметическое и логическое обеспечение микропроцессоров. Микропроцессорные системы управления: - гибридные интегральные схемы; толстоплёночные и тонкоплёночные микросхемы, полупроводниковые интегральные микросхемы. Элементы полупроводниковых микросхем и их соединение.	3	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**-**	
	В том числе, самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Раздел 7 Электробезопасность		**18/6**	
Тема 7.1 Электробезопасность в аддитивных технологиях	**Содержание**	**18/6**	
	Действие электрического тока на организм человека. Виды поражение электрическим током. Электрическое сопротивление тела человека. Влияние значения тока на исход поражения. Первая помощь пострадавшим от электрического тока. Защита от поражения электрическим током. Знаки электробезопасности.	12	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**6**	
	П.З. №14 «Изучение путей прохождения электрического тока через тело человека»	2	
	П.З. №15 «Изучение защитного заземления, зануления, отключения»	2	
	П.З. № 16 «Изучение основных средств защиты»	2	
	В том числе, самостоятельная работа обучающихся		
Промежуточная аттестация		2	
Самостоятельная работа		-	
Всего (количество часов = п. 2.1)		**93**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет Электротехники, оснащенный в соответствии с приложением 3 ОПОП-П_по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

3.2. Учебно-методическое обеспечение

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

Основные источники:

1 Основы электротехники: учебник для СПО/Г.И.Кольниченко, Я.В. Тарлаков, А.В. Сиротов (и др.): под редакцией Г.И.Кольниченко.-3-е изд., испр. и доп.-Санкт-Петербург:Лань,2023.-252с.:ил.

2. Немцов М.В., Немцова М.Л. Электротехника и электроника: учебник для сту-учреждений среднего профессионального образования. - М.: Академия, 2020, 480 с.

3. Потапов Л.А. Основы электротехники: учебное пособие для СПО/ Л.А.Потапов.-4-е изд., стер.-Санкт-Петербург:Лань,2024.-376с.:ил.

Интернет ресурсы:

1. http://claw.ru/ - Образовательный портал
2. http://ru.wikipedia.org/ - Свободная энциклопедия
3. Электронный ресурс Российское образование, Федеральный портал (http://www.edu.ru).

http://www.college.ru/enportal/physics/content/chapter4/section/paragraph8/the

- ory.html
- - http://elib.ispu.ru/library/electro1/index.htm
- - http://ftemk.mpei.ac.ru/elpro/
- http://www.eltray.com. (Мультимедийный курс «В мир электричества как в первый раз»).
- http://www.edu.ru.
- http://www.experiment.edu.ru.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Показатели освоенности компетенций	Методы оценки
Знает: - основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; -основные физические величины в электротехнике и их единицы измерения; - элементную базу, компоненты и принципы работы типовых электронных приборов и устройств; -устройство средств и	- Применение средств визуального и измерительного контроля с соблюдением правил техники безопасности и эксплуатации средств измерения демонстрация знаний принципов работы типовых электронных приборов; технические характеристики, устройство электрических приборов и оборудования, назначение и применение; - рассчитывать параметры электрических и магнитных цепей; - снимать показания электроизмерительных приборов и	- Устный и письменный опрос; - Тестирование; - Контрольная работа; - Промежуточная аттестация в форме зачета Оценка результатов выполнения практической работы. Экспертное наблюдение за ходом выполнения практической работы. Оценка решений ситуационных задач. Проверочные работы.

методов электрического контроля; -принцип действия; - основные законы и правила, на основании которых, основан принцип действия электрооборудования и устройств; -методы расчета и измерения основных параметров простых электрических, магнитных и электронных цепей; свойства постоянного и переменного электрического тока; принципы последовательного и параллельного соединения проводников и источников тока; электроизмерительные приборы (амперметр, вольтметр), их устройство, принцип действия и правила включения в электрическую цепь; свойства магнитного поля; двигатели постоянного и переменного тока, их устройство и принцип действия; аппаратуру защиты электродвигателей; методы защиты от короткого замыкания; заземление, зануление - электротехническую терминологию; - типовые узлы и устройства микропроцессорных систем, микроконтроллеров - ***Умеет:*** - применять на практике основные законы и правила, для решения ситуационных задач - читать электрические	приспособлений и пользоваться ими; - демонстрирует системные знания схем включения приборов в электрическую цепь; Правильно определять единицы измерения силы тока, напряжения мощности и сопротивления проводников. Применять методы расчета и измерения основных простых электрических, магнитных и электронных цепей. Различать свойства постоянного и переменного электрического тока. Осуществлять последовательное и параллельное соединение проводников и источников тока. Определять устройство, принцип действия и правила включения в электрическую цепь электроизмерительных приборов (амперметра, вольтметра). Излагать свойства магнитного поля. Идентифицировать устройство и принцип действия, область применения двигателей постоянного и переменного тока. Соблюдать правила пуска, останова электродвигателей, установленных на эксплуатируемом оборудовании. Применять основную (наиболее используемую) аппаратуру защиты электродвигателей. Применять основные методы защиты сварочного оборудования от короткого замыкания. Соблюдать требования к устройству защитного заземления и зануления; Демонстрация знаний принципов работы микропроцессорных систем Демонстрация навыков чтения схем. Правильно читает структурные, монтажные и простые	

принципиальные схемы типовых устройств электронной техники -выполнять расчет и подбор элементов типовых электронных приборов и устройств - проводить измерения - измерять различные параметров электрических величин. -читать структурные, монтажные и простые принципиальные электрические схемы; -рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических магнитных и электронных цепей; -использовать в работе электроизмерительные приборы.	принципиальные электрические схемы; - рассчитывать и подбирать электронные устройства. Уверенно рассчитывает и измеряет основные параметры простых электрических магнитных и электронных цепей; Использует в работе электроизмерительные приборы	

Приложение 2.10
к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

Рабочая программа дисциплины

«ОП.05 ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»

2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ.....123

1. Общая характеристика РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ 124

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 124

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины 12124

2. Структура и содержание ДИСЦИПЛИНЫ 12125

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины..... 125

2.2. Содержание дисциплины 12126

3. Условия реализации ДИСЦИПЛИНЫ 12128

3.1. Материально-техническое обеспечение 12128

3.2. Учебно-методическое обеспечение..... 12128

4. Контроль и оценка результатов освоения ДИСЦИПЛИНЫ.....12128

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОП 05 «Техническая механика»

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель дисциплины «Техническая механика»: формирование технического мышления; подготовка к изучению дисциплин профессионального цикла; понимание технических процессов и явлений; применение математического аппарата к решению инженерных задач.

Дисциплина «Техническая механика» включена в обязательную часть общепрофессионального цикла образовательной программы.

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать
ОК.01	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части	структуру плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях
	выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы	основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте
ОК.02	оценивать практическую значимость результатов поиска	приемы структурирования информации
ОК.05	грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке	правила построения устных сообщений
ОК.09	кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые)	лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности
ПК 2.4		состав и принцип работы мехатронных модулей
		типы привода (электрический, гидравлический, пневматический)
ПК 2.5		технические параметры, характеристики и особенности современных токарных и фрезерных станков с ЧПУ, координатно-расточных станков, установок гидроабразивной обработки, обработки сжатым воздухом, пескодробеструйной обработки
ПК 2.6	проводить визуальную проверку механических и оптических узлов аддитивной установки	конструкцию, принцип действия, типовые неисправности аддитивных установок разных типов

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	Объем в часах	В т.ч. в форме практ. подготовки
Учебные занятия[1]	78	24
Самостоятельная работа	-	-
Промежуточная аттестация в форме диф.зачета	2	-
Всего	**80**	**24**

2.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятий	Объем, ак. ч. / в том числе в форме практической подготовки, ак. ч.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
1	2	3	4
	Введение	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 09 ПК 2.4, ПК 2.5, ПК 2.6
Тема 1. Теоретическая механика	**Содержание**	**19/4**	
	Основные понятия и аксиомы статики Связи и их реакции Пара сил и момент силы относительно точки Определение реакций опор и моментов защемления	15	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**4**	
	1 Расчет реакций связей	1	
	2 Решение задач с моментами сил	1	
	3 Определение величин реакций в опорах балочных систем	2	
Тема 2. Сопротивление материалов	**Содержание**	**25/10**	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 09 ПК 2.4, ПК 2.5, ПК 2.6
	Основные положения. Гипотезы и допущения Метод сечений Растяжение и сжатие. Внутренние силовые факторы, напряжения Продольные и поперечные деформации. Закон Гука Механические испытания, механические характеристики	15	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**10**	
	4 Решение задач по методу сечений	2	
	5 Определение перемещения свободного конца бруса	2	
	6 Расчет основных механических характеристик	2	
	7 Определение размеров поперечного сечения балки	2	
	8 Расчеты на прочность	2	
Тема 3. Детали машин	**Содержание**	**33/10**	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 09 ПК 2.4, ПК 2.5, ПК 2.6
	Машины и их основные элементы Основные критерии работоспособности и расчета деталей машин	23	

	Машиностроительные материалы Общие сведения о передачах Фрикционные передачи Вариаторы Зубчатые передачи. Геометрия и кинематика Конические зубчатые передачи Зубчатые передачи. Основы расчета на контактную прочность и изгиб Ременные передачи. Основные геометрические соотношения Виды разрушений и критерии работоспособности Червячная передача. Передача винт-гайка Валы и оси. Опоры валов и осей. Муфты		
	В том числе практических и лабораторных занятий	**10**	
	9 Проработка общих сведений о передачах	2	
	10 Расчет многоступенчатой передачи	2	
	11 Расчет фрикционных передач и вариаторов	2	
	12 Расчет геометрических параметров зубчатых колес цилиндрической передачи	2	
	13 Проработка геометрии и кинематики прямозубых колес	2	
Промежуточная аттестация		***2***	
Всего		**80**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет Технической механики, оснащенный в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

3.2. Учебно-методическое обеспечение

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Бусыгин А. М., Детали машин: учебник / А. М. Бусыгин. — Москва: КноРус, 2024. — 262 с. — ISBN 978-5-406-13019-3. — URL: https://book.ru/book/953852

2. Вереина Л.И. Техническая механика: учебное издание / Вереина Л.И., Краснов М.М. - Москва: Академия, 2024. - 352 с. (Специальности среднего профессионального образования). - URL: https://academia-library.ru - Текст: электронный

3. Гребенкин В. З. Техническая механика: учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. З. Гребенкин, Р. П. Заднепровский, В. А. Летягин; под редакцией В. З. Гребенкина, Р. П. Заднепровского. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 390 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10337-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/517738

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Показатели освоенности компетенций	Методы оценки
Знает: - структуру плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; - основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте; - приемы структурирования информации; - правила построения устных сообщений; - лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности; - состав и принцип работы мехатронных модулей; - типы привода (электрический, гидравлический, пневматический); - технические параметры, характеристики и особенности современных токарных и фрезерных станков с ЧПУ, координатно-	Демонстрирует знания: - механизмов для преобразования движения, виды передач; - видов соединения деталей машин; - видов износа и деформации - роли трения в технике; - условных обозначений на кинематических схемах. Читает кинематические схемы; определяет передаточное отношение; рассчитывает элементы конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;	Выполнение практических работ. Устный и письменный опрос. Дифференцированный зачет.

расточных станков, установок гидроабразивной обработки, обработки сжатым воздухом, пескодробеструйной обработки; - конструкцию, принцип действия, типовые неисправности аддитивных установок разных типов. **Умеет:** - распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части; - выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; - оценивать практическую значимость результатов поиска; - грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке; - кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые); - проводить визуальную проверку механических и оптических узлов аддитивной установки	определяет напряжения в конструкционных элементах.	

Приложение 2.11

к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

Рабочая программа дисциплины

«ОП.06 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ 131

1. Общая характеристика 132

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 132

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины 132

2. Структура и содержание ДИСЦИПЛИНЫ 132

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины 132

2.2. Содержание дисциплины 133

3. Условия реализации ДИСЦИПЛИНЫ 136

3.1. Материально-техническое обеспечение 136

3.2. Учебно-методическое обеспечение 136

4. Контроль и оценка результатов освоения ДИСЦИПЛИНЫ 136

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОП.06 Материаловедение»

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель дисциплины «Материаловедение»: формирование систематических знаний о современных конструкционных материалов, их месте и роли в современном производстве.

Дисциплина «Материаловедение» включена в обязательную часть общепрофессионального цикла образовательной программы.

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
ОК 01	определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы	основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте	
ПК 2.1	оценивать соответствие исходного материала для изготовления изделий аддитивного производства предъявляемым технологическим требованиям по химическому составу и форме	типы материалов, используемых в качестве исходных для аддитивного производства	выполнения операций по входному контролю исходного сырья и определению расхода сырья

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	Объем в часах	В т.ч. в форме практ. подготовки
Учебные занятия	78	24
Самостоятельная работа		-
Промежуточная аттестация	2	-
Всего	**80**	-

2.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятий	Объем ак. часов/в том числе в форме практической подготовки, ак.час.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
Раздел 1. Железоуглеродистые сплавы. (49 часов)			
Тема 1.1. Основные сведения о строении и свойствах металлов и сплавов.	**Содержание**	**15/6**	
	Введение. Развитие материаловедения. Роль материалов в современной технике. Классификация конструкционных материалов. Основные сведения о строение металлов. Виды кристаллических решеток. Дефекты дефектов кристаллических решеток. Кристаллизация. Методы исследования металлов. Свойства металлов. Физические и химические свойства металлов. Коррозия металлов. Механические свойства металлов. Методы определения механических свойств. Технологические свойства металлов и способы их испытаний. Эксплуатационные свойства.	9	ОК.01 ПК 2.1
	В том числе практических и лабораторных занятий	**6**	ОК.01 ПК 2.1
	Л.р.№ 1 Изучение строения металлов и сплавов. Л.р.№2 Изучение испытаний на растяжения. Л.р.№3 Изучение методов измерения твердости	2 2 2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 1.2. Железоуглеродистые сплавы	**Содержание**	**24/10**	
	Общие сведения о железоуглеродистых сплавах. Классификация. Фазовые превращения в сплавах. Понятие о диаграммах состояния сплавов. Структурные составляющие. Чугун. Получение и состав чугуна. Виды и свойства чугунов: серый чугун, белый чугун, высокопрочный чугун, ковкий чугуны. Маркировка и область применения чугунов. Сталь. Металлургия стали. Классификация стали по составу, качеству и назначению. Углеродистые стали, их виды, маркировка и применение. Легированные стали, их особенности, правила маркировки и	14	ОК.01 ПК 2.1

	применение.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	**10**	ОК.01 ПК 2.1
	П.р.№1 Анализ диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов. П.р.№2 Расшифровка марок железоуглеродистых сплавов	2 2	
	Л.р.№4 Микроскопическое исследование структуры чугунов. Л.р.№5 Микроскопическое исследование структуры углеродистых сплавов. Л.р.№6 Микроскопическое исследование структуры легированных сталей	2 2 2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 1.3. Термическая обработка	**Содержание**	**10/2**	
	Общие сведения. Сущность, назначение и виды термообработки. Виды термической обработки. Отжиг, нормализация, закалка, отпуск. Дефекты термической обработки. Поверхностное упрочнение. Химико-термическая и термомеханическая обработка стали.	8	ОК.01 ПК 2.1
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	ОК.01 ПК 2.1
	Л.р.№7. Микроскопическое исследования структуры цементованных деталей	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Раздел 2. Цветные металлы и неметаллические материалы (24 часа)			
Тема 2.1. Цветные металлы и сплавы	**Содержание**	**12/4**	
	Сведения о производстве цветных металлов. Применение. Цветные металлы. Механические и технологические свойства сплавов цветных металлов, их применение. Маркировка. Антифрикционные сплавы. Состав, свойства и применение	8	ОК.01 ПК 2.1
	В том числе практических и лабораторных занятий	**4**	ОК.01 ПК 2.1
	П.р.№3 Расшифровка марок цветных металлов.	2	
	Л.р.№8 Микроскопическое исследование структуры цветных металлов	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 2.2. Неметаллические и другие материалы	**Содержание**	**12/2**	
	Пластмассы. Состав особенности, свойства и виды и область применение. Слоистые пластмассы. Газонаполненные пластмассы. Резиновые материалы и изделия. Состав, виды и особенности. Абразивные материалы и инструменты. Сверхтвердые материалы Классификация шлифовальных кругов. Основные	10	ОК.01 ПК 2.1

	лакокрасочные, склеивающие и вспомогательные материалы. Классификация, состав, способы получения и применение. Основные электрические материалы. Классификация, состав, способы получения и применение. Неорганические материалы. Ситаллы, стекло, керамика. Свойства и применение		
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	ОК.01 ПК 2.1
	П.р.№4 Составление сводной таблицы: классификация, свойства и назначение неметаллических материалов	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся:		
Раздел 3. Технология обработки металлов (7 часов)			
Тема 3.1. Виды обработки металлов и сплавов	**Содержание**	**5**	
	Требования к качеству обработки деталей. Виды износа деталей и узлов. Литейное производство. Обработка металлов давлением. Сварка, резка и пайка металлов. Процесс сварки, свариваемость материалов, типы соединений. Пайка металлов. Обработка металлов резанием	5	ОК.01 ПК 2.1
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся:		
Промежуточная аттестация **(количество часов)**		***2***	
Всего		**80**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет «Материаловедения», оснащенный в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

Лаборатория «Материаловедения», оснащенная в соответствии с приложением 3ОПОП-П.

3.2. Учебно-методическое обеспечение

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. 1. Земсков, Ю. П. Материаловедение : учебное пособие для спо / Ю. П. Земсков, Е. В. Асмолова. — 4-е изд., стер.- Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-507-52306-1
2. Сапунов, С. В. Материаловедение : учебное пособие для спо / С. В. Сапунов. — 4-е изд., испр. и доп.- Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 208 с. — ISBN 978-5-507—47200-0
3. Черепахин, А. А. Технология конструкционных материалов. Сварочное производство : учебник для вузов / А. А. Черепахин, В. М. Виноградов, Н. Ф. Шпунькин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 269 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04826-5.

3.2.2. Дополнительные источники

1. Нормативная документация
2. http://standards.narod.ru/gosts/- Online-доступ к государственным стандартам

Интернет ресурсы:

3. http://claw.ru/ - Образовательный портал
4. http://ru.wikipedia.org/ - Свободная энциклопедия
5. Электронный ресурс Российское образование, Федеральный портал (http://www.edu.ru).

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Показатели освоенности компетенций	Методы оценки
Знает: - основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте - типы материалов, используемых в качестве исходных для аддитивного производства ***Умеет:***	- демонстрирует знания об основных источниках информации и ресурсов для решения профессиональных задач -демонстрирует знания о типах материалов, используемых в качестве исходных для аддитивного производства -правильно выбирает материалы для осуществления профессиональной деятельности; -применяет на практике основные	Экспертное наблюдение выполнения практических работ и видов работ по практике Диагностика (тестирование, контрольные работы)

- определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы - оценивать соответствие исходного материала для изготовления изделий аддитивного производства предъявляемым технологическим требованиям по химическому составу и форме	сведения об области применения, основных свойств и классификацию материалов, использующихся в профессиональной деятельности; -уверенно разбирается в наименованиях, маркировках, основных свойствах и классификациях углеродистых и конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов, а также полимерных материалов (в том числе пластмасс, полиэтилена, полипропилена); -правильно пользуется справочными таблицами для определения свойств материалов	

Приложение 2.12
к ОПОП-П по профессии/специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

Рабочая программа дисциплины

«ОП.07 ТЕПЛОТЕХНИКА»

2025

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ.....139

1. Общая характеристика РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ 140

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 140

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины 140

2. Структура и содержание ДИСЦИПЛИНЫ 11411

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины..... 11411

2.2. Содержание дисциплины 142

3. Условия реализации ДИСЦИПЛИНЫ 147

3.1. Материально-техническое обеспечение 147

3.2. Учебно-методическое обеспечение..... 147

4. Контроль и оценка результатов освоения ДИСЦИПЛИНЫ.....147

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОП.07 Теплотехника»

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель дисциплины «Теплотехника»: является формирование знаний и практических навыков по получению, преобразованию, передаче и использовании тепловой энергии, а также правильный выбор и эксплуатация теплотехнического оборудования с максимальной экономией теплоэнергетических ресурсов и материалов, интенсификация технологических процессов и выявление возможности использования вторичных энергоресурсов для защиты окружающей среды.

Дисциплина «Теплотехника» включена в обязательную часть общепрофессионального цикла образовательной программы.

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК	Уметь	Знать
ОК 01 ОК 04 ОК 09	Определять задачи для поиска информации Определять необходимые источники информации Планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию Выделять наиболее значимое в перечне информации Оценивать практическую значимость результатов поиска Оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач Использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач Определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности Применять современную научную профессиональную терминологию Понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы Участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы Кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и	Приемы структурирования информации Формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации Порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств Современная научная и профессиональная терминология Порядок выстраивания презентации Правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы Лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности Особенности произношения Правила чтения текстов профессиональной направленности

	планируемые)	

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	Объем в часах	В т.ч. в форме практ. подготовки
Учебные занятия	76	23
Самостоятельная работа	-	-
Промежуточная аттестация		
Всего	**76**	**23**

2.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятий	Объем, ак. ч. / в том числе в форме практической подготовки, ак. ч.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
Раздел 1. Основы технической термодинамики		**27/16**	
Тема 1.1. Введение. Термодинамическая система и термодинамический процесс	**Содержание**	**4/0**	ОК 01 ОК 04 ОК 09
	История развития науки «Теплотехника». Прикладное назначение теплотехники	1	
	Термодинамическая система и термодинамический процесс. Параметры состояния.	1	
	Идеальный газ и законы идеального газа, понятия о смесях. Смеси идеальных газов.	1	
	Внутренняя энергия. Теплота и работа. Удельная теплоемкость	1	
Тема 1.2. Первый закон термодинамики	**Содержание**	**6/4**	ОК 01 ОК 04 ОК 09
	Закон сохранения и превращения энергии.	1	
	Первый закон термодинамики. Энтальпия	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**4**	
	ПЗ №1. Первый закон термодинамики в применении к решению одной из технических задач	2	
	ПЗ №2. Определение теплопроводности теплоизоляционного материала	2	
Тема 1.3. Теория теплоемкости идеальных газов.	**Содержание**	**3/0**	ОК 01 ОК 04 ОК 09
	Удельная (массовая), объемная и молярная теплоемкости газов.	1	
	Истинная и средняя теплоемкости.	1	

	Теплоемкость смесей.	1	
Тема 1.4. Основные термодинамические процессы и параметры состояния	**Содержание**	**5/2**	ОК 01 ОК 04 ОК 09
	Термодинамические процессы и параметры состояния.	1	
	Изохорный процесс. Изобарный процесс. Изотермический процесс.	1	
	Адиабатный процесс. Политропный процесс	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	ПЗ №3. Решение задач на теплообмен	2	
Тема 1.5. Термодинамические процессы водяного пара	**Содержание**	**4/2**	ОК 01 ОК 04 ОК 09
	Термодинамический процесс получения водяного пара.	1	
	Термодинамические процессы водяного пара	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	ПЗ №4. Определение параметров влажного воздуха	2	
Тема 1.6. Второй закон термодинамики	**Содержание**	**8/4**	ОК 01 ОК 04 ОК 09
	Обратимые и необратимые процессы.	1	
	Круговые термодинамические процессы тепловых двигателей. Круговые термодинамические процессы холодильных установок.	1	
	Формулировка второго закона термодинамики.	1	
	Обратимый цикл Карно. Понятие энтропии	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**4**	
	ПЗ №5. Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции	2	
	ПЗ №6. Расчет КПД цикла Карно	2	
Тема 1.7. Термодинамика газовых	**Содержание**	**4/2**	ОК 01 ОК 04
	Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. (Циклы	1	

теплосиловых установок	Отто, Дизеля, Тринклера).		ОК 09
	Циклы газотурбинных установок. Циклы реактивных двигателей. Цикл магнитогидродинамического генератора	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**4**	
	ПЗ №7. Исследование процесса истечения из суживающегося сопла	2	
Тема 1.8. Термодинамика паровых теплосиловых установок	**Содержание**	**5/2**	ОК 01 ОК 04 ОК 09
	Паровые теплосиловые установки с циклом Карно.	1	
	Паровые теплосиловые установки с циклом Ренкина. Паровые теплофикационные установки.	1	
	Атомные теплосиловые установки	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	ПЗ №8. Расчет КПД паровых теплосиловых установок	2	
Тема 1.9. Термодинамика холодильных установок	**Содержание**	**2/0**	ОК 01 ОК 04 ОК 09
	Общие понятия и определения, цикл воздушной холодильной установки.	1	
	Цикл парокомпрессионной холодильной установки. Цикл пароэжекторной холодильной установки	1	
Тема 1.10. Термодинамика процессов течения газов и жидкостей	**Содержание**	**2/0**	ОК 01 ОК 04 ОК 09
	Первый закон термодинамики для потока. Сжатие газа в компрессоре.	1	
	Уравнение адиабатного течения. Истечение газов из сопел. Дросселирование газа и пара	1	
Раздел 2. Основы теплообмена		**19/5**	
Тема 2.1. Конвективный теплообмен	**Содержание**	**3/0**	ОК 01 ОК 04 ОК 09
	Общие сведения. Вынужденная и естественная конвекция.	1	
	Основные уравнения конвективного теплообмена.	1	
	Применение теории пограничного слоя для решения задач	1	

	конвективного теплообмена		
Тема 2.2. Перенос теплоты теплопроводностью	**Содержание**	**5/2**	ОК 01 ОК 04 ОК 09
	Общая характеристика процессов теплопроводности.	1	
	Теплопроводность при стационарном режиме.	1	
	Особенности решения практических задач нагрева тел в различных печах	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	ПЗ №9. Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала (метод цилиндрического слоя)	2	
Тема 2.3. Основы теории подобия	**Содержание**	**7/3**	ОК 01 ОК 04 ОК 09
	Основные понятия теории подобия. Применение теории подобия для решения задач гидродинамики.	1	
	Применение теории подобия для решения задач конвективного теплообмена.	1	
	Применение теории подобия для решения задач нестационарной теплопроводности.	1	
	Формы представления уравнений подобия	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**3**	
	ПЗ №10. Решение задач конвективного теплообмена	3	
Тема 2.4. Теплофизические основы теплообмена излучением	**Содержание**	**4/0**	ОК 01 ОК 04 ОК 09
	Основные понятия и определения.	1	
	Количественные характеристики процесса излучения. Виды лучистых потоков.	1	
	Основные законы излучения абсолютно черного тела. Понятие серого тела и степень черноты серого тела.	1	
	Закон Кирхгофа для излучения серого тела	1	
Раздел 3. Теплопроводность.		**6/0**	
Тема 3.1	**Содержание**	**2/0**	

Теплопроводность	Основные понятия теплопроводности: температурное поле, градиент температуры, закон Фурье	1	
	Способы распространения тепла	1	
Тема 3.2 Понятие о граничных условиях	**Содержание**	**1/0**	
	Теплопроводность через цилиндрическую однослойную стенку при стационарном режиме	1	
Тема 3.3 Конвективный теплообмен	**Содержание**	**3/0**	
	Основные понятия конвективного теплообмена.	1	
	Коэффициент теплопередачи.	1	
	Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.	1	
Раздел 4. Промышленная теплотехника.		**7/2**	
Тема 4.1 Промышленные нагревательные устройства.	**Содержание**	**7/2**	
	Промышленные нагревательные устройства	1	
	Классификация нагревательных устройств по теплоэнергетическому принципу	1	
	Теплообменные аппараты	1	
	Тепловые процессы, происходящие в аппаратах и машинах	1	
	Основные положения теплового расчета	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	ПЗ №11. Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопроводе	2	
Промежуточная аттестация			
	Зачет	***1***	
Всего		**76**	

…

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет «Общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей», оснащенный в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

3.2. Учебно-методическое обеспечение

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Брюханов, О. Н. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики : учебник / О. Н. Брюханов, В. И. Коробко, А. Т. Мелик-Аракелян. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 254 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-005354-7. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2129030

2. Быстрицкий, Г. Ф. Основы теплотехники и энергосиловое оборудование промышленных предприятий : учебник для среднего профессионального образования / Г. Ф. Быстрицкий. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 305 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-12281-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/518440-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/1896828.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Показатели освоенности компетенций	Методы оценки
знать: Актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить Основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте Алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях Структуру плана для решения задач Приемы структурирования информации Формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации Порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в	Оценку **«отлично»** заслуживает студент, твёрдо знающий программный материал, системно и грамотно излагающий его, демонстрирующий необходимый уровень компетенций, чёткие, сжатые ответы на дополнительные вопросы, свободно владеющий понятийным аппаратом. Оценку **«хорошо»** заслуживает студент, проявивший полное знание программного материала, демонстрирующий сформированные на достаточном уровне умения и навыки, указанные в программе компетенции, допускающий непринципиальные неточности при изложении ответа на вопросы. Оценку **«удовлетворительно»** заслуживает студент, обнаруживший знания только основного материала, но не усвоивший детали, допускающий ошибки	Оценка результатов выполнения практических работ. Оценка результатов устного и письменного опроса. Оценка результатов тестирования.

том числе с использованием цифровых средств Современная научная и профессиональная терминология Порядок выстраивания презентации Правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы Лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности Особенности произношения Правила чтения текстов профессиональной направленности уметь: Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте Анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части Определять этапы решения задачи Выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы Составлять план действия Реализовывать составленный план Оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника) Определять задачи для поиска информации Определять необходимые источники информации Планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию Выделять наиболее значимое в перечне информации Оценивать практическую значимость результатов поиска Оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач Использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач Определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности Применять современную научную	принципиального характера, демонстрирующий не до конца сформированные компетенции, умения систематизировать материал и делать выводы. Оценку **«неудовлетворительно»** заслуживает студент, не усвоивший основного содержания материала, не умеющий систематизировать информацию, делать необходимые выводы, чётко и грамотно отвечать на заданные вопросы, демонстрирующий низкий уровень овладения необходимыми компетенциями.	

профессиональную терминологию Понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы Участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы Кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые)		

Приложение 2.13
к ОПОП-П по профессии
15.02.09 Аддитивные технологии

Рабочая программа дисциплины

«ОП.08 ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

2025

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ 151

1. Общая характеристика 152

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 152

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины 152

2. Структура и содержание ДИСЦИПЛИНЫ 153

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины 153

2.2. Содержание дисциплины 154

3. Условия реализации ДИСЦИПЛИНЫ 159

3.1. Материально-техническое обеспечение 159

3.2. Учебно-методическое обеспечение 159

4. Контроль и оценка результатов освоения ДИСЦИПЛИНЫ 159

3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОП.08 ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель дисциплины «ОП.08 Процессы формообразования в машиностроении»: формирование знаний в области методов формообразования заготовок, основных методов обработки металлов методику и расчет рациональных режимов резания при различных видах обработки.

Дисциплина «ОП 08 Процессы формообразования в машиностроении» включена в обязательную часть общепрофессионального цикла образовательной программы.

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
ОК 01 ОК 02 ОК 03 ПК 2.4	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; определять этапы решения задачи; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника); определять задачи для поиска информации; определять необходимые источники информации; планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию; выделять наиболее значимое в перечне информации; оценивать практическую	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; методы работы в профессиональной и смежных сферах; структуру плана для решения задач; номенклатуру информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации; порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с	- - контроля технологического процесса аддитивной установки.

	значимость результатов поиска; оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; использовать современное программное обеспечение; использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач; применять современную научную профессиональную терминологию; определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования; выявлять нарушение параметров технологического процесса; правильно эксплуатировать электрооборудование.	использованием цифровых средств; современную научную и профессиональную терминологию; возможные траектории профессионального развития и самообразования; правила чтения конструкторской и технологической документации; требования государственных стандартов ЕСКД и ЕСТД; систему допусков и посадок; квалитеты и параметры шероховатости; влияние параметров технологических режимов на качество получаемых изделий; причины брака, дефектов изделий.	

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	Объем в часах	В т.ч. в форме практ. подготовки
Учебные занятия	47	20
Курсовая работа (проект)	-	-
Самостоятельная работа	-	-
Промежуточная аттестация в *форме (Дифференцированный зачёт)*	2	-
Всего	**69**	**20**

2.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятий	Объем, ак. ч. / в том числе в форме практической подготовки, ак. ч.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
Общее количество часов		**69**	
Тема 1. Литейное производство	**Содержание**	**10/4**	ОК 01 ОК 02 ОК 03 ПК 2.4
	Объекты производства. Производственный и технологический процесс. Общие сведения о литейном производстве. Литье в землю (в песчаные формы). Литье в оболочковые формы. Литье по выплавляемым и выжигаемым моделям. Литье в кокиль. Центробежное литье. Литье под давлением. Конструирование литейных форм. Другие виды литья в металлические формы.	6	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**4**	
	Изучение основных элементов литейного производства (литейная форма, формовочные смеси, литниковая система, прибыль, литейный стержень и стержневой ящик).	1	
	Изучение технологии изготовления отливки в песчано-глинистой форме.	1	
	Разработка по чертежу готовой детали чертежа отливки, модели стержневого ящика и формы в сборе.	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 2. Обработка металлов	**Содержание**	**7/2**	ОК 01 ОК 02
	Виды профилей. Прокатка. Прессование. Волочение. Гибка.	5	

давлением	Виды поковок. Ковка. Горячая объемная штамповка. Ротационная обжимка. Листовая штамповка. Холодная объемная штамповка. Оборудование и инструмент для холодной штамповки.		ОК 03 ПК 2.4
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Изучение основных видов горячей объемной штамповки.	1	
	Разработка по чертежу готовой детали чертежа для получения поковки горячей объемной штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе в открытом штампе.	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 3. Электрофизические и электрохимические методы размерной обработки материалов	**Содержание**	**5**	ОК 01 ОК 02 ОК 03 ПК 2.4
	Электроконтактная обработка. Анодно-механическая обработка. Электрохимическая размерная обработка. Электроэрозионная обработка металлов. Ультразвуковая размерная обработка. Лучевые методы размерной обработки. Плазменная размерная обработка и сварка материалов.	5	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**-**	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 4. Сварка, пайка и склеивание	**Содержание**	**6**	ОК 01 ОК 02 ОК 03 ПК 2.4
	Сущность процесса и способы сварки. Классификация способов дуговой сварки. Дуговая сварка в защитных газах. Сварка лучевыми методами. Газовая сварка и кислородная резка. Контактная сварка. Сварка аккумулированной энергией. Холодная сварка. Диффузионная сварка в вакууме. Сварка ультразвуком. Типы сварных соединений. Пайка. Склеивание.	6	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**-**	

	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 5. **Основные сведения о резании металлов**	**Содержание**	**4**	
	Металлорежущие с танки и их классификация. Методы формообразования поверхностей деталей машин резанием. Основные элементы и геометрия рабочей части инструмента. Материалы, применяемые для изготовления лезвийного инструмента.	4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	-	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 6. **Обработка материалов точением и строганием**	**Содержание**	**14/6**	ОК 01 ОК 02 ОК 03 ПК 2.4
	Характеристика метода точения. Общие сведения о токарных станках. Инструменты для токарных работ. Закрепление заготовок на токарных станках. Работы, выполняемые на токарных станках. Общие сведения о токарных автоматах. Обработка заготовок на токарных станках с ЧПУ. Строгание. Характеристика метода строгания. Режущий инструмент и схемы обработки заготовок на строгальных и долбежных станках. Протягивание и прошивание. Характеристики методов. Режущий инструмент и режимы резания.	8	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**6**	
	Изучение конструктивных элементов токарных резцов.	1	
	Изучение геометрических параметров токарных резцов.	1	
	Изучение принципа работы измерительных приборов (штангенциркуля, угломера).	1	
	Рассчитать скорость резания, частоту вращения шпинделя, глубину резания, машинное время при точении.	2	
	Определение рациональных режимов резания при протягивании.	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	

Тема 7. Сверление, рассверливание, зенкерование, развертывание и растачивание	**Содержание**	**8/4**	ОК 01 ОК 02 ОК 03 ПК 2.4
	Особенности технологических операций. Геометрические параметры режущий части сверл, зенкеров и разверток. Элементы режима резания и срезаемого слоя. Технологическая оснастка сверлильных станков. Растачивание. Режущий инструмент и технологическая оснастка расточных станков.	4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**4**	
	Изучение конструктивных элементов спирального сверла.	1	
	Изучение геометрических параметров спирального сверла.	1	
	Определить режимы резания при сверлении, зенкеровании и развертывании.	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 8. Зубообработка и резьбообработка. Шлифование и отделочные виды обработки	**Содержание**	**6/2**	ОК 01 ОК 02 ОК 03 ПК 2.4
	Общие сведения о зубообрабатывающих станках. Зуборезные инструменты. Работы, выполняемые на зубообрабатывающих станках. Общие сведения о методах резьбообработки и резьбообрабатывающих станках. Виды шлифования. Шлифовальные инструменты. Отделочные и доводочные виды обработки.	4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Рассчитать режимы резания при резьбонарезании.	1	
	Определение рациональных режимов резания при шлифовании.	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 9. Фрезерование	**Содержание**	**7/2**	ОК 01 ОК 02 ОК 03 ПК 2.4
	Характеристика метода фрезерования. Геометрические параметры режущей части фрез. Режим резания и элементы срезаемого слоя при фрезеровании. Особенности процесса фрезерования.	5	

	Технологическое оборудование для фрезерования. Технологическая оснастка фрезерных станков.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Изучение геометрических параметров фрез.	1	
	Рассчитать режимы резания при фрезеровании.	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Промежуточная аттестация (Дифференцированный зачёт)		**2**	
Всего		**69**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет «Общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей», оснащенный в соответствии с приложением 3 ПОП-П.

3.2. Учебно-методическое обеспечение

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Безъязычный, В. Ф. Процессы формообразования деталей машин / В. Ф. Безъязычный, В. Н. Крылов, Ю. К. Чарковский, Е. В. Шилков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 416 с. — ISBN 978-5-507-46624-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/314678.

2. Гоцеридзе, Р. М. Процессы формообразования и инструменты: учебное издание / Гоцеридзе Р.М. - Москва : Академия, 2023. - 432 с. (Специальности среднего профессионального образования). - URL: https://academia-moscow.ru - Режим доступа: Электронная библиотека «Academiamoscow». - Текст : электронный.

3. Миронова, Л. И., Процессы формообразования в машиностроении : учебное пособие / Л. И. Миронова, Л. А. Кондратенко. — Москва : КноРус, 2023. — 240 с. — ISBN 978-5-406-10508-5. — URL: https://book.ru/book/945816.

4. Мирошин, Д. Г., Процессы формообразования и инструменты : учебник / Д. Г. Мирошин. — Москва : КноРус, 2023. — 357 с. — ISBN 978-5-406-11431-5. — URL: https://book.ru/book/949414.

5. Черепахин, А. А. Процессы формообразования и инструменты : учебник / А. А. Черепахин, В. В. Клепиков. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2022. - 224 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-906818-43-0. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/1817913**.**

3.2.2. Дополнительные источники

1. Зубарев Ю.М., Максименко В.П. Процессы обработки и инструмент для формообразования поверхностей деталей. Учебник для среднего проф.образования – Издательский центр «Лань», 2021.

2. Кишуров В.М. и др. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке. – Издательский центр «Лань», 2021.

3. Безъязычный В.Ф., Крылов В.Н. Процессы формообразования деталей машин. – Издательский центр «Лань», 2021.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Показатели освоенности компетенций	Методы оценки

Знает: актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; методы работы в профессиональной и смежных сферах; структуру плана для решения задач; номенклатуру информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации; порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств; современную научную и профессиональную терминологию; возможные траектории профессионального развития и самообразования; правила чтения конструкторской и технологической документации; требования государственных стандартов ЕСКД и ЕСТД; систему допусков и посадок; квалитеты и параметры шероховатости; влияние параметров технологических режимов на качество получаемых изделий; причины брака, дефектов изделий. ***Умеет:*** распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; определять этапы решения	Оценку **«отлично»** заслуживает студент, твёрдо знающий программный материал, системно и грамотно излагающий его, демонстрирующий необходимый уровень компетенций, чёткие, сжатые ответы на дополнительные вопросы, свободно владеющий понятийным аппаратом. Оценку **«хорошо»** заслуживает студент, проявивший полное знание программного материала, демонстрирующий сформированные на достаточном уровне умения и навыки, указанные в программе компетенции, допускающий непринципиальные неточности при изложении ответа на вопросы. Оценку **«удовлетворительно»** заслуживает студент, обнаруживший знания только основного материала, но не усвоивший детали, допускающий ошибки принципиального характера, демонстрирующий не до конца сформированные компетенции, умения систематизировать материал и делать выводы. Оценку **«неудовлетворительно»** заслуживает студент, не усвоивший основного содержания материала, не умеющий систематизировать информацию, делать необходимые выводы, чётко и грамотно отвечать на заданные вопросы, демонстрирующий низкий уровень овладения необходимыми компетенциями.	Оценка результатов выполнения практических работ. Оценка результатов устного и письменного опроса. Оценка результатов тестирования. Экспертное наблюдение за ходом выполнения практической работы.

задачи; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника); определять задачи для поиска информации; определять необходимые источники информации; планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию; выделять наиболее значимое в перечне информации; оценивать практическую значимость результатов поиска; оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; использовать современное программное обеспечение; использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач; применять современную научную профессиональную терминологию; определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования; выявлять нарушение параметров технологического процесса; правильно эксплуатировать электрооборудование.		

Приложение 2.14
к ОПОП-П по профессии
15.02.09 Аддитивные технологии

Рабочая программа дисциплины

«ОП.09 МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»

2025

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ 163

1. Общая характеристика 164

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 164

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины 164

2. Структура и содержание ДИСЦИПЛИНЫ 165

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины 165

2.2. Содержание дисциплины 166

3. Условия реализации ДИСЦИПЛИНЫ 170

3.1. Материально-техническое обеспечение 170

3.2. Учебно-методическое обеспечение 170

4. Контроль и оценка результатов освоения ДИСЦИПЛИНЫ 180

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОП.09 МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель дисциплины «ОП.09 Метрология, стандартизация и сертификация»: освоение теоретических знаний основ метрологии и умение применять их в профессиональной деятельности; формирование у обучающихся теоретические знания о системе допусков и посадок, точности обработки, квалитетах, классах точности, допусках и отклонениях формы и расположения поверхностей, практические навыки контроля выполняемых работ.

Дисциплина «ОП.09 Метрология, стандартизация и сертификация» включена в обязательную часть Общепрофессионального цикла образовательной программы.

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
ОК 01 ОК 02 ОК 03 ПК 3.3	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; определять этапы решения задачи; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника); определять задачи для поиска информации; определять необходимые источники информации; планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию; выделять наиболее значимое в перечне информации; оценивать практическую	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; методы работы в профессиональной и смежных сферах; структуру плана для решения задач; номенклатуру информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации; порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с	- - анализа конструкторской документации на технологичность конструкции.

	значимость результатов поиска; оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; использовать современное программное обеспечение; использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач; применять современную научную профессиональную терминологию; определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования; читать конструкторскую и технологическую документацию.	использованием цифровых средств; современную научную и профессиональную терминологию; возможные траектории профессионального развития и самообразования; правила чтения конструкторской и технологической документации; требования государственных стандартов ЕСКД и ЕСТД; систему допусков и посадок; квалитеты и параметры шероховатости; влияние параметров технологических режимов на качество получаемых изделий; причины брака, дефектов изделий.	

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	Объем в часах	В т.ч. в форме практ. подготовки
Учебные занятия	78	24
Самостоятельная работа	-	-
Промежуточная аттестация в *форме (зачет)*	2	-
Всего	**80**	**24**

2.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятий	Объем, ак. ч. / в том числе в форме практической подготовки, ак. ч.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
Раздел 1. Метрология		**38/10**	
Тема 1.1. Общие сведения о метрологии	**Содержание**	**9/2**	ОК 01-03 ПК 3.3.
	Понятие о метрологии. Физическая величина. Системы единиц физических величин. Воспроизведение и передача размеров физических величин. Основы теории измерений. Обеспечение единства измерений в РФ. Метрологическое обеспечение изделий на разных стадиях их жизненного цикла. Стандартизация в системе технологического контроля и измерений. Документы объектов стандартизации в сфере метрологии на: компоненты систем контроля и измерения, методологию организацию и управление, системные принципы экономики и элементы информационных технологий. Современная метрология и приоритетные её направления, основные термины и определения. Международная систем единиц. Единство измерений и единообразие средств измерений.	7	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Перевод национальных не метрических единиц измерения в единицы международной системы СИ.	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 1.2. Стандартизация промышленной продукции	**Содержание**	**8/2**	ОК 01-03 ПК 3.3.
	Краткая история стандартизации. Цели и задачи стандартизации. Нормативно-правовая основа стандартизации. Документы в области стандартизации.	6	

	Основные функции и методы стандартизации. Стандартизация и качество продукции. Промышленная продукция, как материализованный результат процесса трудовой деятельности и нормативной документации в судостроении. Единая система конструкторской документации. Единая система технической документации.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Работа со стандартами системы стандартизации в Российской Федерации.	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 1.3. Стандартизация основных норм взаимозаменяемости	**Содержание**	**15/6**	
	Структурная модель детали. Основные понятия о взаимозаменяемости деталей, узлов и механизмов. Понятия точности и погрешности размера. Размеры, предельные отклонения. Допуск. Посадки. Взаимозаменяемость деталей. Основные понятия. Отклонения формы цилиндрических поверхностей. Отклонение формы плоских поверхностей. Условные знаки, используемые для обозначения допусков формы и расположения поверхностей. Волнистость и шероховатость поверхности.	9	ОК 01-03 ПК 3.3.
	В том числе практических и лабораторных занятий	**6**	
	Чтение линейных размеров на чертежах, определение годности действительных размеров детали.	2	
	Чтение размеров с использованием таблиц полей допусков валов и отверстий.	2	
	Чтение обозначений допусков формы и расположения поверхностей на чертежах.	2	

	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 1.4. Сущность и проведение сертификации	**Содержание**	**6**	ОК 01-03 ПК 3.3.
	Сущность сертификации. Проведение сертификации. Правовые основы сертификации. Организационно-методические принципы сертификации. Цели и задачи подтверждения соответствия. Системы сертификации и подтверждения соответствия. Схемы декларирования и сертификации. Сертификация систем менеджмента качества. Сертификация производства.	6	
	В том числе практических и лабораторных занятий	-	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Раздел 2. Технические измерения		**42/14**	
Тема 2.1. Допуски и посадки гладких элементов деталей	**Содержание**	**11/4**	ОК 01-03 ПК 3.3.
	Основы стандартизации. Виды стандартов. Взаимозаменяемость. Погрешность и точность. Понятие о качестве машин и механизмов. Понятие о допуске. Поле допуска. Принципы построения ЕСДП, интервалы размеров. Нанесение предельных отклонений и размеров на чертежах деталей. Технологическая связь классов точности с классами шероховатостей их поверхностей.	7	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**4**	
	Определение шероховатости поверхности.	2	
	Чтение обозначений шероховатости поверхности на чертежах.	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 2.2. Средства измерений линейных размеров	**Содержание**	**15/7**	ОК 01-03 ПК 3.3.
	Средства для измерения и контроля линейных размеров. Измерительные линейки и штангенинструменты. Микрометрические инструменты. Контроль калибрами.	8	

	Средства измерений и контроля волнистости и шероховатости. Выбор средств измерения и контроля.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	**7**	
	Определение цены деления и погрешности средств измерения.	2	
	Изучение штангенинструмента.	2	
	Изучение микрометрического инструмента.	2	
	Выбор средств измерения.	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 2.3. Основные сведения о размерах и сопряжениях	**Содержание**	**14/3**	ОК 01-03 ПК 3.3.
	Понятие о посадке. Посадки с зазором. Посадки с натягом. Переходные посадки. Единые принципы построения системы допусков и посадок типовых соединений деталей машин. Посадки гладких цилиндрических соединений. Обозначение посадок на чертежах. Порядок выбора и назначения квалитетов точности и посадок. Допуски и посадки подшипников качения. Характеристика крепежных резьб. Резьбовые соединения с зазором. Резьбы с натягом. Допуски и посадки шпоночных соединений. Допуски и посадки шлицевых соединений. Разновидности передач по назначению. Допуски зубчатых колес и передач.	11	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**3**	
	Графическое изображение посадок.	1	
	Определение группы посадок на чертежах сопрягаемых деталей.	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Промежуточная аттестация (Дифференцированный зачёт)		**2**	
Всего		**80**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет «Общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей», оснащенный в соответствии с приложением 3 ПОП-П.

3.2. Учебно-методическое обеспечение

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе. При формировании библиотечного фонда образовательной организации выбирается не менее одного издания из перечисленных ниже печатных изданий и (или) электронных изданий в качестве основного, при этом список может быть дополнен новыми изданиями.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Атрошенко, Ю. К. Метрология, стандартизация и сертификация. Сборник лабораторных и практических работ : учебное пособие для среднего профессионального образования / Ю. К. Атрошенко, Е. В. Кравченко. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 174 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-07981-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/534182

2. Кошевая, И. П. Метрология, стандартизация, сертификация : учебник / И.П. Кошевая, А.А. Канке. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 415 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-013572-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1141784

3. Лифиц, И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия : учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. М. Лифиц. — 14-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 423 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-15928-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/537200

4. Шишмарев, В. Ю. Метрология, стандартизация, сертификация, техническое регулирование и документоведение : учебник / В.Ю. Шишмарев. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2021. — 312 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-906923-15-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1141803

3.2.2. Дополнительные источники

1. Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация в 3 ч. Часть 1. Метрология : учебник для среднего профессионального образования / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 235 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10236-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/495205

2. Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация в 3 ч. Часть 2. Стандартизация : учебник для среднего профессионального образования / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 481 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10238-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/495206

3. Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация в 3 ч. Часть 3. Сертификация : учебник для среднего профессионального образования / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 132 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10239-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/495207

4. Степанова, Е. А. Метрология и измерительная техника: основы обработки результатов измерений : учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. А. Степанова, Н. А. Скулкина, А. С. Волегов ; под общей редакцией Е. А. Степановой. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 95 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10715-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/495556

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Показатели освоенности компетенций	Методы оценки
Знает: основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях методы работы в профессиональной и смежных сферах номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности приемы структурирования информации формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств современная научная и профессиональная терминология возможные траектории	Оценку **«отлично»** заслуживает студент, твёрдо знающий программный материал, системно и грамотно излагающий его, демонстрирующий необходимый уровень компетенций, чёткие, сжатые ответы на дополнительные вопросы, свободно владеющий понятийным аппаратом. Оценку **«хорошо»** заслуживает студент, проявивший полное знание программного материала, демонстрирующий сформированные на достаточном уровне умения и навыки, указанные в программе компетенции, допускающий непринципиальные неточности при изложении ответа на вопросы. Оценку **«удовлетворительно»** заслуживает студент, обнаруживший знания только основного материала, но не усвоивший детали, допускающий ошибки принципиального характера, демонстрирующий не до	Оценка результатов выполнения практических работ. Оценка результатов устного и письменного опроса. Оценка результатов тестирования. Экспертное наблюдение за ходом выполнения практической работы.

профессионального развития и самообразования. ***Умеет:*** распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника) определять задачи для поиска информации определять необходимые источники информации планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию выделять наиболее значимое в перечне информации оценивать практическую значимость результатов поиска оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач применять современную научную профессиональную терминологию определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования	конца сформированные компетенции, умения систематизировать материал и делать выводы. Оценку **«неудовлетворительно»** заслуживает студент, не усвоивший основного содержания материала, не умеющий систематизировать информацию, делать необходимые выводы, чётко и грамотно отвечать на заданные вопросы, демонстрирующий низкий уровень овладения необходимыми компетенциями.	

Приложение 2.15
к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

Рабочая программа дисциплины

«ОП.10 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

2025

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ....174

1. Общая характеристика 175

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 175

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины....175

2. Структура и содержание ДИСЦИПЛИНЫ 176

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины....176

2.2. Содержание дисциплины 177

3. Условия реализации ДИСЦИПЛИНЫ 182

3.1. Материально-техническое обеспечение 182

3.2. Учебно-методическое обеспечение....182

4. Контроль и оценка результатов освоения ДИСЦИПЛИНЫ....182

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОП.10 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель дисциплины «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов»: формирование у студентов знаний о функционировании САПР технологической подготовки производства.

Дисциплина «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов» включена в обязательную часть общепрофессионального цикла образовательной программы.

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК	Уметь	Знать
ОК 01 ОК 04 ОК 09	Определять задачи для поиска информации Определять необходимые источники информации Планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию Выделять наиболее значимое в перечне информации Оценивать практическую значимость результатов поиска Оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач Использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач Определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности Применять современную научную профессиональную терминологию Понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы Участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы Кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые)	Приемы структурирования информации Формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации Порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств Современная научная и профессиональная терминология Порядок выстраивания презентации Правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы Лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности Особенности произношения Правила чтения текстов профессиональной направленности

1.3. Обоснование часов вариативной части ОПОП-П

№ № п/п	Дополнительные профессиональные компетенции	Дополнительные знания, умения, навыки	№, наименование темы	Объем часов	Обоснование включения в рабочую программу
1	Проектирование модели сложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий	Знать: Формализация представлений о детали. Основной и расширенный конструкторско-технологический код детали. Информационно-поисковые системы. Правила использования. Библиотека технологий-аналогов. Уметь: работать с библиотекой технологий-аналогов	ОП.10 Системы автоматизированного проектирования технологического проекта	13	По запросу работодателя АО «Адмиралтейские верфи

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	Объем в часах	В т.ч. в форме практ. подготовки
Учебные занятия	93	28
Самостоятельная работа	-	-
Промежуточная аттестация		
Всего	**93**	**23**

2.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятий	Объем, ак. ч. / в том числе в форме практической подготовки, ак. ч.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
Введение.	**Содержание**	**5/0**	ОК 01 ОК 04 ОК 09
	Особенности подготовки производства при различной серийности.	1	
	Состав задач технологической подготовки производства.	1	
	Терминология.	1	
	Основные понятия.	1	
	Комплексное автоматизированное производство и место САПР ТП в нем.	1	
Тема 1. Основы автоматизации проектирования технологических процессов	**Содержание**	**11/2**	ОК 01 ОК 04 ОК 09
	Методология автоматизированного проектирования	1	
	Понятие САПР	1	
	Классификация САПР	1	
	CAD, CAM, CAE - системы	1	
	Электронные технологические документы в конструкторской документации	1	
	Редактор электронных документов.	1	
	Стандартные технологические расчеты.	1	
	Общие принципы и лингвистическое обеспечение.	1	
	Расчеты режимов резания, нормирование операций, расчеты веса детали и заготовки.	1	

	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Практическая работа №1. Рабочий экран САПР	1	
	Практическая работа №2. Построение геометрических примитивов	1	
Тема 2. Методология автоматизированного проектирования технологии	**Содержание**	**6/2**	ОК 01 ОК 04 ОК 09
	Проектирование технологического процесса на базе типовой и обобщенной технологии.	1	
	Проектирование технологического процесса на базе синтеза технологических процессов.	1	
	Проектирование технологического процесса на основе использования баз знаний.	1	
	Проектирование технологического процесса на базе технологий-аналогов.	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Практическая работа №3. Понятие привязок. Конструирование объектов	1	
	Практическая работа №4. Построение геометрических объектов по сетке	1	
Тема 3. Подсистемы САПР и средства их обеспечения	**Содержание**	**11/1**	ОК 01 ОК 04 ОК 09
	Техническое, информационное и математическое обеспечение САПР	1	
	Лингвистическое и программное обеспечение САПР	1	
	Методическое и организационное обеспечение САПР	1	
	Формализация представления о детали.	1	
	Основной и расширенный конструкторско-технологический код детали.	1	
	Классификаторы.	1	
	Параметризация.	1	
	Библиотека технологий-аналогов.	1	

	Обслуживание библиотеки (поиск технологии-аналога, запись единичного технологического процесса в библиотеку).	1	
	Информационно-справочная система. Создание справочников средств технологического оснащения.	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**1**	
	Практическая работа №5. Построение сопряжений в чертежах деталей	1	
Тема 4. Методы автоматизированного проектирования технологических процессов	**Содержание**	**30/8**	ОК 01 ОК 04 ОК 09
	Обобщенный технологический процесс.	1	
	Его назначение, формы представления и правила разработки.	1	
	Общий маршрут.	1	
	Общая операция.	1	
	Машинное представление ОТП.	1	
	Турбо-среда для отладки обобщенных технологий.	1	
	Порядок использования системы проектирования ОТП для разработки единичного технологического процесса.	1	
	Понятие о комплексной детали (КД). Применение КД для описания исходных данных.	1	
	Лингвистическое обеспечение системы.	1	
	Язык описания детали.	1	
	Подсистема контроля и дополнения исходной информации.	1	
	Представление общих сведений о детали, сведений о точности и других показателях качества.	1	
	Понятие об элементарном технологическом процессе.	1	
	Назначение элементарного технологического процесса, формы представления и порядок проектирования.	1	
	Синтез маршрута обработки и операций.	1	

	Использование таблицы этапов обработки.	1	
	Автоматизированный выбор технологических баз.	1	
	Порядок проектирования единичного технологического процесса на базе синтезатехнологии.	1	
	Формализация сведения об объекте проектирования.	1	
	Система классификации элементарных поверхностей и их кодирование.	1	
	Определение размерных характеристик.	1	
	Способы описания связей элементарных поверхностей в изделии.	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**8**	
	Практическое занятие №6. Основы трехмерного моделирования и проектирования	**2**	
	Практическое занятие №7. Трехмерное моделирование многогранников	**2**	
	Практическое занятие №8. Трехмерное моделирование тел вращения	**2**	
	Практическое занятие №9. Моделирование сложного геометрического объекта. Операции программы Компас 3D LT «приклеить выдавливанием», «вырезать выдавливанием»	2	
Тема 5. Автоматизация технологического проектирования	**Содержание**	**7/4**	ОК 01 ОК 04 ОК 09
	САПР технологических процессов механической обработки	1	
	Автоматизация проектирования технологических операций	1	
	САПР технологических процессов сборки	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**4**	
	Практическое занятие №10. Построение кинематических поверхностей способом	2	
	Практическое занятие №11. Создание геометрических моделей	2	
Тема 6. Решение	**Содержание**	**10/5**	ОК 01

логических задач в САПР ТП	Назначение, порядок проектирования и методы использования таблиц решений, справочных таблиц, таблиц соответствия и др.	1	ОК 04 ОК 09
	Классификация задач САПР ТП.	1	
	Вычислительные, логические и информационные задачи.	1	
	Автоматизация проектирования приспособлений	1	
	САПР режущих инструментов	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**5**	
	Практическое занятие №12. Создание библиотечных элементов в графических системах САПР	2	
	Практическое занятие №13. Параметрическое моделирование	3	
Тема 7. Перспективы развития САПР	**Содержание**	**12/6**	ОК 01 ОК 04 ОК 09
	Назначение CAM-систем. Классификация, структура и состав CAM- систем.	1	
	Типовые функциональные возможности современных CAM-систем.	1	
	Примеры современных отечественных и зарубежных CAM- систем: MasterCam, PowerMill, СПРУТ CAM.	1	
	Оформление конструкторской и технологической документации посредством CAM систем.	1	
	Назначение CAE-систем. Классификация, структура и состав CAE-систем.	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**6**	
	Практическое занятие №14	3	
	Практическое занятие №15	3	
Промежуточная аттестация			
	Дифференцированный зачет	**1**	
Всего		**93**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет «Общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей», оснащенный в соответствии с приложением 3 ПОП-П.

3.2. Учебно-методическое обеспечение

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Белов, П. С. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов : учебное пособие для СПО / П. С. Белов, О. Г. Драгина. — Саратов : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 133 с. — ISBN 978-5-4488-0430-4, 978-5-4497-0379-8. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROFобразование : [сайт]. — URL: https://profspo.ru/books/89237

2. Клепиков, В. В. Автоматизация производственных процессов : учебное пособие / В.В. Клепиков, Н.М. Султан-заде, А.Г. Схиртладзе. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 208 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-013871-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2139179

3. Фельдштейн, Е. Э. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учебное пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2023. — 264 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-010531-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/1912943

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Показатели освоенности компетенций	Методы оценки
Знание принципа работы электрических и электромеханических систем Знание основ электротехники, цифровой и аналоговой электроники Знание способов настройки комплексов следящих приводов в составе мехатронных устройств и систем технологии анализа функционирования датчиков физических величин, дискретных и аналоговых сигналов Знание технологий анализа функционирования датчиков	принцип работы электрических и электромеханических систем основы электротехники, цифровой и аналоговой электроники принцип работы электронных и электромеханических устройств Знает принцип работы датчиков физических величин, дискретных и аналоговых сигналов Знает алгоритм использования контрольно-измерительных приборов Знает правила применения электронных приборов в профессиональной деятельности	Оценка результатов выполнения практических работ. Оценка результатов устного и письменного опроса. Оценка результатов тестирования.

физических величин, дискретных и аналоговых сигналов Знание контрольно-измерительных приборов для определения технического состояния узлов, агрегатов, блоков и модулей мехатронных устройств и систем Знание алгоритмов выполнения работ в профессиональной и смежных областях Знание номенклатуры информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности Знание психологических основ деятельности коллектива, психологических особенностей личности Знание правила оформления документов и построения устных сообщений Знание значимость профессиональной деятельности по специальности Знание правил экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности; Знание правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы Перечень умений, осваиваемых в рамках дисциплины Умение читать схемы, чертежи, технологическую документацию Умение использовать текстовые редакторы (процессоры) для составления и чтения документации Умение настраивать электронные устройства мехатронных устройств и систем Умение пользоваться измерительной техникой, различными приборами и типовыми элементами средств и систем роботизации	Знает номенклатуру информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности Знает методы и способы работы с людьми при выполнении различного рода работ Знает правила оформления документов и построения устных сообщений Знает значимость профессиональной деятельности по специальности Знает требования к экологической безопасности при выполнении профессиональной деятельности Знает правила построения простых и сложных предложений на профессиональные электротехнические темы Умеет читать схемы, чертежи, технологическую документацию при выполнении лабораторных работ Умеет использовать текстовые редакторы (процессоры) для составления и чтения документации на устройства и приборы Умеет настраивать электронные устройства для проведения лабораторных работ Умеет пользоваться измерительной техникой, различными приборами и типовыми элементами средств и систем роботизации Умеет производить поверку, настройку приборов для выполнения лабораторных работ Умеет оформлять техническую документацию после выполнения лабораторных работ Анализирует задачу и/или проблему и выделяет её составные части Ищет необходимую информацию в нормативно-справочной литературе	

Умение производить поверку, настройку приборов Умение оформлять техническую документацию Умение анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части Умение определять задачи для поиска информации Умение организовывать работу коллектива и команды Умение грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять толерантность в рабочем коллективе Умение описывать значимость своей специальности Умение соблюдать нормы экологической безопасности Умение понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы	Организовывает работу коллектива и команды при выполнении практических работ Оформляет документацию по выполненным работам Умеет описывать значимость своей специальности Соблюдает нормы экологической безопасности при выполнении лабораторных работ	

Приложение 2.16
к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

Рабочая программа дисциплины

«ОП.11 ОСНОВЫ МЕХАТРОНИКИ»

2025

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ 186

1. Общая характеристика 187

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 187

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины 187

2. Структура и содержание ДИСЦИПЛИНЫ 188

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины 188

2.2. Содержание дисциплины 189

3. Условия реализации ДИСЦИПЛИНЫ 193

3.1. Материально-техническое обеспечение 193

3.2. Учебно-методическое обеспечение 193

4. Контроль и оценка результатов освоения ДИСЦИПЛИНЫ 193

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОП.11 ОСНОВЫ МЕХАТРОНИКИ»

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель дисциплины «Основы мехатроники»: формирование знаний в назначение, классификацию, конструкцию, принцип работы и область применения металлорежущих станков.

Дисциплина «Основы мехатроники» включена в обязательную часть общепрофессионального цикла образовательной программы.

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК	Уметь	Знать	Практический опыт
ОК 01 ПК 2.2, ПК 2.4. ПК 2.6. ПК 2.7. ПК 3.1. ПК 3.2.	анализировать процессы в типовых узлах современных мехатронных и робототехнических систем; определять типы мехатронных систем, способы и системы управления; определять режимы и параметры работы типовых узлов мехатронных систем; анализировать процессы в электро, - гидро и - пневмоприводах; пользоваться современной контрольно-измерительной аппаратурой при проведении испытаний узлов мехатронных систем по заданным методикам	основные определения, понятия и термины мехатроники; области применения мехатронных систем; обобщенная структура мехатронных системы; составные части, принципы классификации и интеграции элементов мехатронных систем; компоненты мехатронных систем; конструктивные особенности реализации и принципы функционирования типовых узлов и рабочих органов мехатронных и робототехнических комплексов;	подготовки аддитивных установок к запуску; подготовки и загрузки рабочих материалов; контроля процесса создания изделия на аддитивной установке; контроля технологического процесса аддитивной установки выявления и устранения неисправностей аддитивных установок; - диагностического контроля технического состояния аддитивных установок; проведения операций технического обслуживания аддитивных установок проектирования технологических маршрутов изготовления деталей и технологических операций; проектирования операций аддитивного производства;

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	Объем в часах	В т.ч. в форме практ. подготовки
Учебные занятия	69	20
Самостоятельная работа	-	-
Промежуточная аттестация		
Всего	**69**	**20**

2.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятий	Объем, ак. ч. / в том числе в форме практической подготовки, ак. ч.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
Тема 1. Общие вопросы мехатроники.	**Содержание**	**13/4**	ОК 01 ПК 2.2, ПК 2.4. ПК 2.6. ПК 2.7. ПК 3.1. ПК 3.2.
	Мехатроника - определение, как отрасли науки и техники.	1	
	Основные понятия.	1	
	Архитектура системы в мехатронике.	1	
	Концепция построения мехатронной системы.	1	
	Концепция проектирования мехатронной системы.	1	
	Структура и принципы интеграции мехатронных систем.	1	
	Структура и задачи мехатронной системы.	1	
	Информационный и энергетический потоки в системе.	1	
	Системный подход и критерии качества при проектировании мехатронной системы	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**4**	
	Практическая работа №1. Мехатронные системы и робототехника. Классификация и особенности	4	
Тема 2. Особенности конструкции и работы мехатронных модулей и систем.	**Содержание**	**20/4**	ОК 01 ПК 2.2, ПК 2.4. ПК 2.6. ПК 2.7. ПК 3.1.
	Механические узлы мехатронных модулей.	1	
	Редукторы, передачи преобразования движения, подшипники, муфты, ШВП и др.	1	
	Электромеханические преобразователи мехатронных	1	

	модулей.		ПК 3.2.
	Классификация.	1	
	Основные уравнения.	1	
	Механические характеристики.	1	
	Кинематические и динамические задачи при проектировании мехатронной системы.	1	
	Управляемые приводы и их настройка.	1	
	Структура управляемых приводов мехатронных систем.	1	
	Исполнительные механизмы: соленоиды, сервомоторы, шаговые двигатели	1	
	Виды датчиков, используемых в мехатронных системах.	1	
	Датчики обратной связи мехатронных модулей.	1	
	Датчики положения.	1	
	Датчики скорости.	1	
	Датчики усилия и др. технологические датчики.	1	
	Встраивание датчиков в мехатронную систему.	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**4**	
	Практическая работа №2. Параллельные и движущиеся роботы. Принципы действия, структурные схемы и кинематика	4	
Тема 3. Элементы управления мехатронными модулями	**Содержание**	**19/4**	ОК 01 ПК 2.2, ПК 2.4. ПК 2.6. ПК 2.7. ПК 3.1. ПК 3.2.
	Системы управления мехатронными узлами.	1	
	Теории управления: PID, адаптивное, предсказательное.	1	
	Определение и важность систем управления.	1	
	Моделирование систем управления.	1	

	Парадигмы управления (первичный, вторичный).	1	
	Архитектура систем автоматического управления.	1	
	Особенности построения систем автоматического управления мехатронными модулями.	1	
	Программирование и алгоритмы.	1	
	Языки программирования для мехатронных систем.	1	
	Алгоритмы управления и их реализация.	1	
	Тестирование и отладка систем.	1	
	Методы тестирования мехатронных систем.	1	
	Инструменты отладки и анализа.	1	
	Теория автоматического управления мехатронными узлами.	1	
	Цифровые системы управления.	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**4**	
	Практическая работа №3. Принципы уравновешивания звеньев манипуляторов	4	
Тема 4. Мехатронные модули главного движения и подачи.	**Содержание**	**17/8**	ОК 01 ПК 2.2, ПК 2.4. ПК 2.6. ПК 2.7. ПК 3.1. ПК 3.2.
	Мехатронные узлы для механизмов главного движения.	1	
	Мотор-шпиндели.	1	
	Шпиндельные узлы на магнитных опорах.	1	
	Мехатронные узлы для механизмов подачи линейных перемещений.	1	
	Линейные двигатели	1	
	Мехатронные узлы для механизмов подачи вращательного движения.	1	

	Примеры успешных проектов. Инновации и технологии будущего	1	
	Заключение и перспективы развития мехатроники	1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**8**	
	Практическое занятие №4. Кинематический анализ промышленных роботов	**4**	
	Практическое занятие №5. Рабочие органы промышленных роботов. Схемы конструкций, кинематика рабочих органов	**4**	
Промежуточная аттестация			
	Дифференцированный зачет	**1**	
Всего		**69**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет «Общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей», оснащенный в соответствии с приложением 3 ПОП-П.

3.2. Учебно-методическое обеспечение

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Абрамов, И. В. Основы мехатроники : учебное пособие для СПО / И. В. Абрамов, А. И. Абрамов, Ю. Р. Никитин, С. А. Трефилов. — Саратов : Профобразование, 2021. — 179 с. — ISBN 978-5-4488-1299-6. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROFобразование : [сайт]. — URL: https://profspo.ru/books/108053.

2. Архипов, М. В. Промышленные роботы: управление манипуляционными роботами : учебное пособие для среднего профессионального образования / М. В. Архипов, М. В. Вартанов, Р. С. Мищенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 170 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13082-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/542921

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Показатели освоенности компетенций	Методы оценки
Перечень знаний, осваиваемых в рамках дисциплины: основные определения, понятия и термины мехатроники; области применения мехатронных систем; обобщенная структура мехатронных систем; составные части, принципы классификации и интеграции элементов мехатронных систем; компоненты мехатронных систем; конструктивные особенности реализации и принципы функционирования типовых узлов и рабочих органов мехатронных и робототехнических комплексов; Перечень умений, осваиваемых в рамках дисциплины: анализировать процессы в типовых узлах современных мехатронных и робототехнических систем;	Демонстрирует знания: структуры и составных частей мехатронных систем; компоненты мехатронных систем; конструктивных особенностей реализации и принципы функционирования типовых узлов и рабочих органов мехатронных комплексов; Анализирует процессы в типовых узлах современных мехатронных и робототехнических систем; Определяет режимы и параметры работы типовых узлов мехатронных систем; Анализирует процессы в электро-, гидро- и - пневмоприводах; Пользуется контрольно-	Оценка результатов выполнения практических работ. Оценка результатов устного и письменного опроса. Оценка результатов тестирования.

определять типы мехатронных систем, способы и системы управления; определять режимы и параметры работы типовых узлов мехатронных систем; анализировать процессы вэлектро, -гидро и -пневмоприводах; пользоваться современной контрольно-измерительной аппаратурой при проведении испытаний узлов мехатронных систем по заданным методикам	измерительной аппаратурой при проведении испытаний узлов мехатронных систем по заданным методикам	

Приложение 2.17
к ОПОП-П по профессии
15.02.09 Аддитивные технологии

Рабочая программа дисциплины

«ОП.12 ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ»

2025

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ 196

1. Общая характеристика 197

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 197

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины 197

2. Структура и содержание ДИСЦИПЛИНЫ 199

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины 199

2.2. Содержание дисциплины 200

3. Условия реализации ДИСЦИПЛИНЫ 205

3.1. Материально-техническое обеспечение 205

3.2. Учебно-методическое обеспечение 205

4. Контроль и оценка результатов освоения ДИСЦИПЛИНЫ 205

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОП.12 ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ»

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель дисциплины «ОП.12 Технологическое оборудование»: формирование знаний в области рационального выбора технологического оборудования для выполнения технологического процесса.

Дисциплина «ОП.12 Технологическое оборудование» включена в обязательную часть общепрофессионального цикла образовательной программы.

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК, ПК	**Уметь**	**Знать**	**Владеть навыками**
ОК 01 ОК 02 ОК 03 ПК 2.3	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; определять этапы решения задачи выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника) определять задачи для поиска информации определять необходимые источники информации планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию выделять наиболее значимое в перечне информации оценивать практическую значимость результатов	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях методы работы в профессиональной и смежных сферах структуру плана для решения задач номенклатуру информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности приемы структурирования информации формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых	- управления процессами аддитивного производства; - организации работы участка аддитивного производства.

	поиска оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач использовать современное программное обеспечение использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач применять современную научную профессиональную терминологию определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования - рассчитывать показатели, характеризующие эффективность работы основного и вспомогательного оборудования; - оптимизировать загрузку оборудования; - принимать и реализовывать управленческие решения; - мотивировать работников на решение производственных задач; - управлять конфликтными ситуациями, стрессами и рисками; - определять опасные и вредные факторы в сфере профессиональной деятельности; - оценивать состояние техники безопасности на производственном объекте; - проводить инструктаж по технике безопасности; - защищать свои права и права работников в соответствии с гражданским и трудовым законодательством Российской Федерации	средств современную научную и профессиональную терминологию возможные траектории профессионального развития и самообразования - нормативная документация, регулирующая технологические процессы аддитивного производства; - основы организации производства, мотивации и управления персоналом; - принципы, формы и методы организации производственного и технологического процессов; - принципы делового общения в коллективе; - правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности; - особенности обеспечения безопасных условий труда в сфере профессиональной деятельности.	

1.3 Обоснование часов вариативной части ОПОП-П

№№ п/п	Дополнительные знания, умения	№, наименование темы	Объем часов	Обоснование включения в рабочую программу
1.	**знать:** - назначение, устройство и область применения станочных приспособлений; - схемы и погрешности базирования заготовок в приспособлениях; - приспособления для станков с ЧПУ и обрабатывающих центров. **уметь:** -осуществлять рациональный выбор станочных приспособлений для обеспечения требуемой точности обработки; - составлять технические задания на проектирование технологической оснастки.	Тема 1. Общие сведения о металлорежущих станках. Тема 2. Типовые детали и механизмы металлорежущих станков. Тема 3. Общие сведения о станках с числовым программным управлением. Тема 6. Оборудование для аддитивного производства.	17	По запросу работодателя АО «Адмиралтейские верфи».

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	Объем в часах	В т.ч. в форме практ. подготовки
Учебные занятия	91	28
Самостоятельная работа	-	-
Промежуточная аттестация в *форме (Дифференцированный зачёт)*	2	-
Всего	**93**	**93**

2.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятий	Объем, ак. ч. / в том числе в форме практической подготовки, ак. ч.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
Общее количество часов		**17**	
Тема 1. Общие сведения о металлорежущих станках	**Содержание**	**9**	ОК 01 ОК 02 ОК 03 ПК 2.3
	Введение. Классификация металлорежущих станков. Движения в металлорежущих станках. Управление станками. Кинематические схемы станков и условные обозначения их элементов. Определение передаточных отношений и перемещений в различных видах передач. Передаточные отношения кинематических цепей. Ряды частот вращения шпинделей, двойных ходов и подач в станках. Показатели технического уровня надежности станков.	9	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**8**	
	Изучение кинематических схем коробок скоростей, производить необходимые замеры и рассчитывать частоты вращения шпинделя.	3	
	Ознакомление с принципом работы, управлением, настройкой станков шлифовальной группы.	3	
	Проверка геометрической точности станка.	2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 2. Типовые детали и	**Содержание**	**26**	ОК 01 ОК 02
	Станины и направляющие.	9	

механизмы металлорежущих станков	Приводы станков. Шпиндели и их опоры. Коробка подач. Бесступенчатые приводы. Механизмы прямолинейного движения. Храповые и мальтийские механизмы. Муфты и тормозные устройства. Реверсивные механизмы. Планетарные передачи. Тормозные устройства. Элементы систем управления станками. Системы смазывания и охлаждения.		ОК 03 ПК 2.3
	В том числе практических и лабораторных занятий	**17**	
	Изучение назначения элементов гидропривода.	2	
	Изучение конструкции, методики настройки и наладки токарно-винторезного станка на нарезание резьбы резцом.	3	
	Изучение методики настройки и наладки токарно-винторезного станка на обработку конусных поверхностей.	3	
	Изучение наладки станков сверлильно-расточной группы.	3	
	Изучить устройство универсального фрезерного станка, расположение его органов управления и кинематику движений.	3	
	Расчёт настройки зубодолбёжного станка модели 514 на обработку зубчатого колеса.	3	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 3. **Общие сведения о станках с числовым программным управлением**	**Содержание**	**11**	ОК 01 ОК 02 ОК 03 ПК 2.3
	Классификация станков с ЧПУ. Назначения, область применения станков с ЧПУ. Устройство, принципы работы токарных станков с ЧПУ. Устройство, принципы работы фрезерных станков с ЧПУ. Устройство, принципы работы многоцелевых станков с ЧПУ. Многоцелевой станок ИР500МФ4. Наладка и технологические возможности металлорежущих станков	8	

	с ЧПУ. Пути технического развития металлорежущего оборудования с ЧПУ.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	**3**	
	Ознакомление с устройством и работой основных механизмов сверлильного станка с ЧПУ, наладкой станка на обработку заданной детали.	3	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 4. **Роботизированные технологические комплексы (РТК). Гибкие производственные модули**	**Содержание**	**5**	ОК 01 ОК 02 ОК 03 ПК 2.3
	Назначение, область применения, устройство, технологические возможности роботизированных комплексов (РТК). Конструкции типовых роботизированных технологических комплексов. Назначение, область применения, устройство гибких производственных модулей (ГПМ). Назначение, область применения, классификация ГПС. Технологическое оборудование и типовые компоновки ГПС. Транспортные и складские накопительные устройства ГПС. Средства, обеспечивающие безопасность работы персонала.	5	
	В том числе практических и лабораторных занятий	-	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 5. **Средства бесконтактной оцифровки**	**Содержание**		
	Классификация 3D- сканеров. Технологии 3D-сканирования. Методы 3D-сканирования. Виды 3D-сканеров по принципу использования. Лазерный 3D-сканер. Лазерный 3D-сканер: принцип действия, устройство, технические характеристики, применение. Техника безопасности при работе с лазерным сканером. Лазерный 3D-сканер: принцип действия, устройство, технические характеристики, применение. Времяпролетный 3D-сканер: принцип действия, устройство,	15	

	технические характеристики, применение. Триангуляционный 3D-сканер: принцип действия, устройство, технические характеристики, применение. Фотограмметрическая установка: принцип действия, устройство, технические характеристики, применение. 3D-сканер с LED подсветкой: принцип действия, устройство, технические характеристики, применение. Сравнение систем бесконтактной оцифровки по условиям точности, габаритам объекта, подвижности или неподвижности объекта, световозвращающей способностью объекта.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	-	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 6. **Оборудование для аддитивного производства**	**Содержание**	**15**	ОК 01 ОК 02 ОК 03 ПК 2.3
	Установки для моделирования методом послойного наплавления (FDM). Конструктивные особенности FDM принтеров. Кинематика FDM принтеров. Технические характеристики FDM принтеров Экструдер: механизм подачи. Экструдер: хотенд. Рабочий стол FDM принтера. Техника безопасности при работе со FDM принтером. Стереолитография (SLA) и цифровая светодиодная проекция (DLP). Описание технологии SLA и DLP Устройство, принцип действия установок. Технические характеристики установок Техника безопасности при работе с стереолитографическими (SLA) установками. Установка лазерного спекания порошкового пластика или гипсового материала (SLS). Устройство, принцип действия, технические характеристики установок. Установка лазерного плавления металлического порошка (SLM). Устройство, принцип действия, технические характеристики установок.	17	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**7**	

	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Промежуточная аттестация (Дифференцированный зачёт)		**2**	
Всего		**93**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет «Общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей», оснащенный в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

3.2. Учебно-методическое обеспечение

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Аверьянов, О. И. Технологическое оборудование: учебное пособие / О.И. Аверьянов, И.О. Аверьянова, В.В. Клепиков. — Москва: ИНФРА-М, 2024. — 238 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-019640-4. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2131730

2. Вереина Л. И. Технологическое оборудование: учебное издание / Вереина Л.И. - Москва: Академия, 2023. - 336 с. (Специальности среднего профессионального образования). - URL: https://academia-moscow.ru - Режим доступа: Электронная библиотека «Academia-moscow». - Текст: электронный

3.2.2. Дополнительные источники

1. Балла О.М. Технологии и оборудование современного машиностроения. Издательство Лань. 2020

2. Моряков О.С. Оборудование машиностроительного производства (2-е изд., стер.) учебник, 2013

3. Новиков В.Ю. Технология машиностроения: В 2 ч.Ч. 1+2 (3-е изд., стер.) учебник, 2014

4. Чернов Н.Н. Технологическое оборудование. учебник 2009

5. Черпаков Б.И., Вереина Л.И. Технологическое оборудование машиностроительного производства. М.: Академия, 2015

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Показатели освоенности компетенций	Методы оценки
Знает: актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях методы работы в профессиональной и	Оценку **«отлично»** заслуживает студент, твёрдо знающий программный материал, системно и грамотно излагающий его, демонстрирующий необходимый уровень компетенций, чёткие, сжатые ответы на дополнительные вопросы, свободно владеющий понятийным аппаратом. Оценку **«хорошо»** заслуживает	Оценка результатов выполнения практических работ. Оценка результатов устного и письменного опроса. Оценка результатов тестирования. Экспертное наблюдение за ходом

смежных сферах структуру плана для решения задач номенклатуру информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности приемы структурирования информации формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств современную научную и профессиональную терминологию возможные траектории профессионального развития и самообразования - нормативная документация, регулирующая технологические процессы аддитивного производства; - основы организации производства, мотивации и управления персоналом; - принципы, формы и методы организации производственного и технологического процессов; - принципы делового общения в коллективе; - правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности; - особенности обеспечения безопасных условий труда в сфере профессиональной деятельности. ***Умеет:*** распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; определять этапы решения задачи выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника) определять задачи для поиска информации определять необходимые источники информации планировать процесс поиска;	студент, проявивший полное знание программного материала, демонстрирующий сформированные на достаточном уровне умения и навыки, указанные в программе компетенции, допускающий непринципиальные неточности при изложении ответа на вопросы. Оценку **«удовлетворительно»** заслуживает студент, обнаруживший знания только основного материала, но не усвоивший детали, допускающий ошибки принципиального характера, демонстрирующий не до конца сформированные компетенции, умения систематизировать материал и делать выводы. Оценку **«неудовлетворительно»** заслуживает студент, не усвоивший основного содержания материала, не умеющий систематизировать информацию, делать необходимые выводы, чётко и грамотно отвечать на заданные вопросы, демонстрирующий низкий уровень овладения необходимыми компетенциями.	выполнения практической работы.

структурировать получаемую информацию выделять наиболее значимое в перечне информации оценивать практическую значимость результатов поиска оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач использовать современное программное обеспечение использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач применять современную научную профессиональную терминологию определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования - рассчитывать показатели, характеризующие эффективность работы основного и вспомогательного оборудования; - оптимизировать загрузку оборудования; - принимать и реализовывать управленческие решения; - мотивировать работников на решение производственных задач; - управлять конфликтными ситуациями, стрессами и рисками; - определять опасные и вредные факторы в сфере профессиональной деятельности; - оценивать состояние техники безопасности на производственном объекте; - проводить инструктаж по технике безопасности; - защищать свои права и права работников в соответствии с гражданским и трудовым законодательством Российской Федерации.		

Приложение 2.18
к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ОП 13 Основы организации производства
(основы экономики, права и управления)

2025 год

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ 209

1. Общая характеристика 210

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 210

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины 210

2. Структура и содержание ДИСЦИПЛИНЫ 212

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины 212

2.2. Содержание дисциплины 213

3. Условия реализации ДИСЦИПЛИНЫ 221

3.1. Материально-техническое обеспечение 221

3.2. Учебно-методическое обеспечение 222

4. Контроль и оценка результатов освоения ДИСЦИПЛИНЫ 222

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель дисциплины «ОП 13 Основы организации производства(основы экономики, права и управления» формирование системных представлений о основах современного производства, правового регулирования в сфере профессиональной деятельности, основ организационной работы коллектива исполнителей, выработке практических навыков применения этих знаний для решения стандартных производственных и управленческих ситуаций .

Дисциплина «ОП 13 Основы организации производства (основы экономики, права и управления)» включена в обязательную часть общепрофессионального цикла

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК, ПК	Умения	Знания
ОК 01	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;
	анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;	
	определять этапы решения задачи;	основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте;
	выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;	
	составлять план действия;	структуру плана для решения задач;
	определять необходимые ресурсы;	
	владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;	методы работы в профессиональной и смежных сферах;
	реализовывать составленный план;	алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;
	оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)	порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности;
ОК 02	определять задачи для поиска информации;	номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности;
	определять необходимые источники информации;	
	планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию;	приемы структурирования информации;
	выделять наиболее значимое в перечне информации;	
	оценивать практическую значимость результатов поиска;	

	оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;	формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации;
	использовать современное программное обеспечение;	порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств;
	использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач	
ОК 03	**о**пределять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;	содержание актуальной нормативно-правовой документации;
	выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи;	современная научная и профессиональная терминология;
	презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности; оформлять бизнес-план;	возможные траектории профессионального развития и самообразования;
	рассчитывать размеры выплат по процентным ставкам кредитования;	основы предпринимательской деятельности; основы финансовой грамотности;
	презентовать бизнес-идею;	правила разработки бизнес-планов;
	определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности;	кредитные банковские продукты
ОК 04	организовывать работу коллектива и команды;	психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности;
	взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности	
ОК 05	грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять толерантность в рабочем коллективе	особенности социального и культурного контекста;
		правила оформления документов и построения устных сообщений;
ОК 06	описывать значимость своей профессии	значимость профессиональной деятельности по профессии;
	применять стандарты антикоррупционного поведения	стандарты антикоррупционного поведения и последствия его нарушения;

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	Объем в часах	В т.ч. в форме практ. подготовки
Учебные занятия	69	20
Самостоятельная работа	-	-
Промежуточная аттестация	1	-
Всего	**69**	**-**

2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятий	Объем, акад. ч. / в том числе в форме практической подготовки, акад. ч	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
1	*2*	*3*	*4*
Раздел 1. Основы организации и управления производством			
Тема 1.1. Формы организации производства	**Содержание**	**2/0**	
	Размещение предприятий, Концентрация производства, Специализация и диверсификация производства. Характеристика предприятия.	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	Организационно-правовые формы предприятий. Производственные процессы и их организация. Структура и классификация производственных процессов. Организация производственных процессов.	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий	**-**	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 1.2 Производственно-техническая база предприятия	**Содержание**	**2/2**	
	Производственная структура предприятия. Организация производства в основных цехах предприятия: заготовительные цеха, обрабатывающие цеха, сборочное производство.	**1**	ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06
	Организация материально-технического обеспечения производства:	**1**	ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК

	складского хозяйства, ремонтного обслуживания, энергетического хозяйства, транспортного хозяйства. Управление логистическими процессами на предприятии. Рабочее место, его организация и обслуживание.		05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Практическая работа №1-2 «Особенности основных производственных процессов и основные принципы организации производственных процессов. Расчет деятельности производственного цикла».	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 06
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 1.3 Основы управления производством	**Содержание**	**3/2**	
	Разработка производственной программы предприятия. Календарное планирование.	**1**	ОК 02, ОК 03, ОК 04
	Оперативное управление производством. Координация работы подразделений. Контроль хода производственного процесса и результатов выполнения планов.	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 06,
	Методы планирования и организации работы подразделения. Подходы к оптимизации загрузки оборудования. Обеспечение качества продукции.	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 06,
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Практическое занятие №3-4«Формирование организационной структуры малого промышленного предприятия».	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 06,
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 1.4 Трудовые ресурсы и кадровая политика предприятия	**Содержание**	**3/2**	
	Структура персонала промышленного предприятия. Кадровая политика предприятия. Должностные инструкции. Профессиональные стандарты.	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 06,
	Основные элементы организации труда. Рабочее время и его классификация. Техническое нормирование труда. Производительность труда.	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 06,
	Системы и формы оплаты труда при сдельной и повременной оплате труда. Стимулирование труда персонала.	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 06,
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Практическая работа №5-6	**2**	ОК 01, ОК 02,

	«Определение основных критериев отбора и продвижения кадров на предприятии».		ОК 05, ОК 06,
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Тема 1.5 Принципы бережливого производства	**Содержание**	**3/4**	
	Бережливое производство как модель повышения эффективности деятельности предприятия. Основные понятия и инструменты бережливого производства. Алгоритм внедрения бережливого производства на предприятии.	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 06, ОК 03
	Виды потерь и причины их образования. Инструменты бережливого производства. «Шесть сигм».	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	Роль стандартизации в организации бережливого производства. Значение рациональной организации рабочего места.	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий	**4**	
	Практическая работа № 7-8 «Шесть сигм. Разработка плана внедрения на судостроительном предприятии».	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	Практическая работа №9-10 Инструменты бережливого производства	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Раздел 2. Основы экономики организации			
Тема 2.1 Основные понятия экономики организации	**Содержание**	**2/2**	
	Сферы экономики. Отрасль. Взаимосвязь в отраслях промышленности. Основные понятия и классификация материально-технических ресурсов.	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	Основные средства и показатели их использования. Оборотные средства.	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	

	Практическая работа №11-12: «Особенности формирования и содержания оборотных средств предприятия	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 2.2 Технико-экономические показатели	**Содержание**	**3/2**	
	Предприятие как хозяйствующий субъект. Система показателей, характеризующая ресурсный потенциал и результаты деятельности предприятия.	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	Оценка основных средств, износ и амортизация. Показатели эффективного использования основных средств, фондоотдача. Методики расчета основных технико-экономических показателей деятельности организации. Анализ себестоимости продукции, прибыли и рентабельности	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	Нормативные правовые акты, регулирующие производственно-хозяйственную деятельность.	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Практическая работа № 13-14 Методика расчёта основных технико-экономических показателей деятельности организации	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 2.3 Предприятие в конкурентной сфере	**Содержание**	**4/2**	
	Бизнес-планирование на предприятии. Структура бизнес-плана, методика составления. Обеспечение конкурентоспособности предприятия.	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	Инвестиционная политика организации: понятие, цели и задачи. Источники финансирования деятельности организации. Использование кредитов банков в хозяйственной деятельности. Понятие и принципы кредитования. Виды кредитов, предоставляемых юридическим лицам. Расчет эффективности и окупаемости инвестиций. Методика расчета платежей по кредитам.	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06

	Инновации. Оценка коммерческой эффективности и рисков инновационных проектов. Венчурные инвестиции. Стартапы.	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	Практическая работа № 15-16 Изучение структуры и содержания бизнес-плана, методологических основ его разработки	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
	Раздел 3 Основы менеджмента		
Тема 3.1 Основные понятия менеджмента	**Содержание**	**5/0**	
	Сущность и характерные черты современного менеджмента, история его развития. Управленческий цикл — система планирования, реализации, контроля и корректировки управленческих решений и действий	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	Виды планирования: тактическое, стратегическое, бизнес-планирование. Контроль и его виды. Понятие и назначение контроля. Виды контроля: предварительный, текущий, заключительный.	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	Организационные структуры управления предприятием. Внешняя и внутренняя среда организации. Методы анализа внешней и внутренней среды. SWOT-анализ, методика его проведения	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 3.2 Управленческое решение	**Содержание**	**5/0**	
	Понятие и элементы мотивации. Эволюция теорий мотивации. Информация и коммуникации в менеджменте. Система методов управления: организационно-административные, экономические, социально-психологические.	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	Процессный подход. Ситуационный подход. Системный подход. Национальные особенности менеджмента.	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	Управленческое решение. Процесс принятия решений. Методы	**2**	ОК 01, ОК 02,

	принятия управленческих решений. Лидерство. Качества лидера. Стили руководства, их характеристика.		ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 3.3 Управление конфликтами	**Содержание**	**3/4**	
	Деловое общение. Этика делового общения. Правила проведения деловых бесед, совещаний, телефонных переговоров. Приемы делового и управленческого общения	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	Управление конфликтами и стрессами. Конфликт: сущность, причины, классификация. Последствия конфликтов. Способы разрешения конфликтных ситуаций. Стрессы. Последствия стрессов. Методы борьбы со стрессами.	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий	**4**	
	Практическая работа № 17-18 Техника ведения партнёрской беседы	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, Ок 05, ОК 06
	Практическая работа № 19-20 Конфликты и способы их разрешения	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03. ОК 04, ОК 05, ОК 06
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 3.4. Подбор и оценка персонала	**Содержание**	**2/0**	
	Деятельность по управлению персоналом. Методы подбора персонала. Роль индивидуальных психологических особенностей личности в профессиональной деятельности	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	Адаптация на рабочем месте. Обучение и повышение квалификации персонала. Аттестация и оценка персонала	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
	Раздел 4. Правовые основы трудовой деятельности		
Тема 4.1. Основы	**Содержание**	**4/0**	
	Основные понятия и категории права. Отрасли права.	**1**	ОК 01, ОК 02,

трудового права	Профессиональная деятельность в категориях права. Трудовой кодекс РФ. Трудовые отношения. Виды занятости, безработные граждане, пособия по безработице.		ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	Трудовой договор, его структура. Процесс заключения и расторжения трудового договора. Договор гражданско-правового характера. Договор подряда. Рабочее время, отдых, оплачиваемый отпуск.	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	Система социального страхования. Пособия по временной нетрудоспособности, беременности и родам. Страховые пенсии. Дисциплинарная ответственность, Материальная ответственность. Ответственность работодателей и работников в сфере охраны труда.	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 4.3 Основы предпринимательской деятельности	**Содержание**	**3/0**	
	Виды собственности в РФ. Договорные отношения организации. Понятие, формы и виды сделок. Правовое регулирование договорных отношений в сфере хозяйственной деятельности. Недействительность сделки.	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	Понятие субъектов исполнения обязательств. Место исполнения обязательств. Представительство, доверенность	**1**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 4.4. Налогообложение организаций	**Содержание**	**5/0**	
	Налоговая система России. Налогообложение физических лиц и организаций	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	Методики расчета налоговых платежей в государственный бюджет и отчислений в государственные внебюджетные фонды	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04 ОК 05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	В том числе лабораторная работа обучающихся		

Промежуточная аттестация	**1**	
Всего:	**69/20**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет «Общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей», оснащенный в соответствии с приложением 3 ОПОП-П

3.2. Информационное обеспечение реализации программы

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Гуреева, М. А. Основы экономики машиностроения: учебное издание / Гуреева М.А. - Москва : Академия, 2023. - 256 с. (Специальности среднего профессионального образования). - URL: https://academia-moscow.ru - Режим доступа: Электронная библиотека «Academia-moscow». - Текст : электронный

2. Радиевский, М. В. Организация производства: инновационная стратегия устойчивого развития предприятия : учебник / М. В. Радиевский. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 377 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-018430-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1941752: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/326168.

3.2.2. Дополнительные источники

1. Бусыгин А.С. Предпринимательство. Основной курс. – М.: ИНФРА-М, 2022

2. Гражданский кодекса Российской Федерации.часть 1- М. изд «Ось» 2021

3. Горюшкин, А.А. Организация производства: Учебное пособие / Н.И. Новицкий, А.А. Горюшкин // Под ред. Н.И. Новицкий. - М.: КноРус, 2020. - 350 с.

4. Дасковский В.Б. Совершенствование оценки эффективности инвестиционных проектов. М. изд «Экспресс» 2020

5. Дятлов В.А. Управление персоналом. – М.: ПРИОР, 2021

6. Клюев А.В. Бережливое производство: учебное пособие для СПО / Клюев А.В.. — Саратов, Екатеринбург: Профобразование, 2019. — 87 с.

7. Библиотека электронных книг: http://currencyex.ru/

9.Каталог образовательных интернет – ресурсов: http://www.edu.ru/

10. http://claw.ru/ - Образовательный портал

11. http://ru.wikipedia.org/ - Свободная энциклопедия

12. Электронный ресурс Российское образование, Федеральный портал (http://www.edu.ru).

13. http://www.budget.gov.ru/ – единый портал налоговой системы Российской Федерации.

14. Энциклопедия производственного менеджмента [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.up-pro.ru/encyclopedia/5s-sistema.html, свободный.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Показатели освоенности компетенций	Методы оценки
Знает: - актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; - основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; - структуру плана для решения задач; - методы работы в профессиональной и смежных сферах; - алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; - порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности - номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; -приемы структурирования информации; - формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации; - порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств -психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности; -особенности социального и культурного контекста; - правила оформления документов и построения устных сообщений -сущность гражданско-патриотической позиции,	- демонстрирует знания об основных тенденциях экономического, политического и культурного развития России. - демонстрирует знания об основных источниках информации и ресурсов для решения задач и проблем в историческом контексте. -демонстрирует знания о приемах структурирования информации. -демонстрирует знания о формате оформления результатов поиска информации. -демонстрирует знания о возможных траекториях личностного развития в соответствии с принятой системой ценностей. -демонстрирует знания о психологии коллектива психологии личности. -понимает смысл о роли науки, культуры и религии в сохранении и укреплении национальных и государственных традиций. -понимает смысл гражданско-патриотической позиции. -понимает смысл общечеловеческих ценностей. -понимает смысл содержания и назначения важнейших правовых и законодательных актов государственного значения. -понимает смысл перспективных направлений и основных проблем развития РФ на современном этапе.	Экспертное наблюдение и оценивание знаний на теоретических занятиях. Оценивание выполнения индивидуальных и групповых заданий. Диагностические работы. Контрольные работы. Презентация минипроектов. Устный и письменный опрос. Результаты выполнения учебных заданий. Практические работы. Промежуточная аттестация - зачёт \диф.зачёт Подготовка выступлений с проблемно-тематическими сообщениями (докладами, презентациями). Диагностические работы. Контрольные работы. Презентация минипроектов. Устный и письменный опрос. Результаты выполнения учебных заданий. Практические работы. Промежуточная аттестация - зачёт.

общечеловеческих ценностей; - значимость профессиональной деятельности по профессии - стандарты антикоррупционного поведения и последствия его нарушения ***Умеет:*** - распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; - анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; - определять этапы решения задачи; - выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; - составлять план действия; - владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; - оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника) - определять задачи для поиска информации; - определять необходимые источники информации; - организовывать работу коллектива и команды; - взаимодействовать с коллегами, - руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности; - грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке; - проявлять толерантность в рабочем коллективе; -описывать значимость своей профессии; - применять стандарты антикоррупционного поведения; - **о**пределять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности; - выявлять достоинства и	-демонстрирует умения ориентироваться в современной экономической, политической и культурной ситуации в России и мире. -демонстрирует умения распознавать задачу и/или проблему в историческом контексте. -демонстрация умения анализировать задачу и/или проблему в историческом контексте и выделять ее составные части. -демонстрация умения оценивать результат и последствия исторических событий. -сформированы умения определять задачи поиска исторической информации. -демонстрирует умения определять необходимые источники информации. -демонстрирует умения структурировать получаемую информацию. -демонстрация умения выделять наиболее значимое в перечне информации. -демонстрирует умения оценивать практическую значимость результатов поиска и умения оформлять результаты поиска. -сформированы умения выстраивать траекторию личностного развития в соответствии с принятой системой ценностей. -демонстрирует умения организовывать и мотивировать коллектив для совместной деятельности. -демонстрирует умения излагать свои мысли в контексте современной	

недостатки коммерческой идеи; - презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности; - оформлять бизнес-план; - презентовать бизнес-идею; - определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности	экономической, политической и культурной ситуации в России и мире. -демонстрирует умения осознавать личную ответственность за судьбу России. -демонстрирует умения проявлять социальную активность и гражданскую зрелость. -демонстрирует умения применять средства информационных технологий для решения поставленных задач. -сформированы умения анализировать правовые и законодательные акты регионального значения - содержание актуальной нормативно-правовой документации; - современная научная и профессиональная терминология; - возможные траектории профессионального развития и самообразования; -основы предпринимательской деятельности; - правила разработки бизнес-планов; - кредитные банковские продукты	

Приложение 2.19
к ОПОП-П по специальности
15.02.19 Аддитивные технологии

Рабочая программа дисциплины

ОП. 14 Охрана труда

2025

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ 226

1. Общая характеристика 227

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 228

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины 228

2. Структура и содержание ДИСЦИПЛИНЫ 229

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины 229

2.2. Содержание дисциплины 230

3. Условия реализации ДИСЦИПЛИНЫ 233

3.1. Материально-техническое обеспечение 233

3.2. Учебно-методическое обеспечение 233

4. Контроль и оценка результатов освоения ДИСЦИПЛИНЫ 233

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОП. 02 Охрана труда»

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель учебной дисциплины ОП 02 Охрана труда на формирование знаний и навыков использования безопасных методов и средств труда и знакомство с основными требованиями охраны труда в профессиональной деятельности.

Дисциплина «ОП.02 Охрана труда» включена в обязательную часть общепрофессионального цикла образовательной программы.

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК, ПК	**Уметь**	**Знать**	**Владеть навыками**
ОК.01	Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте	основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте	-
ОК.02	Определять задачи для поиска информации	номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности	-
ОК.04	Организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности	психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности; основы проектной деятельности	-
ОК.09	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	Правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика); лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности;	-

		особенности произношения; правила чтения текстов профессиональной направленности.	
ПК 2.1	Производить входной контроль исходного сырья	Порядок контроля расхода исходного материала в аддитивном производстве. Методику проверки исходных материалов для использования в аддитивных установках.	Оценивать соответствие исходного материала для изготовления изделий аддитивного производства, предъявляемым технологическим требованиям по химическому составу и форме. Снимать данные о текущем значении расхода исходного материала с датчиков аддитивных установок.
ПК 2.2	Запускать технологический процесс при производстве изделий на аддитивных установках.	Принципы формирования в аддитивном производстве; типовую структуру изделия, созданного методом послойного синтеза; технические параметры, характеристики и особенности различных типов аддитивных установок; порядок работ при изготовлении изделия на аддитивной установке; правила безопасной эксплуатации аддитивных установок.	Осуществлять предпусковую калибровку и послеэксплуатационную чистку оборудования. Загружать исходные материалы в аддитивную установку, устанавливать технологическую поддержку (платформу). Определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации
ПК2.3	Организовывать работу и обеспечивать технологический процесс на участках с аддитивными установками.	Особенности обеспечения работы различных видов аддитивных установок. Основы организации производства, мотивации и управления персоналом. Правила и порядок охраны труда,	Рационально организовывать рабочие места, определять задачи для исполнителей, обеспечивать их предметами и средствами труда.

		производственной санитарии и пожарной безопасности. Особенности обеспечения безопасных условий труда в сфере профессиональной деятельности.	Определять опасные и вредные факторы в сфере профессиональной деятельности. Оценивать состояние техники безопасности на производственном объекте. Проводить инструктаж по технике безопасности. Защищать свои права и права работников в соответствии с гражданским и трудовым законодательством Российской Федерации.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	Объем в часах	В т.ч. в форме практ. подготовки
Учебные занятия	48	20
Самостоятельная работа	0	
Промежуточная аттестация	1	
Всего	**49**	

2.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятий	Объем ак. часов/в том числе в форме практической подготовки, ак.час.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
Тема 1 **Правовые вопросы охраны труда.** **Техника безопасности.**	**Содержание**	**10/6**	ПК 2.1, ПК2.2, ПК 2.3 ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 09
	Основные документы, регламентирующие охрану труда. Рабочее время и время отдыха. Организация охраны труда. Термины и определения. ТБ в судостроительном производстве. Задачи и значение ТБ при организации и проведении работ на судостроительных предприятиях. Требования ТБ к устройству предприятий, содержанию территорий и помещений. Электробезопасность. Опасность поражения и действия электрического тока на человека. Общие требования к электроустановкам. Технические способы и средства защиты от поражения электрическим током.	10	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**6**	
	Практическое занятие № 1. «Изучение прав и обязанностей работника и работодателя в области охраны труда».	**1**	
	Практическое занятие № 2. «Ознакомление с основными статьями Конституции РФ и ТК по вопросам охраны труда в РФ».	**1**	
	Практическое занятие № 3. «Изучение порядка и периодичности обучения и проверки знаний по охране труда».	**1**	
	Практическое занятие № 4. «Изучение эргономических основ безопасности в области охраны труда».	**1**	
	Практическое занятие № 5. «Изучение электробезопасности в области охраны труда».	**1**	
	Практическое занятие № 6. «Изучение основных электротехнических	**1**	

	защитных средств на электроустановках до 1000 В».		
Тема 2 Производственный травматизм и профзаболевания. Доврачебная помощь пострадавшим при несчастном случае.	**Содержание**	**15/4**	ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3 ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 09
	Причины травматизма и профзаболеваний. Расследование и учет несчастных случаев на производстве. Мероприятия по предупреждению травматизма. Средства доврачебной помощи. Организация доврачебной помощи. Первая помощь пострадавшему при несчастном случае	15	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**4**	
	Практическое занятие № 7 «Изучение порядка расследования несчастных случаев на производстве».	1	
	Практическое занятие № 8. «Изучение последовательности оказания первой доврачебной помощи в результате несчастных случаев на производстве».	1	
	Практическое занятие № 9 «Проведение анализа несчастного случая и причинно-следственные связи»,	1	
	Практическое занятие № 10 «Решение ситуационных задач по теме «Производственный травматизм».	1	
Тема 3 Производственная санитария.	**Содержание**	**10/5**	ПК 2.1, ПК2.2, ПК 2.3 ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 09
	Виды и характеристика вредных производственных факторов. Гигиенические критерии оценки условий труда. Производственный шум, ультразвук, инфразвук, вибрация. Электромагнитные излучения (ЭМИ). Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Производственное освещение, общие сведения. Вредные излучения и зашита от них.	10	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**5**	
	Практическое занятие №11 «Изучение методов оценки условий труда, исходя из гигиенических нормативов».	1	
	Практическое занятие №12 «Изучение средств измерения и контроля освещения».	1	
	Практическое занятие №13 «Определение категории профессионального риска на основе классов условий труда».	1	

	Практическое занятие №14. «Изучение структурной схемы оценки условий труда при аттестации рабочих мест».	1	
	Практическое занятие №15 «Проведение анализа вредного влияния производственного шума на здоровье работников судостроительного производства».	1	
Тема 4. Пожарная безопасность.	**Содержание**	**13/5**	ПК 2.1, ПК2.2, ПК 2.3 ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 09
	Организация пожарной охраны на предприятиях. Пожароопасные свойства веществ и материалов. Классификация объектов по степени пожарной опасности. Противопожарная профилактика. Пожарная безопасность на территории предприятия. Пожарная безопасность при выполнении работ. Средства тушения пожаров. Пожарная сигнализация, действия в случае пожара.	13	
	В том числе практических и лабораторных занятий	**5**	
	Практическое занятие №16 «Изучение воздействия на организм человека вредных веществ, содержащихся в воздухе рабочей зоны».	1	
	Практическое занятие №17 «Проведение анализа по использованию средств индивидуальной и коллективной защиты».	1	
	Практическое занятие №18 «Изучение средств защиты органов дыхания».	1	
	Практическое занятие №19 «Изучение видов и условий трудовой деятельности».	1	
	Практическое занятие №20 «Изучение первичных средств тушения пожаров».	1	
Промежуточная аттестация **(количество часов)**		**1**	
Всего (количество часов)		**69**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет экологических основ природопользования, безопасности жизнедеятельности и охраны труда, оснащенный в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

3.2. Учебно-методическое обеспечение

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

3.2.1. Основные печатные издания

1. Родионова О.М. «Охрана труда: учебник для среднего и профессионального образования- Москва: издательство «Юрайт» - 2024г. – 139 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-17183-9. Текст электронный \\\Образовательная платформа Юрайт (сайт) – URI.:https:\\ urait.ru\bcode\537806.

2. Минько В.М. «Охрана труда в машиностроении» - Москва - издательский центр «Академия» - 2023г.

3. Горькова Н.В. Охрана труда\3-е изд.- Санкт -Петербург: Лань, 2023.- 220 с.

- ISBN 978-5-507- 46500 -2 . Текст электронный\\Лань: электронно-библиотечная система .- URI.:https:\\ e.lanbook\310208

3.2.2. Основные электронные издания

1. Производственная безопасность: Учебное пособие, Пачурин Г.В., Филиппов А.А., Курагина Т.И. – изд-во: Инфра – Инженерия, 2023

3.2.3. Дополнительные источники

1. Стесева Е.В. «Организация охраны труда на предприятии: учебное пособие- Москва: издательство «Инфа - Инженерия» - 2023г.

2. Касьянов Г.Ю. «Охрана труда»: универсальный справочник - Москва – издательство «Абак» - 2023г.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Показатели освоенности компетенций	Методы оценки
Знает: -виды и правила проведения инструктажей по охране труда; -возможные опасные и вредные факторы и средства защиты; -действие токсичных веществ на организм человека; - законодательство в области охраны труда; -меры предупреждения пожаров и взрывов; -нормативные документы по	- знает виды и правила проведения инструктажей по охране труда; имеет представление о возможных опасных и вредных факторах производства и средства защиты; - имеет представление о возможном действии токсичных веществ на организм человека; - знает законодательство в области охраны труда; -имеет представление о мерах предупреждения пожаров и взрывов; -знает нормативные документы по	Оценка результатов выполнения практической работы. Экспертное наблюдение за ходом выполнения практической работы. Оценка решений ситуационных задач. Устный и письменный опрос, тестирование. Проверочные работы. Промежуточная

охране труда и здоровья, основы профгигиены, профсанитарии и пожаробезопасности; -общие требования безопасности на территории организации и в производственных помещениях; -основные источники воздействия на окружающую среду; основные причины возникновения пожаров и взрывов; -особенности обеспечения безопасных условий труда на производстве; -правовые и организационные основы охраны труда на предприятии, систему мер по безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и снижению вредного воздействия на окружающую среду, профилактические мероприятия по технике безопасности и производственной санитарии; -права и обязанности работников в области охраны труда; -правила безопасности эксплуатации установок и аппаратов; -правила и нормы охраны труда, техники безопасности, личной и производственной санитарии и противопожарной защиты; - схемы включения приборов в электрическую цепь; ***Умеет:*** -оценивать состояние техники безопасности на производственном объекте; -пользоваться средствами индивидуальной и групповой защиты; -применять безопасные приёмы труда на территории организации и в производственных помещениях; -использовать экобиозащитную и противопожарную технику; -определять и проводить анализ травмоопасных и вредных	охране труда и здоровья, основы профгигиены, профсанитарии и пожаробезопасности; -знает общие требования безопасности на территории организации и в производственных помещениях; -знает основные источники воздействия на окружающую среду; -знает основные причины возникновения пожаров и взрывов; -владеет информацией об особенностях обеспечения безопасных условий труда на производстве; -знает правовые и организационные основы охраны труда на предприятии, систему мер по безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и снижению вредного воздействия на окружающую среду, профилактические мероприятия по технике безопасности и производственной санитарии; -демонстрирует системные знания по правам и обязанностям работников в области охраны труда; -демонстрирует системные знания по правилам безопасности эксплуатации установок и аппаратов; -знает правила и нормы охраны труда, техники безопасности, личной и производственной санитарии и противопожарной защиты; -знает предельно допустимые концентрации (ПДК) и индивидуальные средства защиты; -имеет представление о принципах прогнозирования развития событий и оценки последствий при техногенных чрезвычайных ситуациях и стихийных явлениях; **Умеет:** - владеет средствами и методами повышения безопасности	аттестация в форме зачета.

факторов в сфере профессиональной деятельности; - соблюдать правила безопасности труда, производственной санитарии и пожарной безопасности	технических средств и технологических процессов -умеет оценивать состояние техники безопасности на производственном объекте; -умеет пользоваться средствами индивидуальной и групповой защиты; -умеет применить в процессе трудовых действий безопасные приёмы труда на территории организации и в производственных помещениях; -умеет использовать экобиозащитную и противопожарную технику; -анализирует и определяет травмоопасные и вредные производственные факторы в сфере профессиональной деятельности; - соблюдает правила безопасности труда, производственной санитарии и пожарной безопасности на рабочем месте	

Приложение 2.20
к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

Рабочая программа дисциплины

«ОП.15 ПСИХОЛОГИЯ ОБЩЕНИЯ»

2025

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Общая характеристика 238

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 238

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины 238

2. Структура и содержание ДИСЦИПЛИНЫ 239

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины 240

2.2. Содержание дисциплины 241

3. Условия реализации ДИСЦИПЛИНЫ 245

3.1. Материально-техническое обеспечение 245

3.2. Учебно-методическое обеспечение 245

4. Контроль и оценка результатов освоения ДИСЦИПЛИНЫ 245

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОП.15 ПСИХОЛОГИЯ ОБЩЕНИЯ»

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель дисциплины «Психология общения»: формирование знаний на ориентирование в наиболее общих вопросах психологии общения, познания, ценностей, свободы и смысла жизни как основе формирования культуры гражданина и будущего специалиста;

Дисциплина «Психология общения» включена в дополнительный профессиональный блок по запросу работодателя (АО «Адмиралтейские верфи») общепрофессионального цикла образовательной программы.

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК	Уметь	Знать
ОК.01	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить
	определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы	структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях
	выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы	основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте
	владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах	методы работы в профессиональной и смежных сферах
ОК.02	определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации	номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности
	выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска	приемы структурирования информации
	оценивать практическую значимость результатов поиска	формат оформления результатов поиска информации
	применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач	современные средства и устройства информатизации, порядок их применения и
	использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности	программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства
ОК 05	грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке	правила оформления документов
		правила построения устных сообщений
ОК 09	понимать общий смысл четко	правила построения простых и сложных

	произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы	предложений на профессиональные темы
	участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы	основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика)
	строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности	лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности
	кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые)	особенности произношения
		правила чтения текстов профессиональной направленности

1.3. Обоснование часов вариативной части ОПОП-П

№№ п/п	Дополнительные знания, умения	№, наименование темы	Объем часов	Обоснование включения в рабочую программу
1.	**Знания:** способов планирования и возможностей реализации собственного профессионального и личностного развития; о роли и месте психологии в современной научной картине мира; взаимосвязи общения и деятельности, цели, функции, видах и уровнях общения, роли и ролевых ожиданиях в общении; видов социальных взаимодействий, механизмов взаимопонимания в общении; причин, видов и способов разрешения конфликтов; техники и приемов общения, правил слушания, ведения беседы, убеждения, этические принципы общения.		36	По запросу работодателей дисциплина введена в образовательную программу, чтобы подготовить обучающихся к работе во взрослом коллективе
2.	**Умения:** работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами и руководством; проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное			

	поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей; применять техники и приемы эффективного общения в профессиональной деятельности; уверенно пользоваться терминологией по психологии общения; использовать приемы саморегуляции поведения в процессе межличностного общения; понимать сущность и классификацию методов психологии, методов сбора эмпирических данных, сферу их применения для формирования способности использовать методы психологии в профессиональной деятельности; формулировать определения психических процессов, их функций, свойств, видов, личности, ее компонентов, деятельности, ее структурных компонентов, видов деятельности человека для формирования способности анализировать ситуации в межличностном общении			

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	Объем в часах	В т.ч. в форме практ. подготовки
Учебные занятия	35	10
Промежуточная аттестация	1	-
Всего	**36**	**10**

2.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Примерное содержание учебного материала, практических занятий	Объем ак. часов/в том числе в форме практической подготовки, ак.час.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
ОП.11 Психология общения		**36**	
Тема 1. Психология общения: история, структура и значение дисциплины	**Содержание:**	**2/1**	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 09
	Психология как наука. История её возникновения и развития	1	
	В том числе практических занятий:	0	
Тема 2. Общение как слагаемое взаимоотношений	**Содержание:**	**4/1**	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 09
	Общение в системе межличностных и общественных отношений; Единство общения и деятельности; Структура общения; Специфика обмена информацией в коммуникативном процессе.	3	
	В том числе практических занятий	1	
	ПР № 1. Общение как восприятие и понимание людьми друг друга	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0	
Тема 3. Структура психологии общения	**Содержание:**	**3/1**	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 09
	1.Система социальных отношений: производственные, правовые, нравственные, религиозные, политические, этнические, эстетические. 2. Средства, потребности, мотивация и цели. Способы взаимодействия, взаимовлияния и отражения влияний в процессе общени	2	
	В том числе практических занятий:	1	
	ПР № 2. Общение как взаимодействие	1	

Многообразие процесса общения	**Содержание:**	**4/1**	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 09
	Типы общения: монологическое – императивное, манипулятивное; диалогическое. Стили общения: официально-деловой, научный, публицистический, разговорно-бытовой. Функции общения: прагматическая, формирования и развития, подтверждения, объединения-разъединения людей, организации и поддержания межличностных отношений, внутриличностна2	3	
	В том числе практических заняти:	1	
	ПР № 3. Общение как коммуникация	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся:	**0**	
Тема 5. Психология воздействия в общении	**Содержание:**	**3/1**	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 09
	Убеждение как психологическое воздействие на сознание людей, в том числе на собственное сознание: самоприказы. Внушение (суггестия) как способ психологического воздействия, основанный на некритическом восприятии информации, содержащее готовые выводы.	2	
	В том числе практических занятий:	1	
	ПР № 4. Способы убеждения, связанные с воздействием слова	1	
Тема 6. Роль и ролевые ожидания	**Содержание:**	**4/1**	
	Социальные роли. Множественность ролевых позиций человека. Ролевые ожидания. Социальный контроль ролей. Такт и бестактность как результат соответствия или несоответствия поведения взаимодействующих людей ожиданиям друг друга	3	ОК 01, ОК 05, ОК 09
	В том числе практических занятий:	1	
	ПР № 5. Анализ личностных особенностей с учетом социальных ролей.	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0	
	Содержание:	**3/1**	
Тема 7. Конфликтное общение	Понятие конфликта. Структура конфликта: предмет, мотивы, стороны, позиции конфликтующих сторон, конфликтные действия, исходы конфликтных действий.	2	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 09
	В том числе практических занятий:	**1**	
	ПР № 6 Анализ конфликтных ситуаций	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся:	0	

Тема 8. Профессиональное общение	**Содержание:**	**4/1**	
	Проблема культуры в становлении профессионального общения Технология ведения беседы	3	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 09
	В том числе практических занятий:	1	
	ПР № 7. Основы профессионального общения (групповая дискуссия)	1	
Тема 9. Культура общения	**Содержание учебного материала:**	**3/1**	
	Значимость этических норм. Деловой этикет – путь к успеху. Терминология этикета: этика, мораль, этикет, манеры	2	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 09
	В том числе практических занятий:	1	
	ПР № 8 Человек в зеркале природы, значимость этических норм	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся:	**0**	
Тема 10. Основные элементы коммуникации	**Содержание:**	**2/1**	
	Определение элементов коммуникаций	1	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 09
	В том числе практических занятий:	1	
	ПР № 9 Проективные методы исследования жизненного пути: методика рисуночных метафор «жизненный путь»	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся:	0	
Тема 11. Виды, правила и техники слушания.	**Содержание:**	**2/0**	
	Что такое осознанное слушание	1	ОК 01, ОК 05, ОК 09
	В том числе практических занятий:	0	
Тема 12. Развитие личности	**Содержание:**	**2/0**	
	Жизненные стратегии и жизненная позиция личности. Организация личностью времени своей жизни.	1	ОК 05, ОК, ОК 09
	В том числе практических занятий:	0	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся:	**0**	
Тема 13. Психологические	**Содержание:**	**3/2**	ОК 01, ОК 05,
	Коммуникативная культура и межличностное общение в семье. Супружеское согласие и успешное родительство как детерминанты семейного благополучия.	1	

факторы семейного благополучия	**В том числе практических занятий:**	2	ОК 09
	2. ПР № 10. Психологические факторы семейного благополучия	1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся:	**0**	
Промежуточная аттестация (зачет)		**1**	
Всего		**36/10**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет социально-гуманитарных дисциплин, оснащенный в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

3.2. Учебно-методическое обеспечение

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Болотова, А. К. Социальные коммуникации. Психология общения : учебник и практикум для среднего профессионального образования / А. К. Болотова, Ю. М. Жуков, Л. А. Петровская. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 272 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09111-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/452227

2. Корягина М.А., Антонова Н.В. Психология общения. М.: Изд. Юрайт, 2021

3. Корягина М.А., Антонова Н.В. Социальная психология. М.: Изд. Юрайт, 2021

4. Кузнецов И.Н. Деловое общение. Ростов н/Д: Феникс, 2021

5. Панфилова А.П. Психология общения. М.: ОИЦ «Академия», 2021.

6. Панфилова А.П. Теория и практика общения. - М.: «Академия», 2021.

3.2.2. Дополнительные источники

1. Зарецкая И.И. Основы этики и психологии делового общения: учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования / И.И.Зарецкая. – М.: Оникс, 2

2.Леонов, Н. И. Психология общения : учебное пособие для среднего профессионального образования / Н. И. Леонов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 193 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10454-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/455694

3. Майерс Д. Социальная психология. СПб.: Питер, 2021

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Показатели освоенности компетенций	Методы оценки
Знает: актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в	основные категории понятия психологии общения; роль психологии общения в жизни человека и общества; основы психологии общения сущность процесса познания, как акта психологической деятельности; основы научной, философской и религиозной картин мира; об условиях формирования	Экспертная оценка результатов деятельности обучающегося при выполнении и защите результатов практических занятий, выполнении тестирования и других видов текущего контроля. Семинары.

профессиональном и/или социальном контексте методы работы в профессиональной и смежных сферах номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности приемы структурирования информации формат оформления результатов поиска информации современные средства и устройства информатизации, порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства правила оформления документов правила построения устных сообщений правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы	личности, свободе и ответственности за сохранение жизни, культуры, окружающей среды;	Рефераты. Практические работы Аудиторные занятия Семинарские занятия Практические работы
Умеет: распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации	ориентироваться в проблемах психологии общения, свободы и смысла жизни как основе формирования культуры гражданина и будущего специалиста;	Экспертная оценка результатов деятельности обучающегося при выполнении и защите результатов практических занятий, выполнении тестирования и других видов текущего контроля. Семинары. Рефераты. Практические работы Аудиторные занятия Семинарские занятия Практические работы

выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска оценивать практическую значимость результатов поиска применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке; понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые)		

Приложение 2.21
к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

Рабочая программа дисциплины
ОП 16 «Основы бережливого производства»

2025

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ 250
1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 250
1.3. Обоснование часов вариативной части ОПОП-П 252
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 252
2.1. Трудоемкость освоения дисциплины 252
2.2. Содержание дисциплины 253
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 258
3.1. Материально-техническое обеспечение 258
3.2. Учебно-методическое обеспечение 258
3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания 258
3.2.2. Дополнительные источники 258
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ . 259

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОП 16 Основы бережливого производства»

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель дисциплины «ОП 16 Основы бережливого производства»: изучение принципов и методов бережливого производства, приобретение навыков их применения для повышения эффективности работы предприятия.

Дисциплина «ОП 16 Основы бережливого производства» включена в обязательную часть социально-гуманитарного цикла образовательной программы.

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК, ПК	Умения	Знания
ОК 01	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;
	анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;	
	определять этапы решения задачи;	основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте;
	выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;	
	составлять план действия;	структуру плана для решения задач;
	определять необходимые ресурсы;	
	владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;	методы работы в профессиональной и смежных сферах;
	реализовывать составленный план;	алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;
	оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)	порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности;
ОК 02	определять задачи для поиска информации;	номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности;
	определять необходимые источники информации;	
	планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию;	приемы структурирования информации;
	выделять наиболее значимое в перечне информации;	
	оценивать практическую	

	значимость результатов поиска;	
	оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;	формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации;
	использовать современное программное обеспечение;	порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств;
	использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач	
ОК 03	**о**пределять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;	содержание актуальной нормативно-правовой документации;
	выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи;	современная научная и профессиональная терминология;
	презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности; оформлять бизнес-план;	возможные траектории профессионального развития и самообразования;
	рассчитывать размеры выплат по процентным ставкам кредитования;	основы предпринимательской деятельности; основы финансовой грамотности;
	презентовать бизнес-идею;	правила разработки бизнес-планов;
	определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности;	кредитные банковские продукты
ОК 04	организовывать работу коллектива и команды;	психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности;
	взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности	
ОК 05	грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять толерантность в рабочем коллективе	особенности социального и культурного контекста;
		правила оформления документов и построения устных сообщений;
ОК 06	описывать значимость своей профессии	значимость профессиональной деятельности по профессии;
	применять стандарты антикоррупционного поведения	стандарты антикоррупционного поведения и последствия его нарушения;

1.3. Обоснование часов вариативной части ОПОП-П

№ п/п	Дополнительные знания, умения, навыки	№, наименование темы	Объем часов	Обоснование включения в рабочую программу
	знания: содержание актуальной нормативно-правовой документации; современную научную и профессиональную терминологии; пути обеспечения ресурсосбережения; **умения:** определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности; презентовать бизнес-идею; определять источники финансирования	Тема 1.1.Основные понятия и методология бережливого производства; Тема 1.2. Инструменты бережливого производства; Тема 2.1.Принципы и концепция системы БП. Картирование потока создания ценности; Тема 2.2.Применение метода «Шесть сигм»; Тема 2.3.Визуальный менеджмент; Тема 2.4. Система управления персоналом в условиях бережливого производства; Тема 3.1 Технологии лидерства, вовлечения и мотивации персонала	**69**	По запросу работодателя АО «Адмиралтейские верфи

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	Объем в часах	В т.ч. в форме практ. подготовки
Учебные занятия	69	21
Самостоятельная работа	-	-
Промежуточная аттестация	1	-
Всего	**69**	-

2.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем, акад. ч / в том числе в форме практической подготовки, акад.ч.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
1	*2*	*3*	*4*
Введение	**Содержание**	**2/4**	
	Бережливое производство: понятие, история возникновения и развития. Принципы, методы и инструменты бережливого производства.	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Практическая работа № 1-2 «Составление глоссария по теме»	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Раздел 1. Введение в бережливое производство			
Тема 1.1. Основные понятия и методология бережливого производства	**Содержание**	**4/2**	
	Возникновение системы бережливого производства LP (Lean Production), её цели, задачи и развитие. Преимущества внедрения бережливой производственной системы. Основные характеристики бережливого производственного потока и его параметры: время такта (время цикла, время выполнения заказа).	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	Понятие ценности. Цепочка создания ценности. Определение потока создания ценности. Вытягивающее поточное производство вместо выталкивающего. Проблемно-ориентированное мышление. Определение и формулирование проблемы. Определение ключевых причин возникновения проблемы. Технологии анализа проблем. Квалификация видов потерь по системе 3М. Источники потерь и способы их устранения.	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Практическая работа № 3-4 Кейс «Анализ потерь в производственном процессе»	**2**	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		

Тема 1.2. Инструменты бережливого производства	**Содержание**	**10/32**	
	Философия «Kaizen». Принципы «Кайзден» (kaizen). Элементы «Кайдзен» (kaizen). Применение «Кайдзен» (kaizen). Понятие «Канбан» (kanban). Принципы методологии «Канбан». Ценности «Канбан» и основные практики. Преимущества и недостатки системы «Канбан» (kanban). История системы 5S. Принципы и компоненты системы 5S. Основные этапы 5S.	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	Безопасность и эргономика рабочего места. Сортировка предметов на рабочих местах. Основные зоны и места хранения. Оптимальная планировка рабочего места. Организация порядка на рабочем месте. Влияние чистоты на безопасность и качество. Определение необходимого и достаточного уровня чистоты. Способы и методы поддержания чистоты. Определение способов и методов уборки рабочего места.	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	Опыт организации рабочих мест (5S) в судостроении. Потери, связанные с работой оборудования. Потери готовности, производительности, качества и ресурсов. Цели и основные принципы TPM. Комплекс TPM.	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	Мониторинг технического состояния оборудования. Сбор и обработка информации о состоянии оборудования. История создания Just-in-Time. Цели Just-in-Time. Ключевые элементы Just-in-Time. Преимущества и недостатки Just-in-Time. Внедрение Just-in-Time на судостроительное предприятие.	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	Инструмент SMED. Цель применения SMED. Шаги применения инструмента быстрой переналадки. Связь затрат, связанных с запасами с эффектом переналадки. Преимущества и недостатки производства крупными партиями. Основные стадии процесса переналадки. Основные этапы сокращения времени переналадки. Результаты работ с применением SMED в судостроительной отрасли	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий	**3**	
	Практическая работа №5-6-7 Создание интеллект-карты по теме «Инструменты бережливого производства»	**3**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	**-**	
Раздел 2. Организация бережливого производства			
Тема 2.1. Принципы и концепция системы БП. Картирование потока	**Содержание**	**6/2**	
	Концепция потока создания ценности VSM (Value Stream Mapping). Объект и цели картирования. Процессный подход. Этапы картирования. Постановка целей картирования.	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06

создания ценности.	Выявление проблем в потоке. Информационный поток (Information Flow). Продуктовый поток (Product Flow). Лестница временных интервалов (Time Ladder). Составление карты и диагностика текущего состояния потока.	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	Анализ движения материальных и информационных потоков. Измерение результатов. Применение инструментов Бережливого производства для совершенствования потока.	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Практическая работа № 8-9 «Построение карт потока создания ценности	**2**	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 2.2. Применение метода «Шесть сигм»	**Содержание**	**4/2**	
	Six Sigma (Шесть сигм) как философия. Six Sigma (Шесть сигм) как инструментарий. Метод DMAIC. Метод проектирования (DMADV). Внедрение концепции «Шесть сигм».	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	Уровни управления концепцией «Шесть сигм». Реализация концепции «Шесть сигм» на производстве. Российский опыт внедрения концепции «Шесть сигм». Зарубежный опыт внедрения концепции «Шесть сигм». «Шесть сигм» на судостроительном предприятии.	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Практическая работа № 10-11 Деловая игра-практика «Шесть сигм»	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 2.3. Визуальный менеджмент	**Содержание**	**6/2**	
	Сущность визуального менеджмента. Формы визуального менеджмента. Инструментарий визуального менеджмента.5S и Визуализация. Этапы визуализации на производстве. Визуализация зон, мест, запасов, задач, проблем на рабочем месте. Визуальные стандарты.	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	Визуальное планирование и контроль. Система ярлыков. Организация «карантина». Распределение зон ответственности за поддержание чистоты. Визуальные стандарты. Визуальный менеджмент.	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	Роль визуализации в бережливом производстве. Опыт применения визуализации на судостроительных предприятиях.	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий	**4**	
	Практическая работа № 12-13 «Мозговой штурм «Визуализация для эффективности»	**2**	ОК 01, ОК 02,

			ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	Практическая работа № 14-15 «Решение кейсов «Мой вариант визуализации процессов на выбранном предприятии»	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Тема 2.4. Система управления персоналом в условиях бережливого производства	**Содержание**	**10/2**	
	Понятие корпоративной культуры. Основные принципы. Самообучающаяся организация. Организационные процессы и роль персонала.	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	Два важнейших потока создания ценности: продукт и люди. Методика решения проблем, объединяющая два потока. Модель корпоративной культуры: уважение к людям и непрерывное совершенствование по принципу: «Планируй, делай, проверяй, реагируй». Метод рабочего инструктажа. Четыре этапа производственного инструктажа на Toyota. Обучение руководителей и лидеров групп. Стратегия обучения на Toyota: роли, акцент, инструменты.	**2** **2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06 ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	Вовлечение компетентных и мотивированных сотрудников в процесс непрерывного совершенствования. Подготовка процесса изменений. Создание необходимости перемен. Создание команды реформаторов.	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	Разработка концепции будущего, создание образа и ценностей судостроительного предприятия. Стратегии организационных изменений. Пропаганда нового видения будущего производства	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Практическая работа № 16-17 «Измерение результатов эффективного управления персоналом в бережливом предприятии»	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Раздел 3. Опыт реализации концепции бережливого производства			
Тема 3.1 Технологии лидерства, вовлечения и мотивации персонала	**Содержание**	**6/4**	
	Лидерство как новый тип производственных отношений. Вовлечение персонала в БП, организация работы с производственными инициативами и предложениями по улучшениям. Технологии мотивации и стимулирование качества. Квалификация персонала и обучение. Примеры внедрения бережливого производства	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06

	(Госкорпорация "Росатом", ПАО "КАМАЗ", "Группа ГАЗ", ОАО "РЖД", Госкорпорация "Ростех", ПАО "Сбербанк России"). Роль изменения климата в бережливом производстве.	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	В том числе практических и лабораторных занятий		
	Практическая работа№ 18-19 «Анализ проблемы внедрения бережливого производства на предприятии»	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
	В том числе практических и лабораторных занятий	**2**	
	Практическая работа№20-21Доклады «Российский и зарубежный опыт внедрения системы бережливого производства. Сравнительный подход»	**2**	ОК 01, ОК 02, ОК 03 ОК 04, ОК 05, ОК 06
	В том числе самостоятельная работа обучающихся		
Промежуточная аттестация		**2**	
Всего:		**69/21**	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет «Общепрофессиональных дисциплин», оснащенный в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

3.2. Учебно-методическое обеспечение

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Зинчик Н.С., Бережливое производство : учебник / Н.С. Зинчик, О.В. Кадырова, Ю.И. Растова, ; под общ. ред. А.Г. Бездудной. — Москва: КноРус, 2022. — 203 с.
2. Клюев А.В. Бережливое производство: учебное пособие для СПО / Клюев А.В.. — Саратов, Екатеринбург: Профобразование, 2023. — 87 с.
3. Лайкер Дж., Морган Дж. Система разработки продукции в Toyota: люди, процессы, технология /Перевод с английского. — М.: Альпина Паблишер, 2020. — 435 с. — С. 39 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://mega-eworld.com/upload/iblock/5c1/pdf_bk_229G_sistema_razrabotki_produkcii_v_toyota
4. Студнев С.В. Применение инструментов бережливого производства при подготовке судостроительного производства / С.В. Студнев, Е.Г. Бурмистров // Великие реки-2019. Труды 21-го международного научно-промышленного форума. -2023. - С. 28.
5. Шмелёва А. Н. Методы бережливого производства : учебно-методическое пособие / А. Н. Шмелёва. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 38 с. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система
6. Энциклопедия производственного менеджмента [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.up-pro.ru/encyclopedia/5s-sistema.html, свободный.

3.2.2. Дополнительные источники

1. Горюшкин, А.А. Организация производства: Учебное пособие / Н.И. Новицкий, А.А. Горюшкин // Под ред. Н.И. Новицкий. - М.: КноРус, 2020. - 350 с.
2. Лайкер Дж. Л18 Система разработки продукции в Toyota: люди, процессы, технология / Джеффри Лайкер, Джеймс Морган; Пер. с англ. - 3-е изд. - М.: Альпина Паблишерз, 2023. - 440 с. - (Серия «Модели менеджмента ведущих корпораций»). ISBN 978-5-9614-1454-7.
3. Святохо, Н. В. Система экологического менеджмента промышленного предприятия: сущность, стандарты, этапы внедрения / Н. В. Святохо, Р. А. Тимаев // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. - 2023. - № 1(50). - С. 178-186.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Показатели освоенности компетенций	Методы оценки
Знает: - актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; - основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; - структуру плана для решения задач; - методы работы в профессиональной и смежных сферах; - алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; - порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности - номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; -приемы структурирования информации; - формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации; - порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств -психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности; -особенности социального и	- демонстрирует знания об основных тенденциях экономического, политического и культурного развития России. - демонстрирует знания об основных источниках информации и ресурсов для решения задач и проблем в историческом контексте. -демонстрирует знания о приемах структурирования информации. -демонстрирует знания о формате оформления результатов поиска информации. -демонстрирует знания о возможных траекториях личностного развития в соответствии с принятой системой ценностей. -демонстрирует знания о психологии коллектива психологии личности. -понимает смысл о роли науки, культуры и религии в сохранении и укреплении национальных и государственных традиций. -понимает смысл гражданско-патриотической позиции. -понимает смысл общечеловеческих ценностей. -понимает смысл содержания и назначения важнейших правовых и законодательных актов государственного значения. -понимает смысл перспективных направлений и основных проблем развития РФ на современном этапе.	Экспертное наблюдение и оценивание знаний на теоретических занятиях. Оценивание выполнения индивидуальных и групповых заданий. Диагностические работы. Контрольные работы. Презентация минипроектов. Устный и письменный опрос. Результаты выполнения учебных заданий. Практические работы. Промежуточная аттестация - зачёт \диф.зачёт Подготовка выступлений с проблемно-тематическими сообщениями (докладами, презентациями). Диагностические работы. Контрольные работы. Презентация минипроектов. Устный и письменный опрос. Результаты выполнения учебных заданий. Практические работы. Промежуточная аттестация - зачёт.

культурного контекста; - правила оформления документов и построения устных сообщений -сущность гражданско-патриотической позиции, общечеловеческих ценностей; - значимость профессиональной деятельности по профессии - стандарты антикоррупционного поведения и последствия его нарушения ***Умеет:*** - распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; - анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; - определять этапы решения задачи; - выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; - составлять план действия; - владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; - оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника) - определять задачи для поиска информации; - определять необходимые источники информации; - организовывать работу коллектива и команды; - взаимодействовать с коллегами, - руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности; - грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;	-демонстрирует умения ориентироваться в современной экономической, политической и культурной ситуации в России и мире. -демонстрирует умения распознавать задачу и/или проблему в историческом контексте. -демонстрация умения анализировать задачу и/или проблему в историческом контексте и выделять ее составные части. -демонстрация умения оценивать результат и последствия исторических событий. -сформированы умения определять задачи поиска исторической информации. -демонстрирует умения определять необходимые источники информации. -демонстрирует умения структурировать получаемую информацию. -демонстрация умения выделять наиболее значимое в перечне информации. -демонстрирует умения оценивать практическую значимость результатов поиска и умения оформлять результаты поиска. -сформированы умения выстраивать траекторию личностного развития в соответствии с принятой системой ценностей. -демонстрирует умения организовывать и мотивировать коллектив для совместной деятельности. -демонстрирует умения излагать свои мысли в контексте современной экономической, политической и культурной ситуации в России и мире. -демонстрирует умения	

- проявлять толерантность в рабочем коллективе; -описывать значимость своей профессии; - применять стандарты антикоррупционного поведения; - **о**пределять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности; - выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи; - презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности; - оформлять бизнес-план; - рассчитывать размеры выплат по процентным ставкам кредитования; - презентовать бизнес-идею; - определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности	осознавать личную ответственность за судьбу России. -демонстрирует умения проявлять социальную активность и гражданскую зрелость. -демонстрирует умения применять средства информационных технологий для решения поставленных задач. -сформированы умения анализировать правовые и законодательные акты регионального значения - содержание актуальной нормативно-правовой документации; - современная научная и профессиональная терминология; - возможные траектории профессионального развития и самообразования; -основы предпринимательской деятельности; - правила разработки бизнес-планов; - кредитные банковские продукты	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.1
к рабочим программам ОПОП-П
по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО УЧЕБНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ

ОГЛАВЛЕНИЕ

«СГ.01 История России »

«СГ.02 Иностранный язык в профессиональной деятельности»

«СГ.03 Безопасность жизнедеятельности»

«СГ.04 Физическая культура»

«СГ.05 Основы финансовой грамотности»

«ОП.01 Математика»

«ОП.02 Информатика»

«ОП.03 Инженерная графика»

«ОП.04 Электротехника и электроника»

«ОП.05 Техническая механика»

«ОП.06 Материаловедение»

«ОП.07 Теплотехника»

«ОП.08 Процессы формообразования в машиностроении»

«ОП.09 Метрология, стандартизация и сертификация»

«ОП.10 Системы автоматизированного проектирования технологических процессов»

«ОП.11 Основы мехатроники»

«ОП.12 Технологическое оборудование»

«ОП.13 Основы организации производства (основы экономики, права и управления)»

«ОП.14 Охрана труда»

«ОП.15 Психология общения»

«ОП.16 Основы бережливого производства»

2025 г.

Приложение 2.1.1
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

СГ.01. ИСТОРИЯ РОССИИ

2025

Методические рекомендации по выполнению практических работ по учебной дисциплине СГ.01.История России, разработанной на основе примерной программы, одобренной на заседании Педагогического совета ФГБОУ ДПО ИРПО протоколом №21 от 09 сентября 2024 г., для специальности среднего профессионального образования (далее СПО) входящей в состав укрупненной группы **15.00.00 «Машиностроение»**, **15.02.09 Аддитивные технологии.**

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчик:
Злобина М.И. преподаватель СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Перечень практических работ

1.	Наименование	Стр.
2.	Пояснительная записка	4
3.	Практическая работа №1: «Александр Невский как спаситель Руси». Работа с картой и историческими документами.	5
4.	Практическая работа №2: Крымская война – «Пиррова победа Европы». Работа с исторической картой и историческими источниками.	9
5.	Практическая работа №3: Сравнительный анализ трех революций в России	15
6.	Практическая работа №4: Россия 1920-1930 годы	20
7.	Практическая работа №5: СССР в послевоенный период	30
8.	Практическая работа №6: «Россия в деле». Работа с историческими источниками и иллюстративным материалом.	33

Пояснительная записка

Практические работы по СГ.01 «История России» - планируемая учебная работа обучающихся, выполняемая в аудитории по заданиям и при методическом руководстве преподавателя.

Выполнение практических работ по учебной дисциплине «История России» обеспечивает достижение обучающимися следующих результатов:

Видами занятий для практических работ являются:

- *для владения знаниями:* чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами и др.

- *для закрепления и систематизации знаний:* работа с конспектами лекции, работа над учебным материалом, выполнение тестовых заданий, аналитическая обработка текста, выполнение учебно-познавательных заданий и др.

- *для формирования умений:* выполнение вариативных задач, решение ситуационных задач, проведение исследований, анкетирования, умение анализировать и находить пути решения;

- *для использования приобретённых знаний и умений в практической деятельности и повседневной жизни:* совершенствование собственной познавательной деятельности; решение практических жизненных проблем, возникающих в социальной деятельности; приведение возможных последствий, определённых социальных действий; осуществление конструктивного взаимодействия людей с разными убеждениями, культурными ценностями, социальным положением; определение личной и гражданской позиции.

Формы контроля практических работ:

- просмотр и проверка выполнения практической работы преподавателем;
- организация взаимопроверки выполненного задания в группе;
- обсуждение результатов выполненного задания в группе;

Критерии оценки результатов практической работы:

- уровень освоения учебного материала;
- уровень владения умениями применять полученные знания при выполнении заданий;
- обоснованность и чёткость изложения материала;
- уровень владения базовым понятийным аппаратом социальных наук;
- уровень умения сформулировать собственную позицию, оценку и аргументировать её.

Практическое занятие № 1.
Тема «Александр Невский как спаситель Руси».
Работа с картой и историческими документами.

Цель: обобщение, систематизация и осмысление представлений об Александре Невском как спасителе Руси.

Комплексно-методическое обеспечение:
Мультимедиапроектор;
Комплект учебно-методических материалов

Формируемые компетенции.

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

Порядок ведения работы:
Понятия для актуализации: житие, летопись, «святой защитник», триптих. Важные даты: 13 мая 1221 — 14 ноября 1263; 1240, 1242

Задание 1. Прочитайте тексты. Ответьте на вопросы.

Из «Жития Александра Невского»

«Много потрудившись за землю Русскую, за Новгород и Псков, за всё великое княжение, отдавая живот свой и за православную веру».

Из исторического труда С.М. Соловьёва.

«Александр Невский, став великим князем Владимирским, должен был унижаться перед татарами, чтобы спасти родную землю от гибели; должен был уговаривать народ, чтобы снёс терпеливо иго, позволил татарам переписать себя для наложения дани. При помощи князя были подавлены восстания против Орды.

Итогом было запрещение вечевых порядков в городах. Однако политическая деятельность князя позволила предотвратить новый разгром городов».

1. Какие две победы Александра Невского имелись в виду при упоминании Новгорода и Пскова? Приведите обоснование, доказывающее, что князь отдавал свою жизнь за православную веру.
2. Как объяснял С.М. Соловьёв мотивы действий Александра Невского? Как оценивал историк действия князя?
3. О каких личных качествах Александра Невского свидетельствуют приведённые источники?

Задание 2. Прочитайте отрывок из летописи. Ответьте на вопросы.

Из Симеоновской летописи

«Князь же великий поставил войско на Чудском озере на Узмени, у Воронья камня, и, приготовившись к бою, пошел против них. Войска сошлись на Чудском озере; было тех и других большое множество. Был же тут с Александром и брат его Андрей со множеством воинов отца своего, было у Александра множество воинов храбрых, сильных и крепких, все наполнились одним воинственным духом, и были у них сердца подобны львиным. И они сказали: «Княже, ныне пришло время положить свои головы за тебя».

Был же тогда день субботний, и на восходе солнца сошлись оба войска. И была здесь злая и великая сеча для немцев и чуди, и слышен был треск ломающихся копий и звук от ударов мечей, так что лёд на замерзшем озере подломился, и не видно было льда, потому что он покрылся кровью. И сам я слышал об этом от очевидца, бывшего там.

И обратились немцы в бегство, и гнали их русские с боем как по воздуху, и некуда им было убежать, били их 7 вёрст по льду Суболицкого берега, и пало немцев 500, а чуди бесчисленное множество, а в плен взяли 50 лучших немецких воевод и привели их в Новгород, а другие немцы утонули в озере, потому что была весна. А другие убежали тяжело раненными».

1. В каком году происходила агрессия немецких рыцарей против русских земель, описанная в тексте? Чем завершилась битва на Чудском озере? Назовите не менее двух итогов.
2. Какие действия предпринял Александр Невский для отражения немецкой агрессии?
3. Укажите не менее трёх положений, раскрывающих историческое значение побед князя Александра Ярославича.

Задание 3. Прочитайте текст.

Ответьте на вопрос. *В. Эрлихман. «Солнце Русской земли»*

…его успешность как политика и полководца. Прожив 42 года, он смог стать великим князем, верховным правителем Руси, защитить её – где силой, а где дипломатией – от сильных врагов на Западе и Востоке, не потерпев при этом ни одного поражения на поле боя.

…князь враждовал главным образом с Западом, сумев при этом поладить с Востоком. Этот расклад стал камертоном российской внешней политики от Ивана Грозного до наших дней, обеспечив Александру, получившему прозвище Невский, почётную роль её отца-основателя.

…его тесный союз с церковью, прообраз будущей «симфонии» духовной и светской власти. Киевский митрополит Кирилл которого князь переманил во Владимир, после его смерти воскликнул: «Заиде солнце Русской земли!».

- Сформулируйте три причины, по которым князь Александр Невский оказался объектом почитания в разные периоды нашей истории?
-Как менялся образ святого благоверного князя-воина на протяжении веков?

Задание 4. Во время Великой Отечественной войны Александр Невский стал героем для всех, кто встал на смертный бой против завоевателей. Рассмотрите картину – триптих художника П. Корина «Александр Невский»

Ответьте на вопросы:

1. Каким символом стал Александр Невский в годы войны?
2. Какие особенности в облачении князя, несвойственные русским воинам вы заметили?
3. Чей лик дополняет портрет А. Невского?
4. Что стремился передать в этом триптихе художник П. Корин?

Задание 5. Предположите, как менялся образ святого благоверного князя-воина на протяжении веков в нашей истории?
1.Святой защитник. 2.Покровитель власти. 3.Воин-патриот. 4.Имя России
- В какое время так называли А. Невского?

Задание 6. Работа с картой. Найдите и покажите на карте все исторические места, связанные с именем Александра Невского, о них говорится в исторических источниках выше. Запишите в тетради названия.

Учебно-методическое обеспечение.

- Артемов В.В., Ю.Н. Лубченков. История для профессий и специальностей технического, естетственно - научного, социально- экономического профилей: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования: в 2 ч. - М.:
- История России с древнейших времен до наших дней: учебное пособие / А. Х. Даудов, А. Ю. Дворниченко, Ю. В. Кривошеев [и др.] ; под. ред. А. Х. Даудов. - СПб : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2019. - 368 с.

Практическая работа №2
«Морским судам быть»

Цель: сформировать представление о значении ВМФ, истории создания и развития флота; воспитывать гордость за свое Отечество, патриотизм, понимание необходимости прохождения военной службы по призыву.

Комплексно-методическое обеспечение:

Мультимедиапроектор;

Комплект учебно-методических материалов

На доске- эпиграф. «У моряка нет трудного или легкого пути, есть один путь – славный»

Формируемые компетенции.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

ОК 6. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения;

Порядок ведения работы:

Исторические материалы:

«Морским судам быть» – эти слова Петра I предопределили появление дня рождения Российского военно-морского флота.

Краткая история Российского флота:

В то время в России развернулось военное кораблестроение, суда строились в Воронеже и Петербурге, на Ладоге и в Архангельске.
Были созданы Азовский и Балтийские флоты, позже – Тихоокеанский, Черноморский, Северный флоты и Каспийская флотилия.
Всего при Петре I было построено 1100 кораблей. Русский флот стал самым мощным флотом и на века определил статус России как крупнейшей морской державы. Русский флот под Андреевским флагом не потерпел после Петра I ни одного поражения на протяжении двух столетий. Флоту быть, сказал всем царь,

Петр Великий — государь,
Сразу издан был указ,
Вот с тех пор есть Флот у нас!

30 октября 1696 года Боярская Дума по представлению царя Петра I приняла постановление «Морским судам быть ...», и это стало первым законом о флоте и признанием официальной даты его основания.

Демонстрация видеоролика в формате

Вопрос:

- Как вы думаете, кому посвящены эти строки? Правильно, Петру Алексеевичу Михайлову – Петру Первому.

“Всякий потентат, который едино войско сухопутно имеет, одну руку имеет, а который и флот имеет, обе руки имеет”

30 октября 1696 года Боярская Дума по представлению царя Петра I приняла постановление «Морским судам быть ...», и это стало первым законом о флоте и признанием официальной даты его основания.

Демонстрация видеоролика в формате MP4.

от несколько строчек о правителе этой страны: «Государь сей имел природное отвращение от воды, которое до того простиралось, что при переезде через небольшой ручей почти в беспамятство приходил». Это из записей некого французского лекаря Леклерка о русском Царе Петре I Алексеевиче.

Да до самых 14 лет основатель отечественного флота очень боялся не то, что входить в воду, но и даже видеть её.

Излечили его от сей фобии, как рассказывают «дядька царя» Борис Галицин, ну и конечно железная воля самого Петра I.

Эта же железная воля заставила всю страну крепко «полюбить» море и превратило её в морскую державу.

«Морским судам быть ...», таков стал вердикт Боярской Думы. И тут же была принята первая в нашей истории программа строительства флота в 52 корабля. Удивительная задача для небогатой сухопутной страны, и столь же удивительными вышли её решения.

Первое Адмиралтейство в России появилось в Воронеже, в сотнях километров от моря. Там росли дубовые леса, которые и пошли на первые корабли.

Оплачивали мероприятия тоже чудно, с помощью «кумпанств», своеобразной народной повинности. Разные слои и группы населения объединялись в такие «кумпанства» и каждая строила корабль. С одного двора выходило, где один рубль, где рубль двадцать. Очень внушительная сумма. Причем больше всех в деле должна была участвовать церковь. Если один борт строили 10 000 светских дворов, то такой же борт ставили 8 000 церковных. На самом деле эта форма повинности себя не оправдала и уже через несколько лет Петр от «кумпанства» отказался. И всё же флот был поставлен.

Император лично контролировал ход становления отечественного кораблестроения, находил возможность вникать подчас во все детали работ. Так, среди архивных документов имеется выполненный Петром I собственноручно чертёж **«Модель – камеры»,** где должны были изготовляться чертежи будущих кораблей. На полях чертежа имеются и несколько помет императора: **«В сей камере полы лутче деревянными гвоздями прибить, а не железными дабы не мешали чертить»**; **«Полам надлежит быть зело из сухого сосновова дерева и гораздо плотно сплочённые и стругом выструганные**» и др. 11

Приведём выдержку ещё из одного документа – довольно характерного и энергичного послания Петра I. Это письмо от 7 февраля 1716 года Корнелиусу Крюйсу в связи с неготовностью Ревельской эскадры к предстоящей кампании: **«Господин вице-адмирал, Я с великим неудовольствием слышу, что Ревельская эскадра так у Вас и не управлена. Ежели впредь так поступать станете, можете живот свой потерять. Пётр» 12 .**

Интересен рассказ, приведённый в книге писателя и переводчика Вениамина Бергмана «История Петра Великого» (1840): «Пётр I, осматривая однажды в селе Измайловском, на льняном дворе, оставшиеся после прапрадеда его, Никиты Ивановича Романова, вещи, заметил между ними ветхий бот, устроенный иначе, нежели обыкновенные суда… и, узнав от Франца Тиммермана, как полезны сего рода иностранные боты, приказал отыскать корабельного плотника. – Ему

представили голландца Карстена Брандта, который, быв сам строителем сего самого бота при Алексее Михайловиче, починил его. Оснастил и спустил со штапелей, к немалому удовольствию Царя, отправившегося (2 апреля 1691) на нём в село Коломенское».
«…Достопамятный бот назван дедушкою русскаго флота, – пишет Александр Карцов. – В следующем году были заложены два небольшие корабля на берегу Переяславскаго озера. 1 мая 1692 года Пётр плавал на этих кораблях вместе с потешными и назначил Лефорта адмиралом будущего флота. Даже самые образованные из приближённых Царя смотрели на эти занятия его как на юношеския забавы». Вот какой диалог Петра с контр-адмиралом Патриком Гордоном приводится далее: «На что Вам корабли, Государь, – спросил у него Гордон, – ведь у Вас нет морей».
– Были бы корабли, а моря я найду, – отвечал Пётр. Слова замечательные, доказывающие, что занятие кораблестроением при самом начале уже не было одною забавою и конечною целью Петра. Он видел в этом средство к достижению другой высшей цели».
Российский флот рос и совершенствовался, но «по вступлении во второе десятилетие со времени основания флот наш, доказавший уже существование своё на деле, не имел ещё законоположения нужного для единообразного управления», отмечает историк морского флота, капитан 1 ранга Сергей Елагин в книге «Материалы для истории русского морского законодательства» (1859 г.).

В этом же издании приводятся слова военного писателя капитан-лейтенанта Ивана Зейделя: «И вот в 1720 году января 13 объявлен Высочайший указ об издании морскаго устава как непременное следствие довершения великаго дела, вполне выражающаго великаго преобразователя России. Драгоценнейшим памятником того, что Великий Пётр преимущественно сам занимался составлением морскаго устава, служит рукопись этого устава, писанная его собственною рукою…».

В царствование императора Петра, при его руководстве и непосредственном участии, российский флот обрёл величие, которое сохраняет за собой на протяжении всей истории.

Первое крупное морское сражение Русского флота произошло 27 июля 1714 года у полуострова Гангут (ныне - Ханко). Именно тогда зародилась знаменитая петровская заповедь: «Врагов не считают, их бьют». В ознаменование той победы в Санкт-Петербурге была возведена триумфальная арка, на которой был изображен орел, держащий в когтях слона с надписью «Русский орел мух не ловит». Имелось в виду название флагманского корабля шведской эскадры - «Элефант» (в переводе «слон»).

Всего при Петре I было построено 1100 кораблей. Русский флот стал самым мощным флотом и на века определил статус России как крупнейшей морской державы. Русский флот под Андреевским флагом не потерпел после Петра I ни одного поражения на протяжении двух столетий. Флоту быть, сказал всем царь,

Петр Великий — государь,

Сразу издан был указ,
Вот с тех пор есть Флот у нас!

- Во 2-й половине 18 – начале 19 века Российский военно-морской флот по количеству боевых кораблей вышел на 3-е место в мире, постоянно совершенствовалась тактика боевых действий на море. Это позволило русским морякам одержать ряд блестящих побед.

В историю военно-морского флота России яркими страницами вошли жизнь и подвиги адмиралов Г.А. Спиридова, Ф.Ф. Ушакова, Д.Н. Сенявина, Г.И. Бутакова, В.И. Истомина, В.А. Корнилова, П.С. Нахимова, С.О. Макарова.

- В годы Великой Отечественной войны советский флот выдержал суровые испытания и надежно прикрывал фланги фронтов, громя фашистов на море, в небе и на суше.

Моряки-подводники, морские летчики и воины частей морской пехоты вписали новые страницы в историю морской славы Отечества.

Задание 2. Ответить на вопросы:

- Какие военные корабли, совершившие подвиг, вы знаете? (бронепалубный крейсер «Варяг», крейсер «Аврора», Бриг «Меркурий»)
- Как называется флаг Военно-морского флота. (Андреевский)
- Полотнище, укрепляемое на мачте и надуваемое ветром? (парус)
- Как моряки называют прибор для определения сторон горизонта? (компас)
- Лестница для подъёма на судно? (трап)
- Задняя часть судна, лодки? (корма)
- В чём измеряется скорость судна? (в узлах)
- Боковая стенка корпуса судна? (борт)
- Сильная буря на море? (шторм)
- Рулевое колесо на судне? (штурвал)
- Какое дерево использовалось для строительства мачт корабля? (сосна)
- Дежурство на корабле? (вахта)
- Как называют подростка, который учится морскому делу? (юнга)
- Команда помощи на корабле? (SOS)
- Какой болезнью не болеют на берегу? (морской)
- Как зовут царя морей? (Нептун)

Задание 3. Перевести слова из обиходного на «флотский язык»:

Пилотка	бескозырка
Гимнастерка	тельняшка
Парадные брюки	клеш

Сапоги	ботинки
Цвет оливковый	черный (белый)
Воинские звания:	
Капитан	
Прапорщик	капитан-лейтенант
Сержант	

Вспоминая героические моменты из истории российского Военно-Морского Флота, возникают чувства гордости, уважения и преклонения перед великими людьми, в высоких званиях и простых моряков, проявивших патриотизм и мужество, вошедших в героическую летопись нашего государства.

Задание 4. Прочитать и проанализировать материал; записать в конспект.

В соответствии с Государственной кораблестроительной программой в последние годы в состав сил постоянной готовности ВМФ РФ введено сколько)…….. боевых корабля. В ближайшее время планируется ввести еще более …….. кораблей, что позволит «усилить межвидовые группировки на всех стратегических направлениях».

Современный Российский военно-морской флот имеет надежную боевую технику: это мощные ракетные крейсеры, атомные подводные лодки, противолодочные корабли, десантные суда и самолеты морской авиации.

Эта техника эффективно работает в умелых руках наших военно-морских специалистов. Российские моряки продолжают и развивают славные традиции военно-морского флота России, имеющего уже более чем 300-летнюю историю

Сегодня модернизируются стратегические ядерные силы. Ведется колоссальное строительство военной и военно-морской инфраструктуры на арктических направлениях в зонах ответственности Северного и Тихоокеанского флотов. Корабли Черноморского флота и Каспийской флотилии уверенно решают задачи стратегического сдерживания, обеспечения безопасности в регионе на юго-западном стратегическом направлении.

Учебно-методическое обеспечение.

- В.В. Артемов, Ю.Н. Лубченков Ю.Н. История для профессий и специальностей технического, естественно-научного, социально-экономического профилей: Учебно-методическое обеспечение.
- История России с древнейших времен до наших дней: учебное пособие / А. Х. Даудов, А. Ю. Дворниченко, Ю. В. Кривошеев [и др.] ; под. ред. А. Х. Даудов. - СПб : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2019. - 368 с.

http://redstar.ru›pyotr-i-byli-by-korabli-a-morya-ya-…
bigenc.ru›b/rasskaz-petra-o-nachale-kora-e9df10
https://www.prlib.ru/item/РЕГЛАМЕНТ БЛАГОЧЕСТИВЕЙШЕГО ГОСУДАРЯ ПЕТРА ВЕЛИКОГО ОТЦА ОТЕЧЕСТВА, ИМПЕРАТОРА И САМОДЕРЖЦА ВСЕРОССИЙСКОГО О УПРАВЛЕНИИ АДМ

Практическое занятие № 3

Тема «Крымская война – «Пиррова победа Европы»».
Работа с исторической картой и историческими источниками.

Цель: систематизация и осмысление событий, связанных с Крымской (Восточной) войной 1853-1856 гг.

Комплексно-методическое обеспечение:
Мультимедиапроектор;
Комплект учебно-методических материалов

Формируемые компетенции.

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 4. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе

ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

Порядок выполнения работы

Понятия для актуализации*: война*

Важные даты:1853-1856, 13 сентября 1854 года - 27 августа 1855 года;

Задание 1.

Прочтите текст. Ответьте на вопрос**.**

Д.Олейников, историк, биограф Николая II о первом мировом конфликте.

«Россия переоценила свои возможности в этом регионе и недооценила возможности европейских держав. Как образно сказал замечательный советский историк Николай Троицкий, Россия думала, что легко справится с одним «больным человеком» (Турцией), а оказалась перед лицом «двух здоровяков», то есть Англии и Франции. Как раз последние, заметив, что Россия слишком амбициозна, нашла повод начать против неё войну, которая должна была помочь им решить собственные проблемы…»

- Кто ответственен непосредственно за начало войны? Кто её развязал – Россия или её противники?

Задание 2. Составьтехронологическую таблицу

"Основные события Крымской (Восточной) войны" (параграф 59. Внешняя политика России во второй четверти. XIX века).

Дата	Событие

Задание 3. Прочитайте отрывок из исторического источника и кратко ответьте на вопросы. Ответы предполагают использование информации из источника, а так, же применение исторических знаний по курсу истории соответствующего периода.

Из воспоминаний очевидцев событий (XIX в.)

«Наши отважные и уверенные в себе моряки, недавние синопские победители, полагали, что внезапным нападением на обременённого десантом неприятеля можно было произвести в нём страшное смятение и окончательно разгромить его. Душой этой мысли был В.А. Корнилов; того же мнения держался П.С. Нахимов. Горячее желание моряков померяться с врагами, собравшими все усилия против России, не исполнилось. Князь Меншиков не надеялся, чтобы наш парусный флот мог состязаться с неприятельским преимущественно паровым... Но князь Меншиков! Где были его проницательность и предусмотрительность? Обстоятельства дают ему год времени... обдумывать своё положение и свои действия — и всё ограничивается преимущественно флотом и портом, где главная работа всё же оставалась за Корниловым. Между тем общих изменений во флоте нельзя было сделать: заменить паруса винтами было неоткуда».

«Недостаток в разрывных снарядах и мортирах большого калибра был для нас весьма ощутителен, так что мы прицельными своими выстрелами только могли вредить неприятельским пушечным батареям, мортирным же не могли сделать почти ничего».

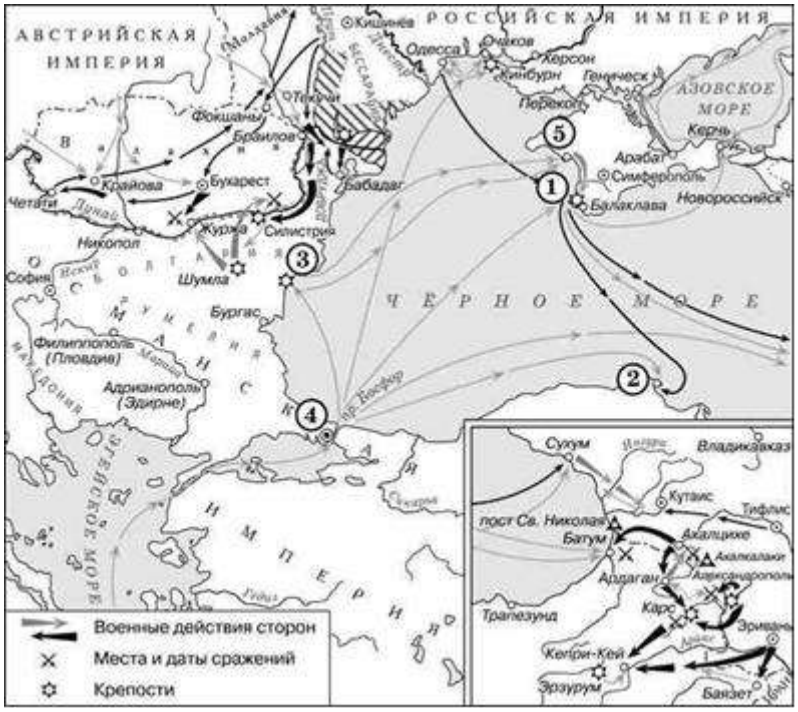
«Совершён был вокруг южной оборонительной линии крёстный ход, по окончании которого Корнилов обратился к войскам с энергическою речью, заключив её следующими замечательными словами: "Знайте, ребята, что отступления не будет, и если кто услышит, что я скомандую отступление, — пусть меня заколет". С необыкновенным воодушевлением были приняты слова Корнилова. "Умрём за родное место", — отвечали севастопольцы».

«Считаю нелишним сказать несколько слов о храбрости наших солдат. Мы, офицеры, не только любили и уважали их, но мы с ними сроднились... Они, видя весь ужас положения, страдали тою же сердечною скорбью об исходе осады, как и мы. — Молодцами они были все, в особенности наши матросы, которых к несчастию осталось под конец весьма мало».

1. В царствование каких императоров велась война, о которой говорится в отрывках? Назовите не менее двух стран-союзниц, воевавших против России.
2. Как очевидцы событий относились к своим соратникам, защитникам города? На основании приведённых отрывков укажите не менее трёх проявлений их отношения.

3. На основе текста и знаний по истории укажите не менее трёх причин поражения России в указанной войне.

Задание 4. Рассмотрите карту. Карта Крымской войны 1853-1856 г



Выполните задания.

- Заполните пропущенную дату в предложении. «Война, события которой отражены на карте, началась в …

- Укажите императора, при котором завершилась война, события которой отражены на карте.

- Укажите название города, отмеченного на карте цифрой «5».

Задание 5. Какие суждения, относящиеся к схеме, являются верными? Выберите три суждения из шести предложенных. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1) Под цифрой «2» на карте отмечен порт Синоп.
2) В период событий, отражённых на карте, французское государство имело республиканское устройство.
3) Результатом войны, отражённой на карте, была утрата Российской империей всей Бессарабии.
4) Город под цифрой «1» имеет почетное звание города-героя, присвоенного после Великой Отечественной войны.
5) На момент начала военных действий, отражённых на карте, уже

завершилась кавказская война.
6) На карте можно увидеть все территории, утраченные Россией по результатам войны, события которой отражены на карте.

Задание 6.
В исторической науке существуют дискуссионные проблемы, по которым высказываются различные, часто противоречивые, точки зрения. Ниже приведена одна из спорных точек зрения, существующих в исторической науке.
«Крымская война имела неблагоприятные последствия для России».
Используя исторические знания, приведите два аргумента, которыми можно подтвердить данную точку зрения, и два аргумента, которыми можно опровергнуть её. При изложении аргументов обязательно используйте исторические факты.

Ответ запишите в следующем виде. Аргументы в подтверждение:
1) ...
2) ...
Аргументы в опровержение:
1) ...
2) ...

Учебно-методическое обеспечение.
- В.В. Артемов, Ю.Н. Лубченков Ю.Н. История для профессий и специальностей технического, естественно-научного, социально-экономического профилей: Учебно-методическое обеспечение.
- История России с древнейших времен до наших дней: учебное пособие / А. Х. Даудов, А. Ю. Дворниченко, Ю. В. Кривошеев [и др.] ; под. ред. А. Х. Даудов. - СПб : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2019. - 368 с.

Практическое занятие № 4
Тема «Сравнительный анализ трех революций в России»

Цель: 1. Развивать умение проводить поиск необходимой информации в различных источниках.

2. Развивать навыки совершения логических операций: анализа и сравнения, обобщения и систематизации материала.

Комплексно-методическое обеспечение:

Мультимедиапроектор;

Комплект учебно-методических материалов

Формируемые компетенции.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

Порядок выполнения работы:

1. *Историческая ситуация:*

Общими чертами всех трех русских революций стала активная поддержка у населения действий протеста, активной силой стал пролетариат, существенной оказалась поддержка буржуазии.

В то же время каждая революция имела ряд особенностей.

Революция 1905 – 1907 гг. Активно выступил рабочий класс, ширились крестьянские волнения, брожение охватило армию и флот (восстание на броненосце «Потемкин», Владивостокское восстание и др.). С требованиями реформ выступила буржуазия. Возникли профессиональные и профессионально-политические союзы, Советы рабочих депутатов, укреплялись революционные партии (социал-демократическая, социалистов-революционеров и др.), появились либеральные и консервативные партии и организации (конституционно-демократическая, «Союз 17 октября», «Союз Михаила Архангела» и др.). итогом стало подавлении свобод и ужесточение реакции. Революция закончилась разгоном второй Государственной Думы.

Февральская революция 1917 г. носила характер буржуазной, она привела к свержению монархии, но основные движущие силы революции не были удовлетворены итогами, что привело к последующим выступлениям. В целом, итогом революции является свержение самодержавия. Закончилось 300-летнее правление дома Романовых, а институт царской власти всегда был в России

"тормозом" экономического роста и являлся атрибутом феодализма, даже после отмены крепостного права.

Октябрьская революция 1917 г. была социальной. Социальная революция - качественный скачок в развитии общества, который сопровождается переходом государственной власти в руки революционного класса или классов и глубокими изменениями во всех сферах общественной жизни. Октябрьская революция - социалистическая, т.к. те цели, которые она преследовала и те социально-экономические и политические изменения к которым она привела, носят социалистический характер.

С февраля 1917 г. по сентябрь 1917 г. – в период двоевластия – социально-классовая борьба лишь усиливалась. В июне – июле 1917 г. силами большевиков была организована многотысячная забастовка рабочих, к которой присоединились сочувствующие граждане. Забастовка проходила под лозунгами: «Вся власть Советам!», «Долой войну!», «Долой десять министров-капиталистов!». Ответом Временного правительства на проводимую большевиками политику консолидации народных масс был мятеж генерала Л. Г. Корнилова в августе 1917 г. После такого открытого противостояния начался процесс большевизации Советов (активного привлечения на сторону большевиков народных масс). Очередной попыткой Временного правительства привлечь на свою сторону народные массы было провозглашение России республикой 1 сентября 1917 г.

В 1915 г.- национализация всех земель при конфискации помещичьей земли, национализация промышленных объектов, национализация всех банков и их слияние в один общенациональный банк, установление жесткого контроля и централизация управления со стороны Советов.

2. Заполнить таблицу (разнести текст на соответствие к датам той или иной революции)) см. ниже;

По характеру:

Буржуазно-демократическая, буржуазно-демократическая социалистическая;

По формам борьбы:

Пролетарская – стачки, забастовки, демонстрации протеста, вооруженное восстание. Пролетарская – массовые революционные стачки, забастовки;

Пролетарская – вооруженное восстание.

Гегемон: Пролетариат (неимущие слои общества – рабочие, крестьяне, солдаты и матросы) в союзе с предпринимательскими слоями общества

Пролетариат в союзе с предпринимательскими слоями общества Красная Гвардия – рабочая молодежь, бойцы русской армии, Петроградский и другие

гарнизоны, Балтийский флот, пролетарские слои общества;

Требования:
Крестьянство – предоставление земли;
Рабочие – сокращение рабочего дня, улучшение условий труда, повышение заработной платы, организации работы профсоюзов;
Солдаты и матросы – улучшение условий службы в регулярной армии;
Предприниматели – предоставление экономических свобод для организации бизнеса Выход России из Первой мировой войны; провозглашение России демократической республикой;
установление 8-часового рабочего дня;
конфискация помещичьих земель;
ликвидация перебоев с продовольственным снабжением в Петрограде. Выход России из Первой мировой войны и дальнейшие социальные реформы. Революция проходила под лозунгами:
«Мир – народам,
Земля – крестьянам (конфискация помещичьей земли, национализация земли),
Фабрики, заводы – рабочим – национализация всех промышленных объектов».

События:
1905 г.:9 января – «Кровавое воскресенье» – расстрел мирной демонстрации;
Май – июнь – объединение крестьянской силы в единый союз;
Иваново-вознесенская стачка;
Восстание на броненосце «Потемкин»;
Октябрь – Октябрьская всероссийская политическая стачка: «временное равновесие борющихся сил» или Октябрьский маятник;
Манифест 17 октября 1905 г. «Об усовершенствовании государственного порядка»;
Севастопольское восстание;
Ноябрь – восстание на крейсере «Очаков»;
Декабрьское вооруженное восстание – кульминация.
1906 г.:
мощное крестьянское движение, восстания солдат и матросов. Реакционная политика подавления мятежей и волнений.
Спад революции.
1907 г.:
Спад революции. 3 июня 1907 г. – государственный переворот. 25 февраля – всеобщая политическая забастовка Петроградских рабочих, на сторону которых встали солдаты, крестьяне и предпринимательские слои общества;
27 февраля – первое заседание Петроградского Совета о создании милиции, Приказ № 1 «О демократизации армии»;
в ночь с 1 на 2 марта – отречение Николая II от престола в пользу Михаила, отречение Михаила в пользу Временного правительства. 25 октября –
Петроградский совет принял решение о создании Военно-революционных

комитетов (ВРК);
Захват важнейших объектов городской инфраструктуры – мостов, телеграфа, типографии, правительственных зданий;
Воззвание «К гражданам России» о том, что «Временное правительство низложено и власть перешла в руки Петроградского совета»;
Открытие Второго всероссийского съезда Советов в Смольном дворце;
26 октября:
Принятие главных документов – «Декрета о мире», «Декрета о земле» с ликвидацией помещичьего землевладения;

Задание 3. Заполнить таблицу

	Первая русская революция – 9 января 1905 – 3 июня 1907 гг. (эпицентр – Петроград)	**Вторая русская революция – 25 февраля – 2 марта 1917 г. (эпицентр – Петроград)**	**Третья русская революция – 25 – 26 октября 1917 г. (эпицентр – Петроград)**
По характеру			
Требования			
События			
Результат			

Задание 4:

- Самостоятельно заполнить позицию – результат- в таблице
- Провести сравнительный анализ 3-х революций
- Записать в конспект.

Ответы на позицию в таб. (результат)

 Результат I-ой революции: Удержание монархии с конституционно-парламентскими элементами. Созыв государственной Думы – приобретение первого опыта парламентаризма.

Революция 1905 – 1907 гг. – «генеральная репетиция» последующих классовых битв;

 Результат II -ой революции: Двоевластие: временное правительство, с одной стороны, и диктатура пролетариата (Советы рабочих, крестьянских, солдатских и матросских депутатов), – с другой.

Это было лишь временное затишье: антагонизм двух властей обусловил противоречивость политического момента;

 Результат III – ой революции: Установление власти Советов рабочих, крестьянских, солдатских и матросских депутатов: «Триумфальное шествие советской власти по всей стране».

Учебно-методическое обеспечение.

- Зуев, М. Н. История России XX – начала XXI века : учебник и практикум для среднего профессионального образования / М. Н. Зуев, С. Я. Лавренов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 299 с.
- История России XX – начала XXI века : учебник для среднего профессионального образования / Д. О. Чураков [и др.] ; под редакцией Д. О. Чуракова, С. А. Саркисяна. — 3-е изд. ,перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 311 с.

Практическое занятие № 5

Тема «Россия в 1920- 1930 -е годы XX в». Анализ альтернативных точек зрения

Цель: Отработать умения и навыки сравнения исторических фактов, процессов и явлений происходящих в России в 1920-1930 гг.

Комплексно-методическое обеспечение:

Мультимедиапроектор;

Комплект учебно-методических материалов

Формируемые компетенции.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

Порядок выполнения работы:

Краткие сведения:

Советское государство и общество в 1920-1930е г г.

1. Объяснить термины, личности: ГОЭЛРО, Г. М. Кржижановский, НЭП,

политика военного коммунизма, концессии, кооперация, Г. Я. Сокольников, нэпманы, продналог.

2. Новая экономическая политика

1.Заполнить таблицу1.

Положение в сельском хозяйстве в годы НЭПа

Годы	Результаты
1921	
1922	
1923	
1925	
1927	

2. Перечислить не менее 3-х противоречий НЭПа.

-роль государства

-появление сельской и городской буржуазии

-неравенство в доходах населения

3. Кризисы в партии большевиков

Заполнить таблицу **- результат**

Дата	Событие	Участники	Результат
1921	10 съезд РКП(б)		
1921-23			
Лето 1921		Н.С. Гумилёв	
1922	«Философский пароход «		
1922		Русская Православная Церковь	
1923		Л.Д. Троцкий	
1925	14 съезд ВКП (б)	Н.И. Бухарин, А.И. Рыков, Г.Е. Зиновьев, Л.Б. Каменев, И.В. Сталин	
1927		И.В. Сталин	
1929			

4. Ответить на вопрос: Что Сталин назвал правым уклоном в партии?

5. Заполнить таблицу: Предпосылки образования СССР

Политические	
Экономические	
Идеологические	
Ментальные	

6.Объяснить- коллективизация, индустриализация, колхозы, двадцати пяти тысячники, кулаки, раскулачивание, трудодни, паспортная система, стахановцы, социалистическое соревнование, ВПК, культурная революция

7. Выполните тесты (закончите определение):

1. «Холодная война» - это противостояние между …, которое привело к гонке…, борьбе за … росту числа ……и созданию ……

(система военных союзов державы-победительницы, гонка вооружений, локальные конфликты, ключевые районы мира).

2. Доктрина Трумэна- принята в …году, предполагала…

3. «План Маршалла» - принят в…году и предусматривал….

4. Странами народной демократии принято называть ……

5. Коммунистическими партиями в странах Восточной Европы руководит…

6. Система союзов (лагерей) после раскола Европы и мира

Вопросы для сравнения	**Запад**	**Восток**
Центры союзов	США	СССР
Экономический союз	ЗЕС- дата, страны ???	СЭВ- дата, страны???
Военно-политический союз	НАТО- дата, страны??	ОВД- дата, страны???
Раскол Германии	Дата, ФРГ - ?	Дата-ГДР?
Раскол Азии	Тайвань-? Япония-?	Китай-?
Локальные конфликты	Корея?	Корея?

8.Советский Союз в последние годы жизни И.В. Сталина

Проблемы, стоящие перед страной	**Попытки решения**
Военные методы решения возникших проблем	
Проблемы сельского хозяйства «О мерах по обеспечению сохранности хлеба, недопущению его разбазаривания, хищения и порчи» «Об обеспечении сохранности государственного хлеба»	

Денежная реформа 1947 года	
Указ «О выселении в отдалённые районы лиц, злостно уклоняющихся от трудовой деятельности в сельском хозяйстве и ведущих антиобщественный, паразитический образ жизни»	
Повышение налогов с личных хозяйств колхозников	
Итоги четвёртой пятилетки 1946-1950 г г	1.Восстановление… 2.Промышленность…. 3.Военная промышленность… 4.Советская Армия…
Послевоенные репрессии	1.Первая волна террора- 2.Военачальники- 3. «Ленинградское дело» - участники, повод для обвинения 4.Борьба с космополитами» 5. «Дело врачей» -дата, повод для обвинения

5 марта 1953 года- смерть И.В. Сталина- борьба за власть

Участник борьбы за Власть после смерти Сталина	Мероприятия В сельском хозяйстве	Мероприятия в промышленности	Политические преобразования	Резул
Л.П. Берия Первый зам. Председателя Совета Министров СССР Март- июнь 1953 г	-----	--------	1.Пересмотрено «Дело врачей» 2.Массовая амнистия 1953 года 3. Началась ликвидация системы ГУЛАГа	2-7 июля 19 Пленум ЦК обвинения антипартий антигосуда деятельност Декабрь 19 приговорён смертной ка
Г.М. Маленков	???		Июль 1953 г- Пленум ЦК КПСС-? Участники	1955 г- Пле КПСС-Хру обвинил его

Секретарь ЦК КПСС 1953-1955 г. г.			политической борьбы Л.П. Берия	отступниче идей ленин Февраль 19 освобождён обязанносте правительст
Н.С. Хрущёв Первый секретарь ЦК КПСС с 1953 года С 1958 г- глава правительства			1. XX съезд КПСС- Дата……. Содержание доклада «О культе личности»……..	Сконцентри всю власть руках до 19

Учебно-методическое обеспечение.

1. История России. XX – начало XXI века: учебник для среднего профессионального образования / Л.И. Семенникова [и др.]; под редакцией Л.И. Семенниковой. – 7-е изд., испр. и доп. – Москва: Юрайт, 2020. – 328 с. - (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-09384. – Текст: непосредственный.

2. История: учебное пособие / П.С. Самыгин, С.И. Самыгин, В.Н. Шевелев, Е.В. Шевелева. – Москва: ИНФРА-М, 2020. – 528 с. – (Среднее профессиональное образование). – ISBN 978-5-16-102693-9. – Текст: непосредственный.

Практическая работа №6

Тема: «СССР в послевоенный период».

Цель: формировать навыки работы с текстом

Комплексно-методическое обеспечение:

Мультимедиапроектор; учебник

Комплект учебно-методических материалов

Формируемые компетенции.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

Порядок ведения работы:

1.Заполнить таблицу.

Направление, сфера жизни	**Процесс восстановления в послевоенные годы.**
Экономика	
Общественная жизнь	
Власть, управление страной	
Идеология и культура.	

2. Проанализировать документ, ответить на вопросы.

Из докладной записки министра госбезопасности Украинской ССР «О последствиях голода в Измаильской области».

25 ноября 1946 г. В связи с продовольственными затруднениями и с наступившим похолоданием упала посещаемость школ детьми. Так, из 100 учеников школы с. Подгорное, где находится совхоз «Бессарабский», не посещают ежедневно школу 30 – 35 детей. В Бородинском районе, в октябре с.г. на почве недоедания зафиксировано 8 случаев смертности. В с. Александровка Бородинского района зарегистрировано 20 случаев опухания на почве голода.

3. Ответьте на вопросы к документу:

1.Каковы были последствия голода 1946 года?

2. Почему 1946 год стал последним голодным годом

4. Ответить на тесты

1. Руководство страной И.В. Сталиным закончилось его смертью

А) 5 марта 1953 года;

Б) 12 апреля 1954 года;

В) 21 мая 1954 года.

2. В феврале 1956 года состоялся XX съезд КПСС на котором выступил Н.С. Хрущев с докладом

А) «О подготовке к перестройке»;

Б) «О послевоенном переустройстве мира»;

В) «О культе личности и его последствиях»

3. Освоение целинных и залежных земель началось по инициативе Н.С. Хрущева

А) в 1956 году;

Б) в 163 году;

В) в 1954 году.

4. После отставки Н.С. Хрущева первым секретарем ЦК КПСС был избран

А) Л.И. Брежнев;

Б) А.Н. Косыгин;

В) Ю.В. Андропов.

5. Экономическая реформа 1965 года была проведена

А) Ю.В. Андроповым;

Б) А.Н. Косыгиным;

В) К.У. Черненко.

6. М.С. Горбачев стал генеральным секретарем ЦК КПСС

А) в мае 1983 года;

Б) в марте 1985 года;

В) в сентябре 1986 года.

7. Заполнить таблицу «Реформирование СССР в период перестройки»

Направление реформ Политика гласности	Основное содержание, итоги, последствия.
Экономика	
Политическая система	
Национальная политика	
Политика гласности	

Учебно-методическое обеспечение.

1. История России. XX – начало XXI века: учебник для среднего профессионального образования / Л.И. Семенникова [и др.]; под редакцией Л.И. Семенниковой. – 7-е изд., испр. и доп. – Москва: Юрайт, 2020. – 328 с. - (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-09384. – Текст: непосредственный.
2. История: учебное пособие / П.С. Самыгин, С.И. Самыгин, В.Н. Шевелев, Е.В. Шевелева. – Москва: ИНФРА-М, 2020. – 528 с. – (Среднее профессиональное образование). – ISBN 978-5-16-102693-9. – Текст: непосредственный.

Практическое занятие № 7.

Тема «Россия в деле».

Работа с историческими источниками и иллюстративным материалом.

Цель: Обобщить и систематизировать полученные знания о современной России. Отработать умение и навык анализа предложенного текста. Умение высказывать свою точку зрения и аргументированно отстаивать её.

Комплексно-методическое обеспечение:

Мультимедиапроектор;

Комплект учебно-методических материалов

Формируемые компетенции.

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 4. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе

ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

Порядок ведения работы:

Краткие сведения:

России в мировых политических и социально- экономических процессах XX - начала XXI века, возрождения Российской Федерации как мировой державы, воссоединения Крыма с Россией, специальной военной операции на Украине и других важнейших событий XX – начала XXI века; особенности развития культуры народов России.

Периоды истории Российского государства, ключевые социально- экономические процессы, а также даты важнейших событий отечественной истории; основные этапыэволюции внешней политики России, роль и место России в общемировом пространстве; возрождение Российской Федерации как великой державы в XXI веке. Экономическая и социальная модернизация. Культурное пространство и повседневная жизнь. Укрепление обороноспособности. Воссоединение с Крымом и Севастополем. Специальная военная операция. Место России в современном мире;

Понятия для актуализации: модернизация, инфографика, искусственный интеллект, квантовые вычисления, биотехнологии.

Задание 1. Прочитайте текст. Ответьте на вопрос.

«Россия – страна с более чем тысячелетней историей, и практически всегда пользовалась привилегией проводить независимую внешнюю политику. Мы не собираемся изменять этой традиции и сегодня», заявил Владимир Путин.

- Где такие слова произнёс В. Путин?

1) … на Мюнхенской конференции 2007 года.
2) … на переговорах с Бараком Обамой в 2013 году.
3) … в послании Федеральному собранию 2006 года.

4) … на прямой линии 2015 года

Задание 2. Прочитайте мнение. Ответьте на вопросы

Кинорежиссёр Карен Шахназаров. «Эпоха Путина уже вошла в историю. По сути, он проводит третью масштабную модернизацию страны. И при этом - первую без репрессий и крови.

- Вспомните определения понятий модернизация, репрессии.
- Когда проводились в нашей стране предшествующие две модернизации?

Назовите даты.

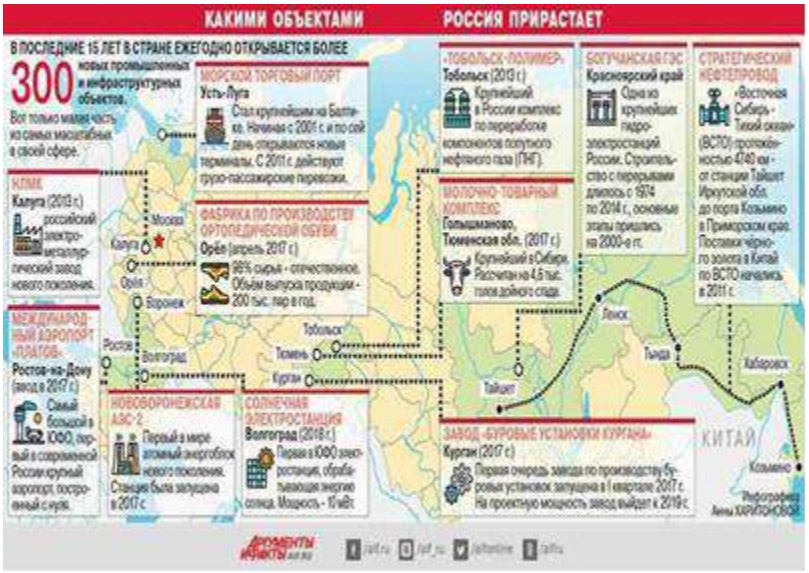
- **Согласны ли вы с мнением, К. Шахназарова. Ответ обоснуйте.**

Задание 3. Известно, что источник относится к 2011 г.

Прочитайте текст. Ответьте на вопрос.

«Мы знаем, что проект “Сколково” — это один из самых масштабных проектов... Именно здесь должны проходить обкатку, а потом закрепляться на нашей почве самые современные научные, исследовательские, образовательные методики, новейшие технологии. Речь не идёт о создании некоего инновационного рая на отдельно взятой территории. Речь идёт о том, чтобы просто создать правильный пример. И конечно, речь идёт о привлечении в Россию серьёзных, стратегических, можно сказать, инвестиций для крупных исследовательских центров, промышленных производств, в основе которых будут использоваться разработки, созданные в Сколкове и при участии “Сколково”. А это работа уже для всей нашей большой страны»

- С какой целью было создано «Сколково»?



Задание 4. Рассмотрите инфографику.

- Выпишите в тетрадь предприятия, построенные в России.
- Найдите на карте регионы, где они находятся. Ответьте на вопрос:
- Какими объектами прирастает Россия?

Задание 5. Рассмотрите фотографию объекта.

Ответьте на вопросы.

- Как называется это мост?
- В каком году он был построен?
- С какими трудностями пришлось столкнуться при проектировании и строительстве моста?
- Какое значение этот объект имеет для людей и для нашей страны в цело

Задание 6. Вставьте пропущенные слова в тексте. О каком регионе идёт речь? Почему этот регион важен для России? Запись в конспект.

И. Касатонов, адмирал. Возвращение.

В регионе развиваются трассы, работает атомная станция, разрабатываются месторождения, исследователи получают современную технику. Укрепляются военный флот и флот ледокольный. Нет сомнений, что труднодоступные ресурсы …, которые нам принадлежат, будут работать на благо нашей страны. Во многом именно развитие отдалённых …районов определит экономические успехи России в перспективе ближайших десятилетий.

Учебно-методическое обеспечение.

1. История России. XX – начало XXI века: учебник для среднего

профессионального образования / Л.И. Семенникова [и др.]; под редакцией Л.И. Семенниковой. – 7-е изд., испр. и доп. – Москва: Юрайт, 2020. – 328 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-09384. – Текст: непосредственный.

2. История: учебное пособие / П.С. Самыгин, С.И. Самыгин, В.Н. Шевелев, Е.В. Шевелева. – Москва: ИНФРА-М, 2020. – 528 с. – (Среднее профессиональное образование). – ISBN 978-5-16-102693-9. – Текст: непосредственный.

Журнал «Историк», № 3(63), март 2020

Приложение 2.1.21
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ОП.05 ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

2024

Методические рекомендации по выполнению практических работ разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта по профессии среднего профессионального образования (далее – СПО) **15.02.09 Аддитивные технологии.**

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Ферафонтова М.А., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Оглавление

№ п/р	Наименование практической работы	стр.
1.	Расчет реакций связей	4
2.	Решение задач с моментами сил	7
3.	Определение величин реакций в опорах балочных систем	13
4.	Решение задач по методу сечений	15
5.	Определение перемещения свободного конца бруса	21
6.	Расчет основных механических характеристик	22
7.	Определение размеров поперечного сечения балки	28
8.	Расчеты на прочность	29
9.	Проработка общих сведений о передачах	34
10.	Расчет многоступенчатой передачи	39
11.	Расчет фрикционных передач и вариаторов	40
12.	Расчет геометрических параметров зубчатых колес цилиндрической передачи	45
13.	Проработка геометрии и кинематики прямозубых колес	46
	Литература	51

Практическая работа №1
Расчет реакций связей

Задание 1. Определить реакции стержней *AC* и *AD* (рис.1) согласно своему варианту (таблица 1).

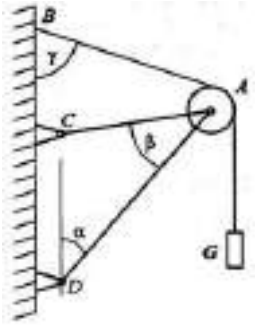


Рисунок 1

Таблица 1

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
G, кН	40	35	48	60	75
α, град	60	45	75	60	45
β, град	15	30	30	15	45
γ, град	60	45	60	75	75

Задание 2. Определить величину и направление реакций связей по данным одного из вариантов, показанных на рисунках 2-3.

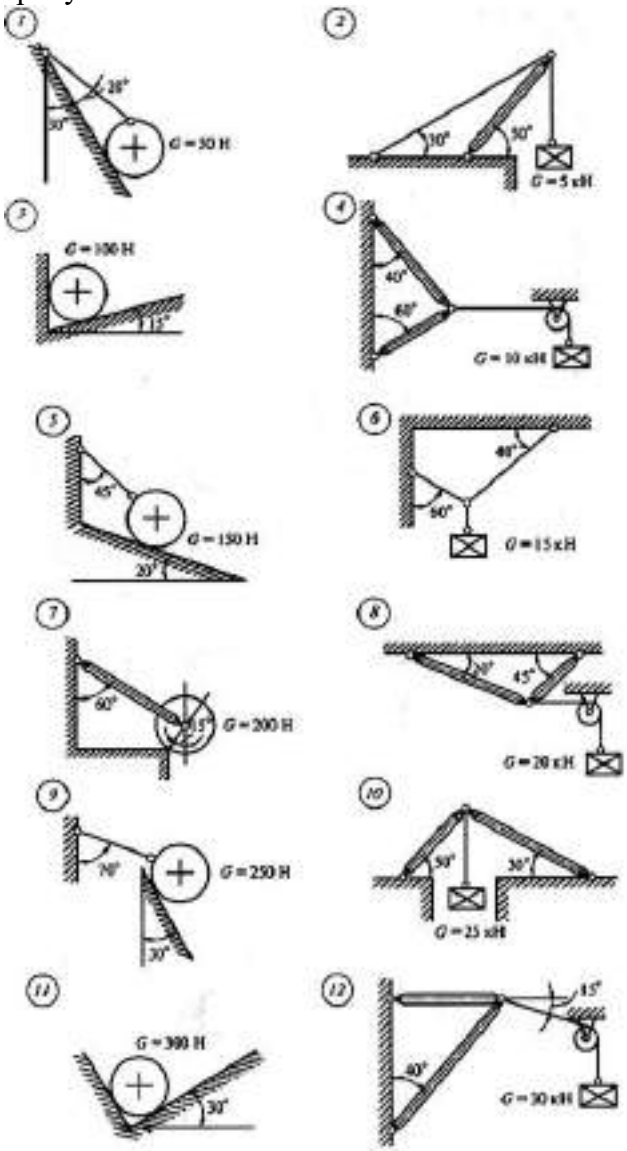


Рисунок 2

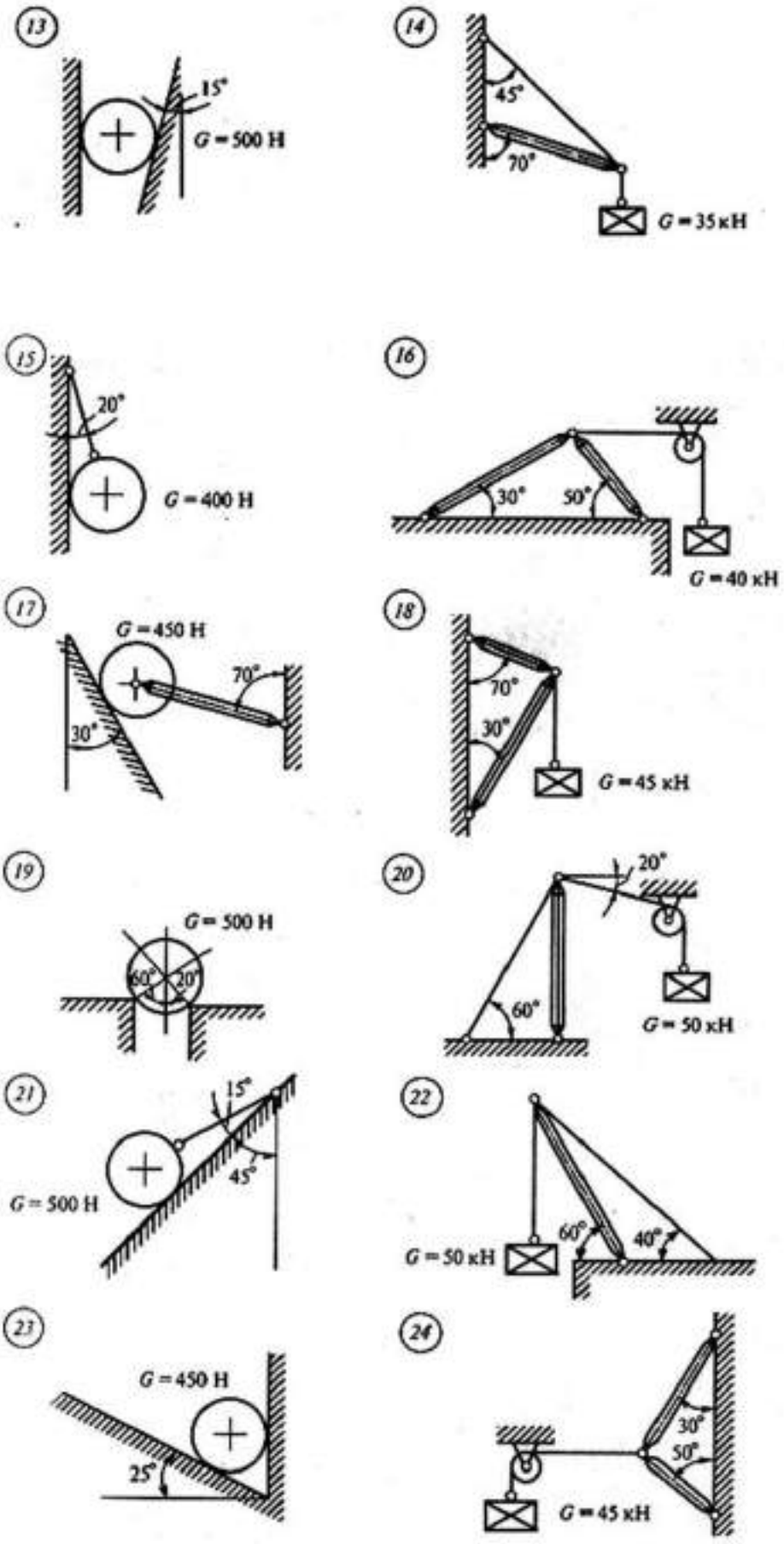

13
15°
G = 500 Н
14
45°
70°
G = 35 кН
15
20°
G = 400 Н
16
30°
50°
G = 40 кН
17
G = 450 Н
70°
30°
18
70°
30°
G = 45 кН
19
G = 500 Н
60°
20°
20
20°
60°
G = 50 кН
21
15°
45°
G = 500 Н
22
60°
40°
G = 50 кН
23
G = 450 Н
25°
24
30°
50°
G = 45 кН

Рисунок 3

Задача 3. Определить реакции стержней, удерживающих грузы F_1 и F_2. Массой стержней пренебречь. Схему своего варианта см. на рисунке 4. Числовые данные своего варианта взять из таблицы 2.

Таблица 2

№ задачи и схемы на рис. 4										F_1	F_2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Варианты										кН	
00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0,4	0,5
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	0,3	0,8
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	0,6	0,4
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	0,2	0,5
40	40	41	42	43	44	45	46	47	48	0,5	0,8
50	48	57	56	55	54	53	52	51	50	0,8	0,4
60	60	63	61	66	64	67	65	69	68	0,4	0,2
70	75	71	76	72	77	73	78	74	79	1,2	0,8
80	85	81	86	82	87	83	88	84	89	0,8	1,0
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	0,9	0,6

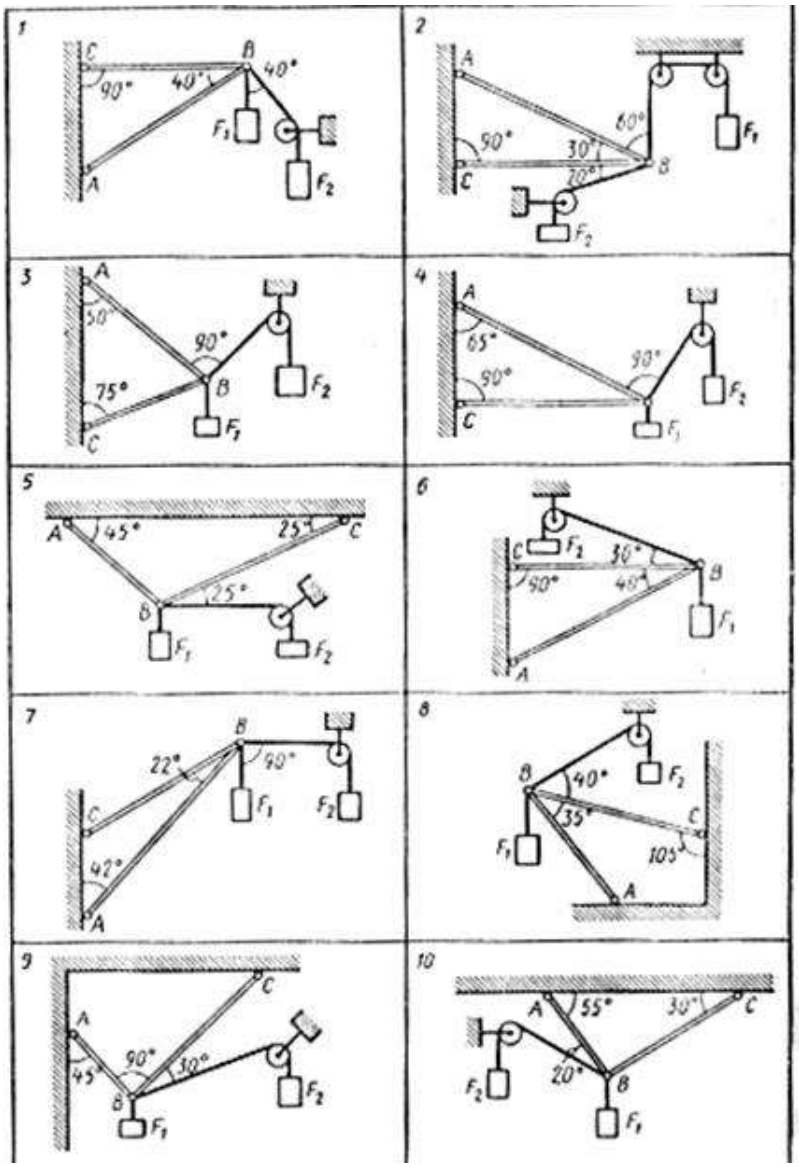
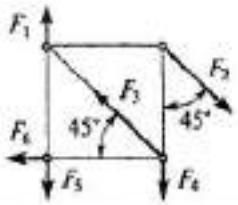
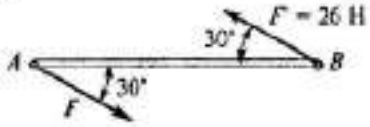
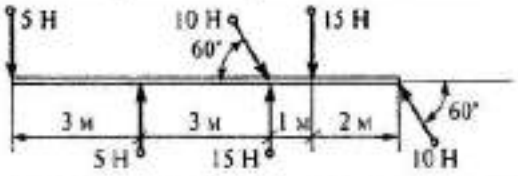
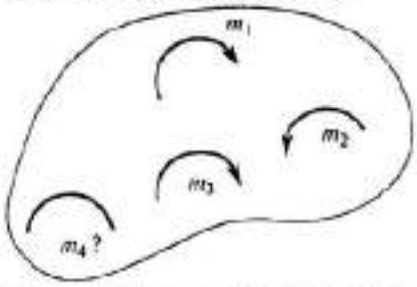
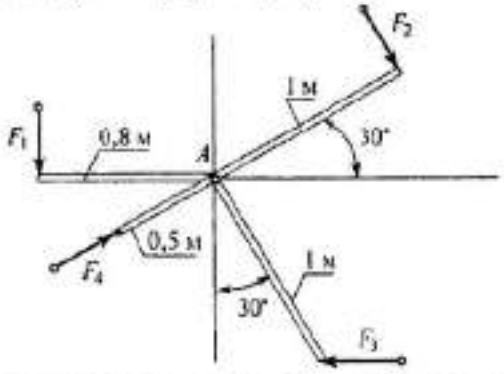


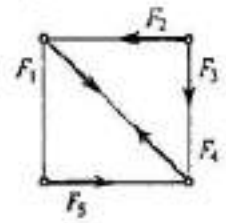
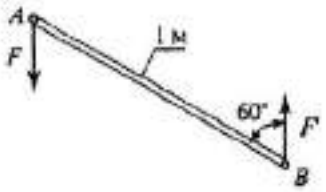
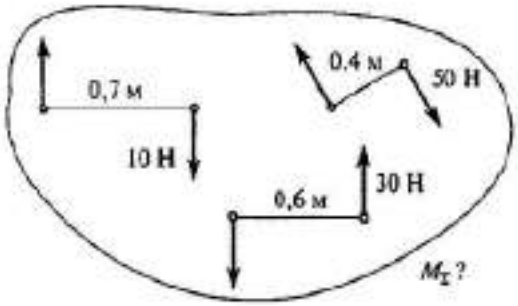
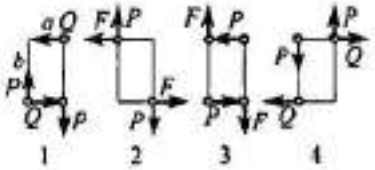
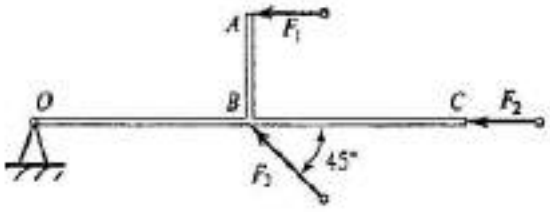
Рисунок 4

Практическая работа №2
Решение задач с моментами сил

Вариант 1

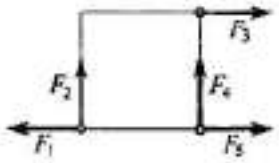
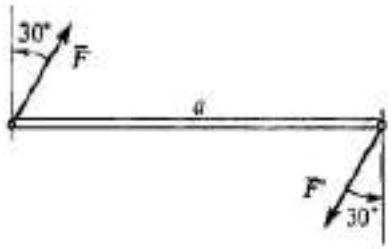
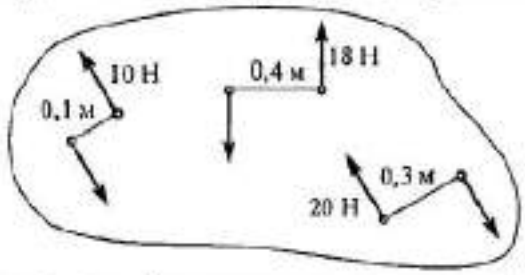
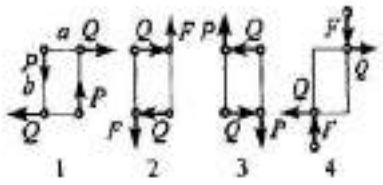
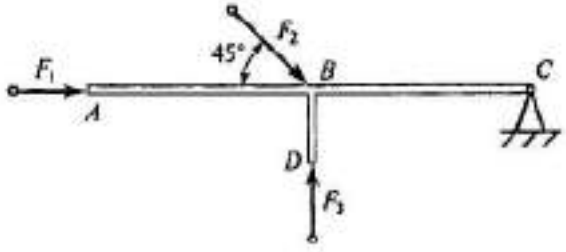
Вопросы	Ответы	Код
1. Какие силы из заданной системы образуют пары сил? $F_1 = F_4 = F_5$; $F_2 = F_3 = F_6$. 	$(\bar{F}_1;\bar{F}_4)$ и $(\bar{F}_2;\bar{F}_3)$	1
	$(\bar{F}_2;\bar{F}_3)$ и $(\bar{F}_4;\bar{F}_5)$	2
	$(\bar{F}_4;\bar{F}_5)$ и $(\bar{F}_2;\bar{F}_5)$	3
	$(\bar{F}_2;\bar{F}_5)$ и $(\bar{F}_2;\bar{F}_6)$	4
2. Момент пары сил $M = 104$ Н·м. Найти AB. 	2 м	1
	4 м	2
	6 м	3
	8 м	4
3. Какие из изображенных пар сил эквивалентны? 	5, 5 и 10,10	1
	5,5 и 15, 15	2
	10, 10 и 15,15	3
	Верный ответ не приведен	4
4. Тело находится в равновесии. $m_1 = 15$ Н·м; $m_2 = 8$ Н·м; $m_3 = 12$ Н·м; $m_4 = ?$ Определить величину момента пары m_4. 	14 Н · м	1
	19 Н · м	2
	11 Н · м	3
	15 Н · м	4
5. Определить сумму моментов сил относительно точки A. $F_1 = 10$ Н; $F_2 = 20$ Н; $F_3 = 30$ Н; $F_4 = 40$ Н. 	35 Н · м	1
	42 Н · м	2
	38 Н · м	3
	54 Н · м	4

Вариант 2

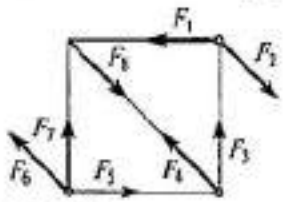
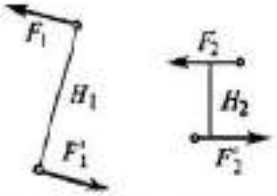
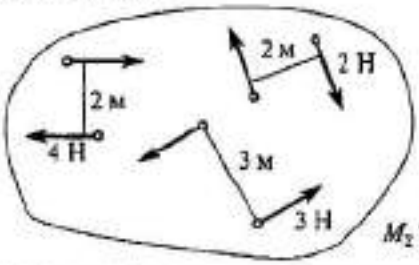
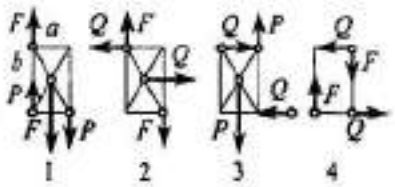
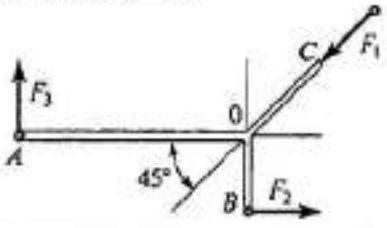
Вопросы	Ответы	Код
1. Какие силы из заданной системы образуют пару? $F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = F_5$. 	$\overline{F}_1;\overline{F}_2$	1
	$\overline{F}_1;\overline{F}_5$	2
	$\overline{F}_3;\overline{F}_4$	3
	$\overline{F}_2;\overline{F}_5$	4
2. Определить момент заданной пары сил. $\lvert F\rvert = \lvert F'\rvert = 20$ Н. 	5 Н · м	1
	10 Н · м	2
	17 Н · м	3
	20 Н · м	4
3. Определить момент результирующей пары сил. 	5 Н · м	1
	9 Н · м	2
	31 Н · м	3
	45 Н · м	4
4. К жестким прямоугольникам приложены пары сил? Какая система пар уравновешена? $Q = 10$ Н; $P = 20$ Н; $F = 15$ Н; a, b — стороны прямоугольника; $a = 3$ м; $b = 4$ м.		1 2 3 4
5. Определить сумму моментов относительно точки O. $AB = 2$ м; $OB = BC$; $OB = 5$ м; $F_1 = 12$ Н; $F_2 = 2$ Н; $F_3 = 30$ Н. 	81 Н · м	1
	130 Н · м	2
	119 Н · м	3
	130 Н · м	4

Вариант 2

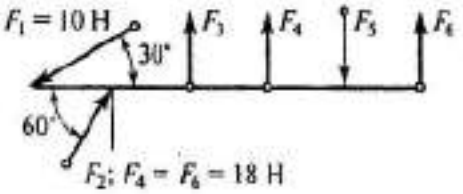
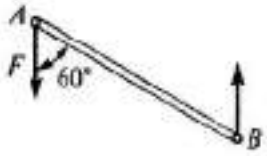
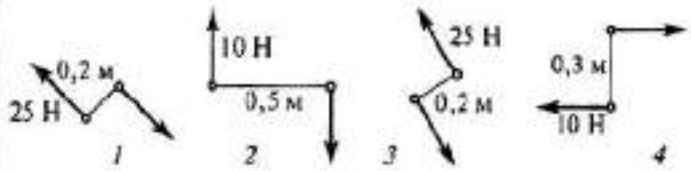
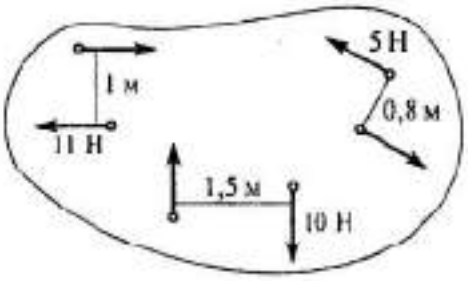
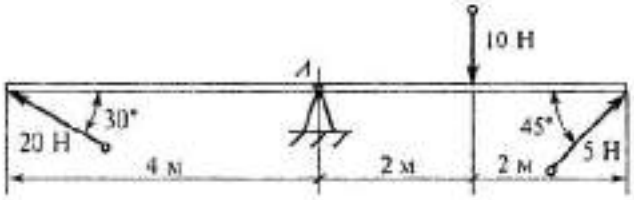
Вариант 3

Вопросы	Ответы	Код
1. Какие силы из заданной системы образуют пару сил? Модули всех сил равны. 	$\bar{F}_1$ и $\bar{F}_5$	1
	$\bar{F}_2$ и $\bar{F}_4$	2
	$\bar{F}_1$ и $\bar{F}_3$	3
	$\bar{F}_3$ и $\bar{F}_5$	4
2. Как изменится момент пары при повороте сил на 30°? $a = 5$ м; $F = 10$ Н. 	Уменьшится в 1,15 раза	1
	Увеличится в 1,15 раза	2
	Увеличится в 1,5 раза	3
	Не изменится	4
3. Определить момент результирующей пары сил. 	2,2 Н · м	1
	14,2 Н · м	2
	12,2 Н · м	3
	Верный ответ не приведен	4
4. К жестким прямоугольникам приложены пары сил. Какая система пар уравновешена? $P = 10$ Н; $Q = 15$ Н; $F = 20$ Н; $a = 3$ м; $b = 4$ м. 		1
		2
		3
		4
5. Определить сумму моментов относительно точки C. $AB = 2$ м; $BC = 4$ м; $DB = 1$ м; $F_1 = 100$ Н; $F_2 = 50$ Н; $F_3 = 35$ Н. 	240 Н · м	1
	= 0	2
	40 Н · м	3
	140 Н · м	4

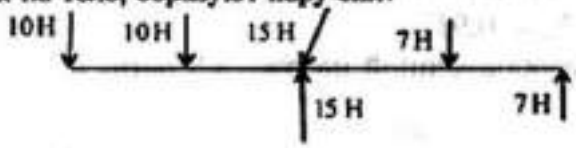
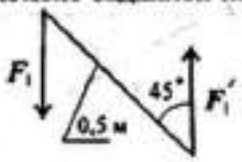
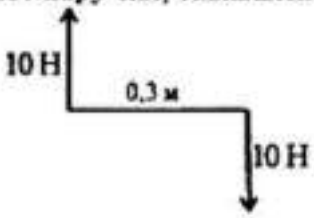
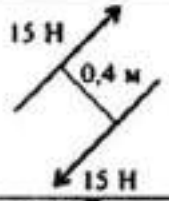
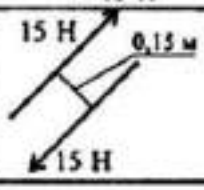
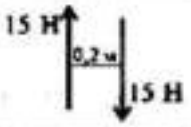
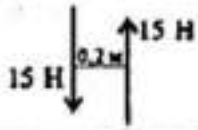
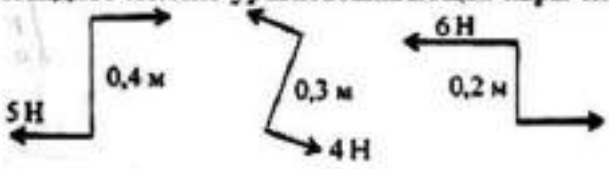
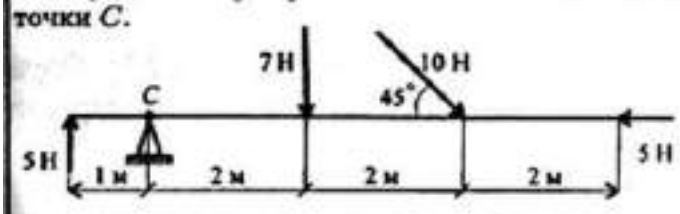
Вариант 4

Вопросы	Ответы	Код
1. Какие силы из заданной системы образуют пару сил?  Модули всех сил равны.	$\bar{F}_1$ и $\bar{F}_3$	1
	$\bar{F}_4$ и $\bar{F}_8$	2
	$\bar{F}_2$ и $\bar{F}_6$	3
	$\bar{F}_5$ и $\bar{F}_7$	4
2. Известно, что пары сил $(\bar{F}_1$ и $\bar{F}_1')$ и $(\bar{F}_2$ и $\bar{F}_2')$ эквивалентны. $F_1 = 2$ Н; $F_2 = 5$ Н; $H_1 = 0{,}4$ м; Определить H_2.  	0,8 м	1
	0,16 м	2
	0,24 м	3
	0,36 м	4
3. Для заданной системы пар сил найти момент результирующей пары.  	1 Н · м	1
	3 Н · м	2
	13 Н · м	3
	21 Н · м	4
4. К жестким прямоугольникам приложены пары сил? Какая система пар уравновешена? $a = 3$ м; $b = 4$ м; $Q = 9$ Н; $F = 12$ Н; $P = 15$ Н; a, b — стороны прямоугольника.	 	1 2 3 4
5. Определить сумму моментов относительно точки 0. $A0 = 2$ м; $0C = 0B = 1$ м; $F_1 = 12$ Н; $F_2 = 18$ Н; $F_3 = 9$ Н.  	36 Н · м	1
	24 Н · м	2
	0	3
	124 Н · м	4

Вариант 5

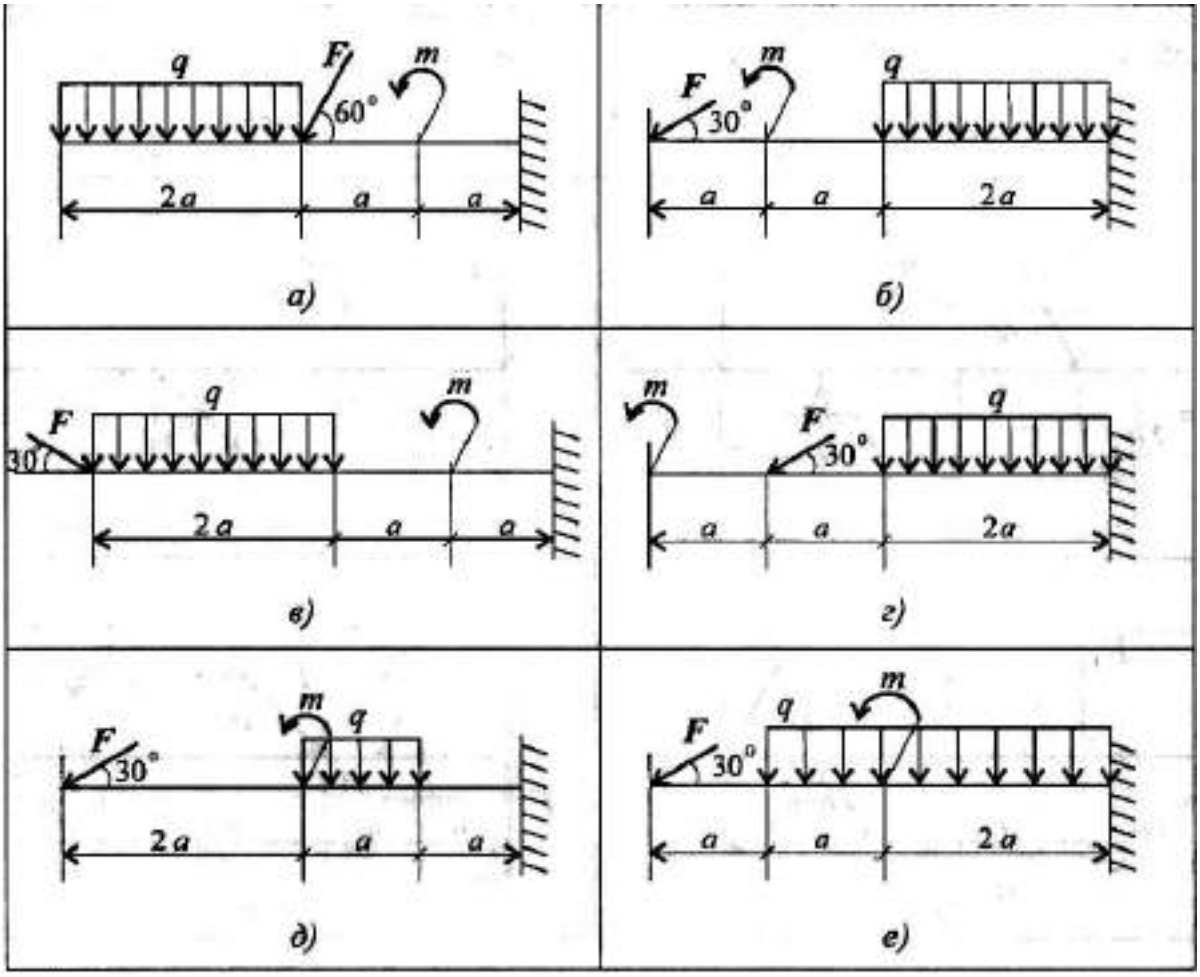
Вопросы	Ответы	Код
1. Какие силы из заданной системы образуют пару сил? Модули сил F_1, F_2, F_3, F_5 равны. 	$\bar{F}_4$ и $\bar{F}_6$	1
	$\bar{F}_5$ и $\bar{F}_6$	2
	$\bar{F}_3$ и $\bar{F}_5$	3
	$\bar{F}_3$ и $\bar{F}_2$	4
2. Момент пары сил $m = 35$ Н·м; $F = 10$ Н. Найти AB. 	3,5 м	1
	4 м	2
	5,5 м	3
	8 м	4
3. Какие из изображенных пар сил эквивалентны? 	1 и 2	1
	1 и 3	2
	2 и 3	3
	1 и 4	4
4. Найти момент равнодействующей пары сил. 	11 Н·м	1
	22 Н·м	2
	30 Н·м	3
	0	4
5. Определить сумму моментов сил относительно точки A. 	12 Н·м	1
	24 Н·м	2
	46 Н·м	3
	52 Н·м	4

Вариант 6

Вопросы	Ответы	Код
1. Какие силы из заданной системы сил, действующих на тело, образуют пару сил? 	7 Н; 7 Н	1
	7 Н; 10 Н	2
	10 Н; 10 Н	3
	15 Н; 15 Н	4
2. Определить момент заданной пары сил.  $F_1 = F_2 = 100$ Н	0,35 Н·м	1
	−35,35 Н·м	2
	50 Н·м	3
	−70,7 Н·м	4
3. Укажите пару сил, эквивалентную заданной. 		1
		2
		3
		4
4. Найдите момент уравновешивающей пары сил. 	−0,4 Н·м	1
	0,4 Н·м	2
	−0,8 Н·м	3
	0,8 Н·м	4
5. Определить сумму моментов сил относительно точки C. 	7 Н·м	1
	47 Н·м	2
	19 Н·м	3
	77 Н·м	4

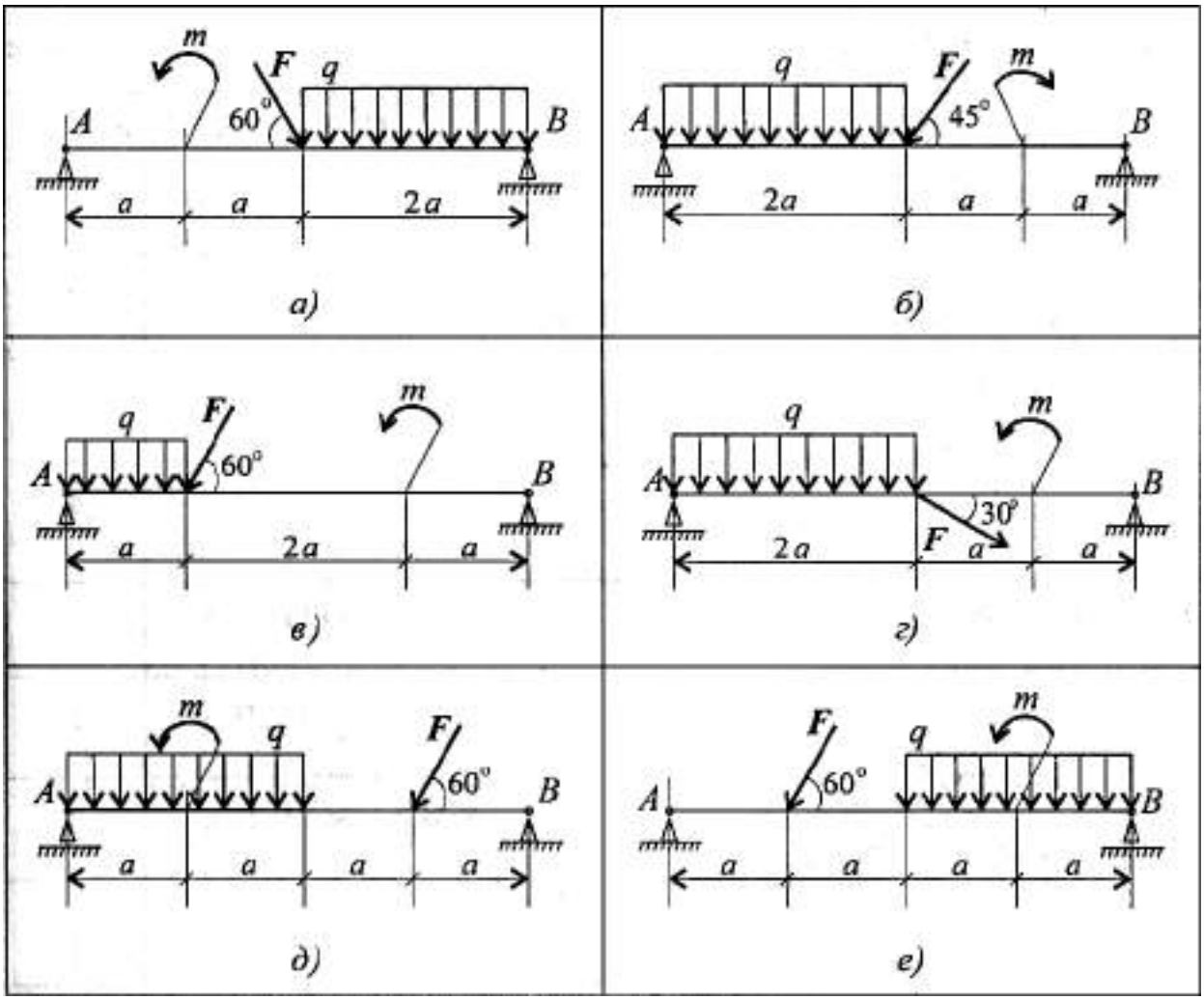
Практическая работа №3
Определение величин реакций в опорах балочных систем

Задание 1. Определить величины реакций в заделке. Провести проверку правильности решения.



Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_1, кН	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
q, кН/м	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
m, кН·м	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
a, м	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

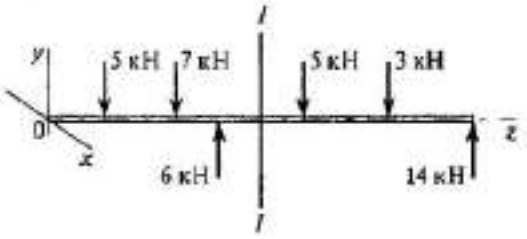
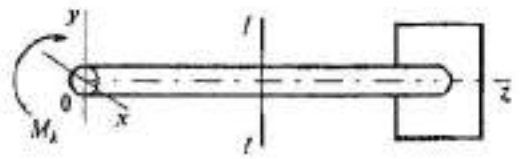
Задание 2. Определить величины реакций в шарнирных опорах балки. Провести проверку правильности решения.



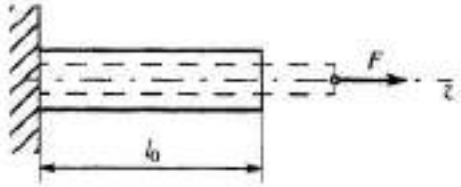
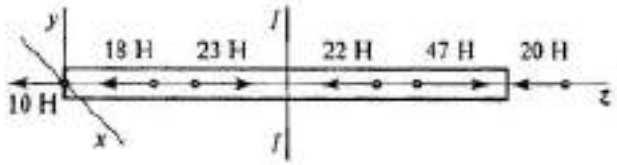
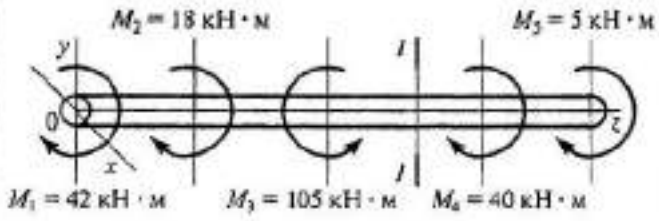
Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F, кН	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
q, кН/м	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4
m, кН·м	15	25	35	45	55	45	35	25	15	5
a, м	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

Практическая работа №4
Решение задач по методу сечений

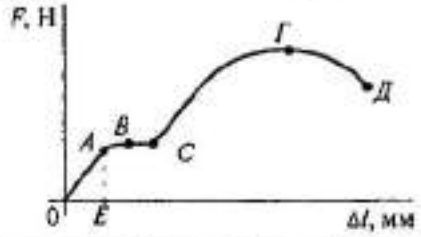
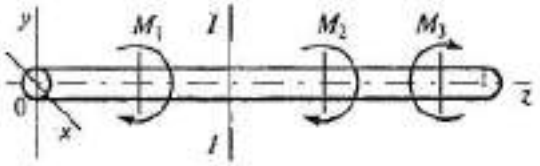
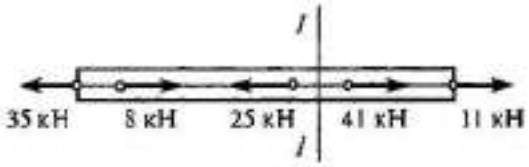
Вариант 1

Вопросы	Ответы	Код
1. Прямой брус нагружается внешней силой F. После снятия нагрузки его форма и размеры полностью восстанавливаются. Какие деформации имели место в данном случае?	Незначительные	1
	Пластические	2
	Упругие	3
	Остаточные	4
2. Как называют способность конструкции сопротивляться упругим деформациям?	Прочность	1
	Жесткость	2
	Устойчивость	3
	Выносливость	4
3. По какому из уравнений, пользуясь методом сечений, можно определять продольную силу в сечении?	$Q_x = \sum F_{kx}$	1
	$Q_y = \sum F_{ky}$	2
	$N = \sum F_{kz}$	3
	$M_k = \sum M_z(F_k)$	4
4. Пользуясь методом сечений, определить величину поперечной силы в сечении I–I. 	2 кН	1
	4 кН	2
	6 кН	3
	7 кН	4
5. Какие напряжения возникают в поперечном сечении I–I бруса под действием крутящего момента M_k? σ — нормальное напряжение. τ — касательные напряжения. 	τ	1
	σ	2
	τ, σ	3
	$\sqrt{\sigma^2 + \tau^2}$	4

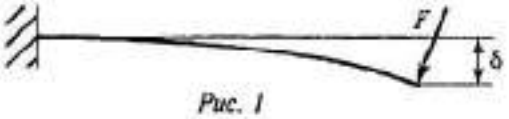
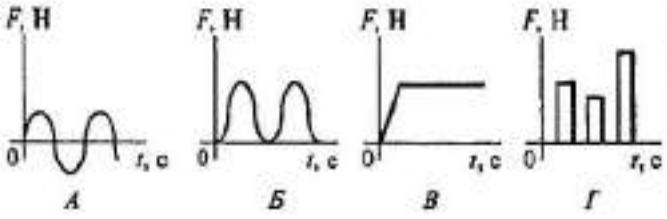
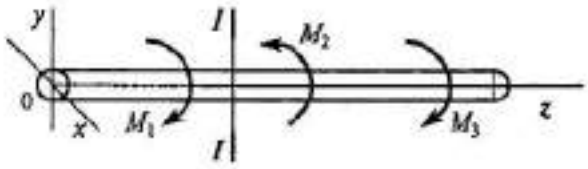
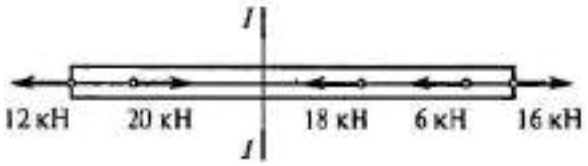
Вариант 2

Вопросы	Ответы	Код
1. Прямой брус нагружен силой F. Какую деформацию получил брус, если после снятия нагрузки форма бруса восстановилась до исходного состояния? 	Незначительную	1
	Пластическую	2
	Упругую	3
	Остаточную	4
2. В каком случае материал считается однородным? *А.* Свойства материала не зависят от размера. *Б.* Материал заполняет весь объем. *В.* Физико-механические свойства материала одинаковы во всех направлениях. *Г.* Температура материала одинакова во всем объеме.	*А*	1
	Б	2
	В	3
	Г	4
3. Установить вид нагружения в сечении I–I. 	Брус сжат	1
	Брус растянут	2
	Брус скручен	3
	Брус изогнут	4
4. На брус действуют моменты пар сил в плоскости yOx. Определить величину внутреннего силового фактора в сечении I–I. 	40 кН · м	1
	45 кН · м	2
	105 кН · м	3
	165 кН · м	4
5. Какие внутренние силовые факторы вызывают возникновение нормальных напряжений в сечении бруса?	N	1
	Q_x	2
	Q_y	3
	M_k	4

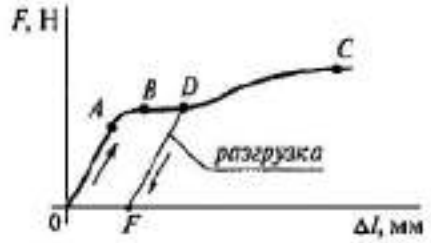
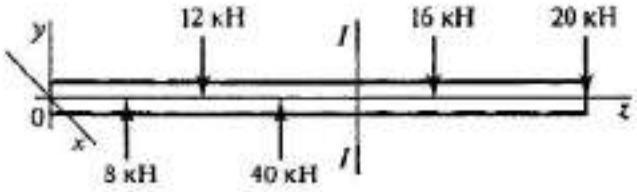
Вариант 3

Вопросы	Ответы	Код
1. Как называют способность конструкции сопротивляться усилиям, стремящимся вывести ее из исходного состояния равновесия?	Прочность	1
	Жесткость	2
	Устойчивость	3
	Выносливость	4
2. На рисунке представлена диаграмма растяжения материала. Назвать участки пластических деформаций. 	OA	1
	ВД	2
	СГ	3
	OE	4
3. Какое из уравнений равновесия нужно использовать для определения внутренних силовых факторов в сечении I-I методом сечений? 	$N_z = \sum F_{kz}$	1
	$Q_y = \sum F_{ky}$	2
	$M_y = \sum M_y(F_k)$	3
	$M_z = \sum M_z(F_k)$	4
4. Определить величину внутреннего силового фактора при указанном нагружении бруса в сечении I-I. 	35 кН	1
	45 кН	2
	52 кН	3
	11 кН	4
5. Как обозначаются касательные механические напряжения?	τ	1
	P	2
	σ	3
	$\sqrt{\sigma^2 + \tau^2}$	4

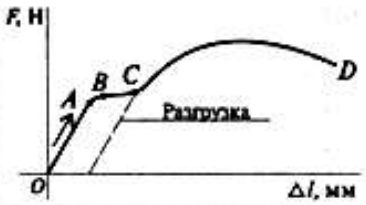
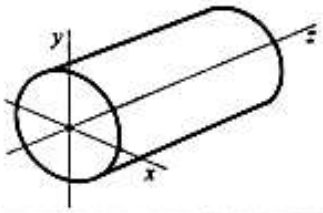
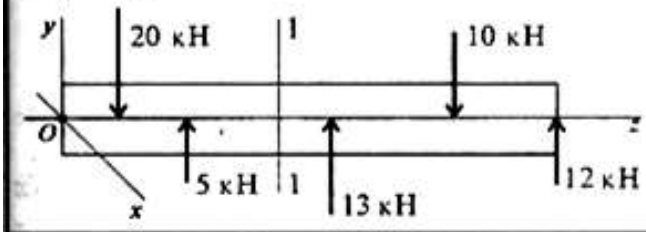
Вариант 4

Вопросы	Ответы	Код
1. Прямой брус нагружен силой *F (рис. 1)*, после снятия нагрузки форма бруса изменилась *(рис. 2)*. Какого типа деформацию получил брус?  *Рис. 1* *Рис. 2* δ — прогиб под нагрузкой; δ_k — прогиб после снятия нагрузки.	Упругую	1
	Пластическую	2
	Остаточную	3
	Незначительную	4
2. Выбрать из приведенных ниже графиков график статической нагрузки.  	*А*	1
	Б	2
	В	3
	Г	4
3. Какое из уравнений нужно использовать для определения внутреннего силового фактора в сечении *I–I* методом сечений? Моменты действуют в плоскости *y0x*.  	$N = \sum F_{kz}$	1
	$M_z = \sum M_z(F_k)$	2
	$Q_y = \sum F_{ky}$	3
	$M_y = \sum M_y(F_k)$	4
4. Определить величину внутреннего силового фактора при указанном нагружении бруса в сечении *I–I*.  	36 кН	1
	32 кН	2
	–8 кН	3
	18 кН	4
5. В каких единицах измеряется механическое напряжение в системе единиц СИ?	кг/см^2	1
	Н · мм	2
	кН/мм^2	3
	Па	4

Вариант 5

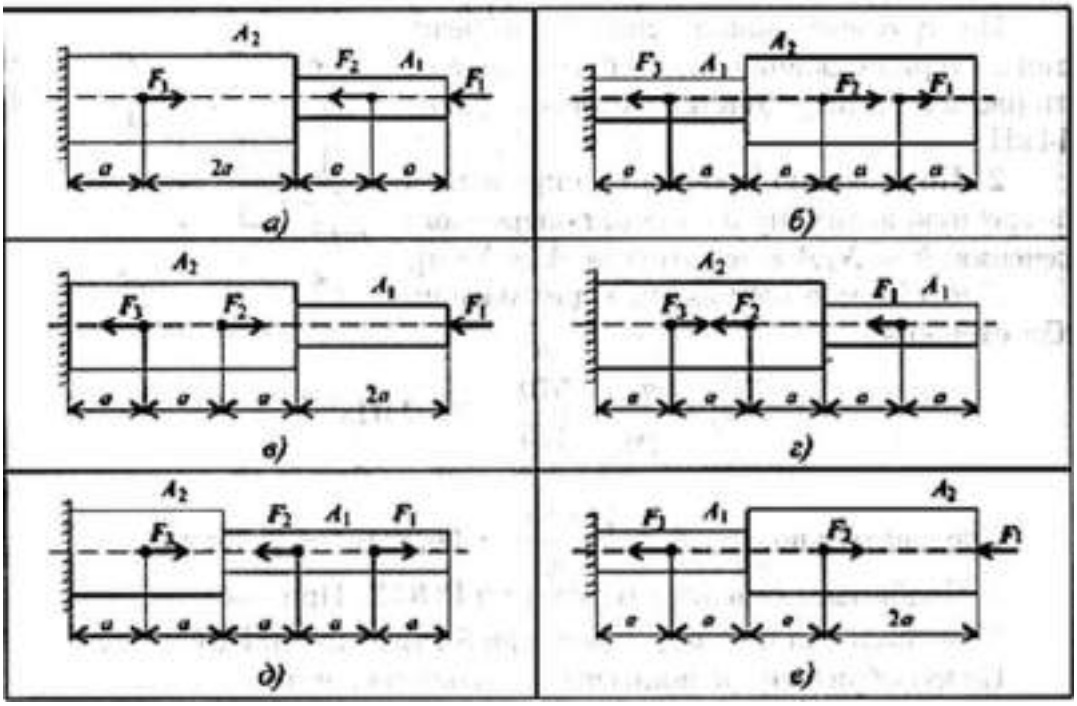
Вопросы	Ответы	Код
1. Как называется способность конструкции сопротивляться упругим деформациям?	Прочность	1
	Жесткость	2
	Устойчивость	3
	Износостойкость	4
2. Представлена диаграмма растяжения материала. Назвать участок упругих деформаций. 	*OA*	1
	AB	2
	BC	3
	OF	4
3. Какой внутренний силовой фактор возникает в поперечном сечении бруса при растяжении?	Q_x	1
	Q_y	2
	N	3
	M_k	4
4. Пользуясь методом сечений, определить величину поперечной силы в сечении *I–I*. 	20 кН	1
	36 кН	2
	40 кН	3
	48 кН	4
5. Какие механические напряжения в поперечном сечении бруса при нагружении называют «нормальными»? *А.* Возникающие при нормальной работе. *Б.* Возникающие перпендикулярно площадке. *В.* Направленные параллельно площадке. *Г.* Лежащие в плоскости сечения.	*А*	1
	Б	2
	В	3
	Г	4

Вариант 6

Вопросы	Ответы	Код
1. Как называется способность элемента конструкции сопротивляться упругим деформациям?	Прочность	1
	Жесткость	2
	Устойчивость	3
	Износостойкость	4
2. Представлена диаграмма растяжения материала. Назвать участок упругих деформаций. 	*OA*	1
	AB	2
	BC	3
	OF	4
3. Какой внутренний силовой фактор возникает в поперечном сечении бруса при кручении? 	N	1
	Q_y	2
	M_z	3
	M_y	4
4. Пользуясь методом сечений, определить величину поперечной силы в сечении 1–1. 	5 кН	1
	15 кН	2
	13 кН	3
	22 кН	4
5. Какие механические напряжения в поперечном сечении бруса при нагружении называют нормальными?	Возникающие при нормальной работе	1
	Направленные перпендикулярно площадке	2
	Направленные параллельно площадке	3
	Лежащие в площадке сечения	4

Практическая работа №5
Определение перемещения свободного конца бруса

Задание 1. Построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений по длине бруса. Определить перемещение свободного конца бруса. Двухступенчатый стальной брус нагружен силами F_1, F_2; F_3. Площади поперечных сечений A_1 и A_2. Принять $E = 2*10^5$ Н/мм^2.



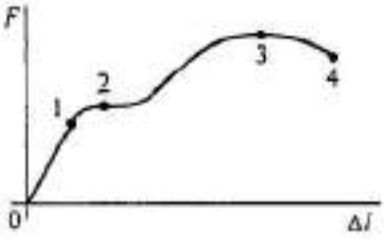
Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_1, кН	20	26	20	17	16	10	26	40	14	28
F_2, кН	10	20	8	13	25	12	9	55	16	14
F_3, кН	5	10	4	8	28	13	3	24	10	5
A_1, см^2	1,8	1,6	1,0	2,0	1,2	0,9	1,9	2,8	2,1	1,9
A_2, см^2	3,2	2,4	1,5	2,5	2,8	1,7	2,6	3,4	2,9	2,4
a, м	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,4	0,3	0,2	0,5	0,6

Практическая работа №6
Расчет основных механических характеристик

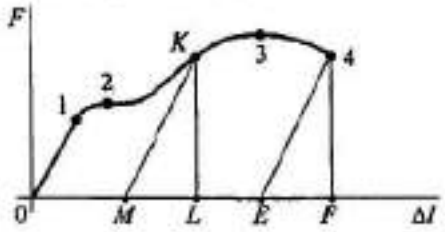
Вариант 1

Вопросы	Ответы	Код
1. Как называется и обозначается напряжение, при котором деформации растут при постоянной нагрузке?	Предел прочности, $\sigma_в$	1
	Предел текучести, $\sigma_т$	2
	Допускаемое напряжение, $[\sigma]$	3
	Предел пропорциональности, $\sigma_{пц}$	4
2. Определить допускаемое напряжение, если: $F_{вд}$ = 1,6 кН; $F_т$ = 2 кН; F_{max} = 5,0 кН. запас прочности s = 2 площадь поперечного сечения A = 40 мм^2.	25 МПа	1
	20 МПа	2
	50 МПа	3
	62,5 МПа	4
3. Определить максимальное удлинение в момент разрыва, если: начальная длина образца 200 мм, а длина в момент разрыва 240 мм.	20%	1
	17%	2
	0,25%	3
	12%	4
4. Выбрать основные характеристики прочности материала	$\sigma_в$, $\sigma_т$	1
	$\sigma_т$, $\sigma_{пц}$	2
	$\sigma_{пц}$, $\sigma_в$	3
	δ, ψ	4
5. Проверить прочность материала, если: максимальное напряжение в сечении σ = 240 МПа $\sigma_{пц}$ = 380 МПа; $\sigma_т$ = 400 МПа; $\sigma_в$ = 640 МПа; запас прочности s = 1,5.	$\sigma < [\sigma]$	1
	$\sigma = [\sigma]$	2
	$\sigma > [\sigma]$	3
	Данных недостаточно	4

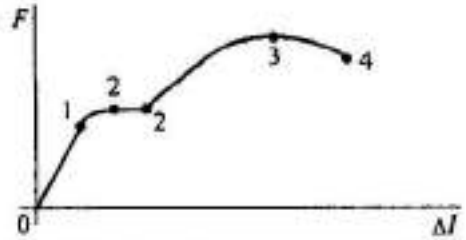
Вариант 2

Вопросы	Ответы	Код
1. В какой точке диаграммы растяжения на образце образуется шейка?  	1	1
	2	2
	3	3
	4	4
2. До какого из приведенных напряжений в материале выполняется зависимость $\sigma = E\varepsilon$?	до $\sigma_{пц}$	1
	до σ_y	2
	до $\sigma_т$	3
	до $\sigma_в$	4
3. Выбрать точную запись условия прочности при растяжении и сжатии.	$\sigma = \frac{N}{A} = [\sigma]$	1
	$\sigma = \frac{N}{A} < [\sigma]$	2
	$\sigma = \frac{N}{A} \le [\sigma]$	3
	$\sigma = \frac{N}{A} > [\sigma]$	4
4. Определить допускаемое напряжение для материала, если получены следующие данные: $F_{пц} = 60$ кН; $F_т = 62{,}5$ кН; $F_{max} = 100$ кН; нормативный запас прочности 2,5; площадь поперечного сечения образца 200 мм^2.	50 МПа	1
	125 МПа	2
	200 МПа	3
	300 МПа	4
5. Проверить прочность материала, если: максимальное напряжение в сечении $\sigma = 400$ МПа $\sigma_{пц} = 420$ МПа; $\sigma_т = 500$ МПа; $\sigma_в = 620$ МПа; запас прочности $s = 1{,}5$.	$\sigma = [\sigma]$	1
	$\sigma > [\sigma]$	2
	$\sigma < [\sigma]$	3
	Данных недостаточно	4

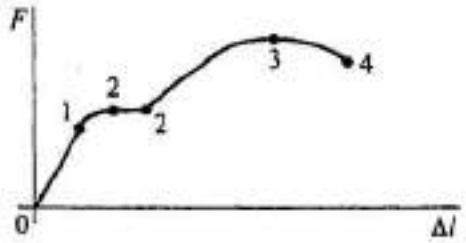
Вариант 3

Вопросы	Ответы	Код
1. Используя приведенную диаграмму растяжения указать остаточную деформацию образца для точки *K*.  	*OM*	1
	Ol	2
	MF	3
	ME	4
2. Как называется и обозначается наибольшее напряжение, до которого выполняется закон Гука?	$\sigma_в$, предел прочности	1
	$\sigma_т$, предел текучести	2
	$\sigma_у$, предел упругости	3
	$\sigma_{пц}$, предел пропорциональности	4
3. Какое напряжение считают предельным для пластичного материала?	$\sigma_у$	1
	$\sigma_{пц}$	2
	$\sigma_в$	3
	$\sigma_т$	4
4. Первоначальная длина образца 400 мм, длина образца при разрушении 500 мм. Определить максимальное удлинение при разрыве.	0,33	1
	100 мм	2
	33 %	3
	25 %	4
5. Проверить прочность материала, если: максимальное напряжение в сечении $\sigma = 500$ МПа $\sigma_{пц} = 720$ МПа; $\sigma_в = 980$ МПа; запас прочности $s = 2$.	$\sigma = [\sigma]$	1
	$\sigma > [\sigma]$	2
	$\sigma < [\sigma]$	3
	Данных недостаточно	4

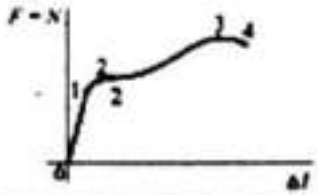
Вариант 4

Вопросы	Ответы	Код
1. Выбрать на диаграмме растяжения участок текучести материала. 	01	1
	12	2
	23	3
	22	4
2. Как обозначается характеристика, определяющая допускаемое напряжение для хрупких материалов?	$\sigma_{пц}$	1
	$\sigma_т$	2
	σ_y	3
	$\sigma_в$	4
3. Выбрать точную запись условия прочности при растяжении и сжатии.	$\sigma = \frac{N}{A} = [\sigma]$	1
	$\sigma = \frac{N}{A} \le [\sigma]$	2
	$\sigma = \frac{N}{A} \ge [\sigma]$	3
	$\sigma = \frac{N}{A} < [\sigma]$	4
4. Определить предел текучести материала, если: $F_{пц} = 24$ кН; $F_т = 28$ кН; $F_в = 40$ кН; площадь поперечного сечения образца $A = 50$ мм^2.	280 МПа	1
	470 МПа	2
	560 МПа	3
	620 МПа	4
5. Проверить прочность материала, если: максимальное напряжение в сечении $\sigma = 240$ МПа; $\sigma_{пц} = 380$ МПа $\sigma_т = 400$ МПа $\sigma_в = 640$ МПа запас прочности $s = 2{,}5$	$\sigma = [\sigma]$	1
	$\sigma > [\sigma]$	2
	$\sigma < [\sigma]$	3
	Данных недостаточно	4

Вариант 5

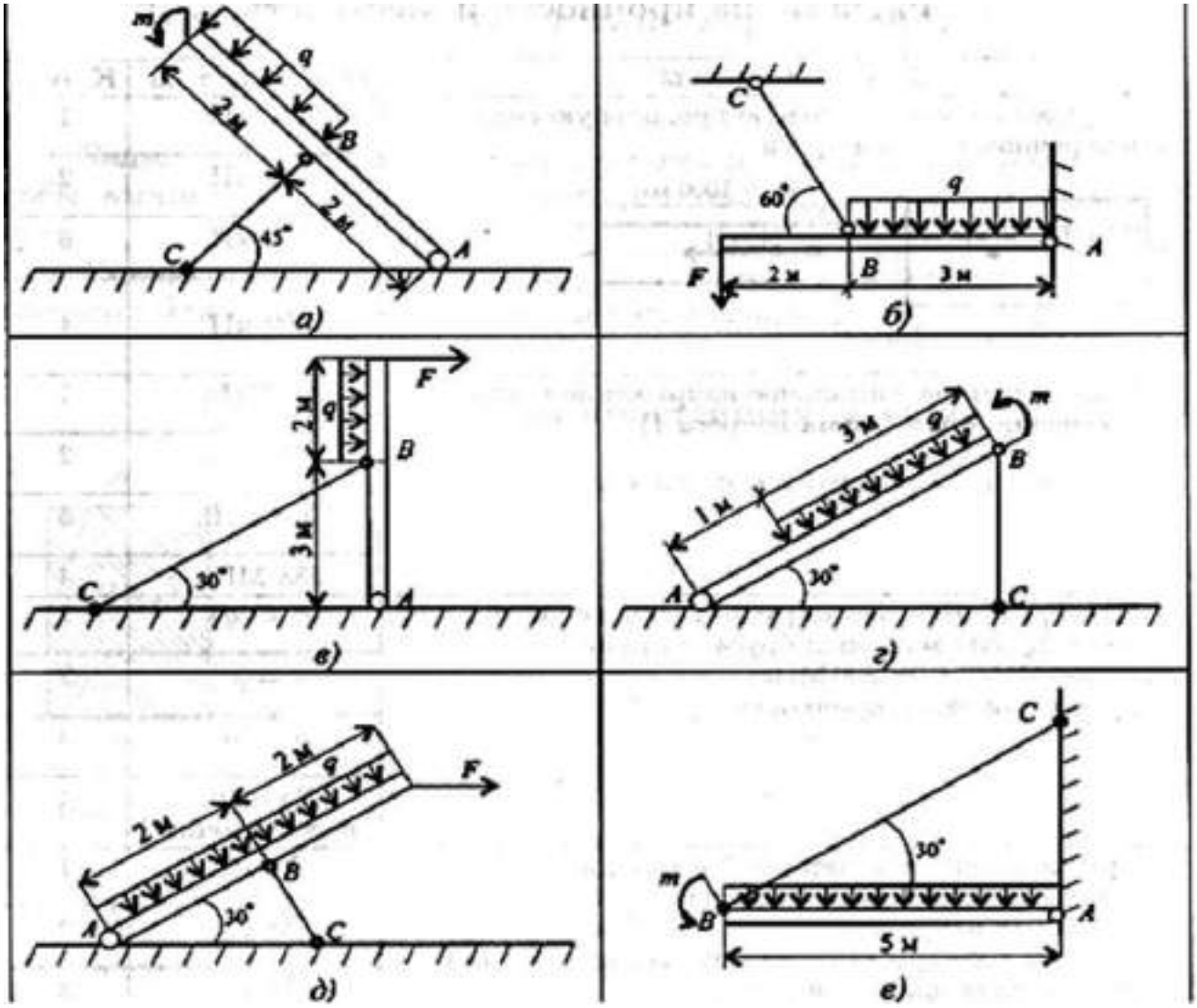
Вопросы	Ответы	Код
1. Указать точку на диаграмме растяжения, до которой в материале возникают только упругие деформации. 	Точка 1	1
	Точка 2	2
	Точка 3	3
	Точка 4	4
2. При каком из перечисленных напряжений образец разрушается?	σ_y	1
	$\sigma_{пц}$	2
	σ_B	3
	$\sigma_т$	4
3. Выбрать основные характеристики пластичности материала.	$\sigma_ь$, $\sigma_{пц}$	1
	δ; ψ	2
	$\sigma_{пц}$, σ_B	3
	σ_B, $\sigma_т$	4
4. Определить допускаемое напряжение для материала, если: $\sigma_{вц}$ = 320 МПа; $\sigma_т$ = 3500 МПа; σ_B = 620 МПа; запас прочности s = 2.	100 МПа	1
	140 МПа	2
	175 МПа	3
	225 МПа	4
5. Определить предел прочности материала, если: $F_{пц}$ = 4800 Н; $F_т$ = 5200 Н; F_{max} = 8200 кН; площадь поперечного сечения A = 40 мм^2.	125 МПа	1
	150 МПа	2
	175 МПа	3
	205 МПа	4

Вариант 6

Вопросы	Ответы
1. Выбрать на диаграмме растяжения участок упругих деформаций. 	01
	12
	23
	22
2. По какой характеристике определяется допускаемое напряжение для пластичных материалов?	$\sigma_т$
	$\sigma_{пц}$
	$\sigma_у$
	$\sigma_в$
3. Выбрать наиболее точную запись условия прочности при растяжении и сжатии.	$\sigma = \frac{N}{A} = [\sigma]$
	$\sigma = \frac{N}{A} \geqslant [\sigma]$
	$\sigma = \frac{N}{A} \leqslant [\sigma]$
	$\sigma = \frac{N}{A} > [\sigma]$
4. Определить предел текучести материала, если: $F_{пц} = 12$ кН; $F_т = 14$ кН; $F_{max} = 20$ кН; $A = 50$ мм^2, A — площадь поперечного сечения.	280 МПа
	470 МПа
	560 МПа
	620 МПа
5. Проверить прочность материала, если: $\sigma = 320$ МПа; $\sigma_{пц} = 720$ МПа; $\sigma_т = 800$ МПа; $\sigma_в = 1000$ МПа; $[s] = 2,5$; s — запас прочности; σ — расчетное напряжение.	$\sigma > [\sigma]$
	$\sigma < [\sigma]$
	$\sigma = [\sigma]$
	Данных недостаточно

Практическая работа №7
Определение размеров поперечного сечения балки

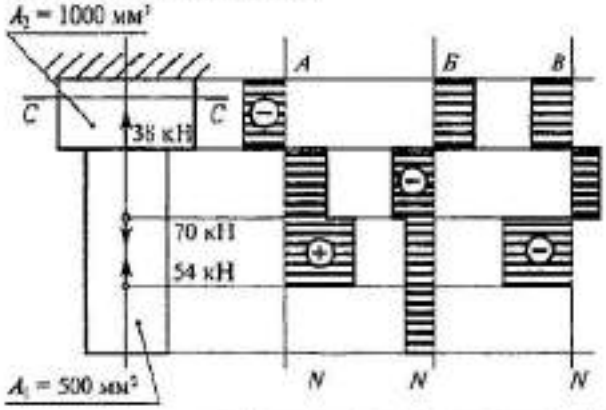
Задание 1. Балка АВ, на которую действуют указанные нагрузки, удерживается в равновесии тягой ВС. Определить размеры поперечного сечения тяги для двух случаев: 1) сечение — круг; 2) сечение — уголок равнополочный по ГОСТ 8509-86. Принять [σ] = 160 МПа. Собственный вес конструкции не учитывать.



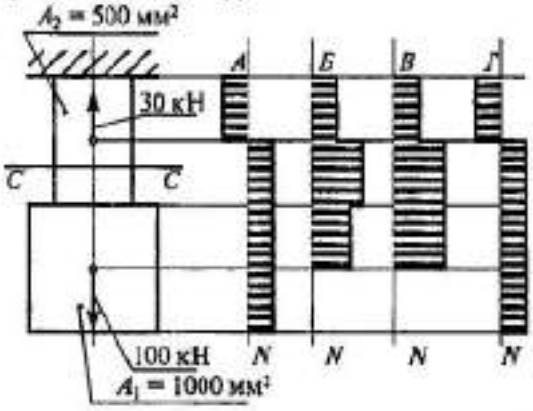
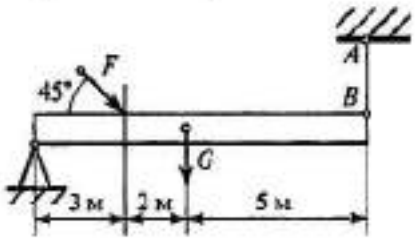
Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F, кН	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
m, кН·м	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
q, кН/м	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22

Практическая работа №8
Расчеты на прочность

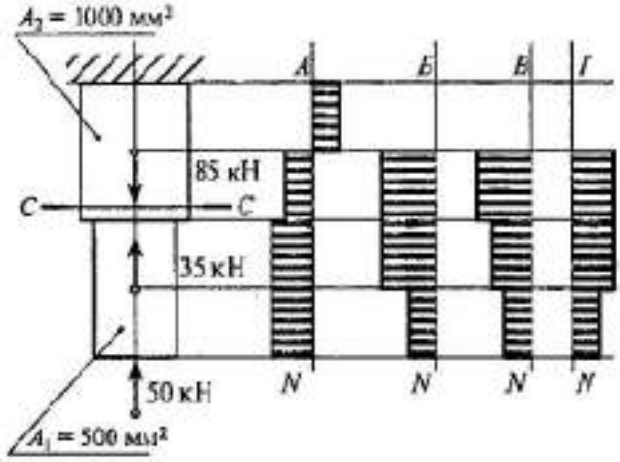
Вариант 1

Вопросы	Ответы	Код
1. Выбрать соответствующую эпюру продольных сил в поперечных сечениях бруса. 	А	1
	Б	2
	В	3
	Соответствующая эпюра не представлена	4
2. Для бруса из вопроса 1 определить наибольшую продольную силу, возникшую в поперечном сечении.	–16 кН	1
	–38 кН	2
	70 кН	3
	–54 кН	4
3. Определить нормальное напряжение в сечении С–С бруса из вопроса 1.	–38 МПа	1
	–22 МПа	2
	16 МПа	3
	21 МПа	4
4. Чему равен коэффициент запаса прочности в сечении С–С бруса, если механические характеристики материала: σ_T = 220 МПа; σ_B = 400 МПа. Использовать результаты, полученные при ответе на вопрос 3.	18	1
	10	2
	4,2	3
	7,4	4
5. Определить удлинение стержня *AB*. Стальной стержень длиной 3 м нагружен силой 240 кН; форма поперечного сечения стержня — швеллер № 10; модуль упругости материала $2 \cdot 10^5$ МПа.	3,5 мм	1
	3,3 мм	2
	$12 \cdot 10^{-4}$ мм	3
	$12 \cdot 10^{-3}$ мм	4

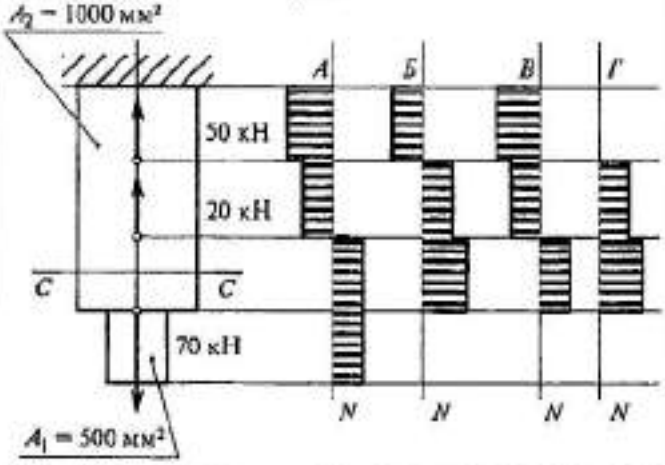
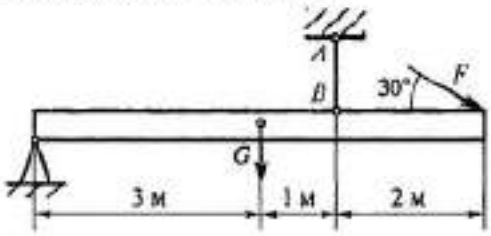
Вариант 2

Вопросы	Ответы	Код
1. Выбрать соответствующую эпюру продольных сил в поперечных сечениях бруса. 	А	1
	Б	2
	В	3
	Г	4
2. Для бруса из вопроса 1 определить наибольшую продольную силу, возникшую в поперечном сечении.	306 кН	1
	70 кН	2
	100 кН	3
	–30 кН	4
3. Определить нормальное напряжение в сечении C–C бруса из вопроса 1.	200 МПа	1
	100 МПа	2
	70 МПа	3
	–60 МПа	4
4. Обеспечена ли прочность бруса в сечении C–C бруса (вопрос 3), если известны механические характеристики материала: $\sigma_т = 560$ МПа; $\sigma_в = 870$ МПа; а допускаемый коэффициент запаса прочности $[s] = 2$.	$\sigma < [\sigma]$	1
	$\sigma = [\sigma]$	2
	$\sigma > [\sigma]$	3
	Для ответа данных недостаточно	4
5. Однородная жесткая плита весом $G = 20$ кН нагружена силой $F = 10$ кН. Длина стержня $AB = 4$ м; материал — сталь $E = 2 \cdot 10^5$ МПа; форма поперечного сечения — двутавр № 10. Определить удлинение стержня AB. 	0,27 мм	1
	0,4 мм	2
	0,2 мм	3
	0,615 мм	4

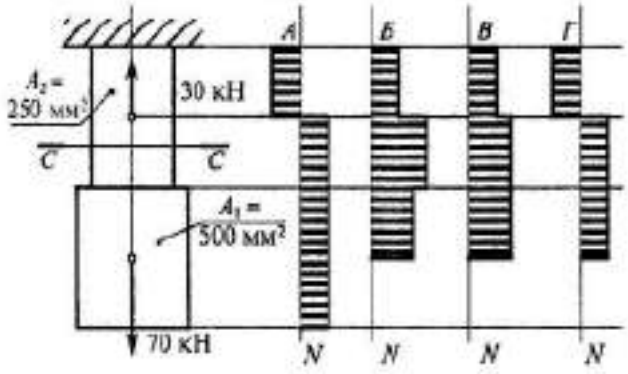
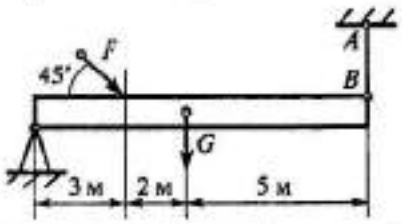
Вариант 3

Вопросы	Ответы	Код
1. Выбрать соответствующую эпюру продольных сил в поперечных сечениях бруса. 	А	1
	Б	2
	В	3
	Г	4
2. Для бруса из вопроса 1 определить наибольшую продольную силу, возникшую в поперечном сечении.	190 кН	1
	50 кН	2
	85 кН	3
	35 кН	4
3. Определить нормальное напряжение в сечении *C–C* бруса из вопроса 1.	70 МПа	1
	0	2
	–85 МПа	3
	–50 МПа	4
4. Чему равен коэффициент запаса прочности в сечении *C–C* бруса, если механические характеристики материала: $\sigma_T = 280$ МПа; $\sigma_B = 560$ МПа. Использовать результаты, полученные при ответе на вопрос 3.	3,3	1
	6,6	2
	4	3
	8	4
5. Стальной стержень длиной 4 м нагружен силой 360 кН; форма поперечного сечения стержня — швеллер № 8; модуль упругости материала $E = 2 \cdot 10^5$ МПа. Определить удлинение стержня *AB*.	Среди данных ответов верного нет	1
	0,007 мм	2
	0,2 мм	3
	8 мм	4

Вариант 4

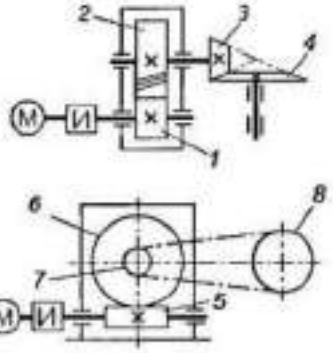
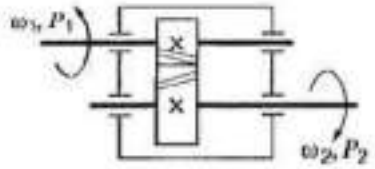
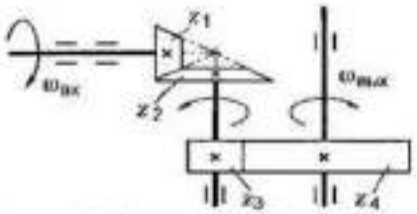
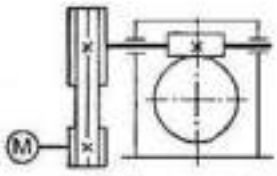
Вопросы	Ответы	Код
1. Выбрать соответствующую эпюру продольных сил в поперечных сечениях бруса. 	А	1
	Б	2
	В	3
	Г	4
2. Для бруса из вопроса 1 определить наибольшую продольную силу, возникшую в поперечном сечении.	20 кН	1
	90 кН	2
	50 кН	3
	70 кН	4
3. Определить нормальное напряжение в сечении C–C бруса из вопроса 1.	100 МПа	1
	90 МПа	2
	70 МПа	3
	50 МПа	4
4. Обеспечена ли прочность бруса в сечении C–C (вопрос 3), если известны механические характеристики материала: $\sigma_T = 280$ МПа; $\sigma_B = 560$ МПа; допускаемый коэффициент запаса прочности $[s] = 4$ Схема бруса представлена на рисунке к вопросу 1.	$\sigma < [\sigma]$	1
	$\sigma = [\sigma]$	2
	$\sigma > [\sigma]$	3
	Для ответа данных недостаточно	4
5. Однородная жесткая плита весом $G = 4$ кН нагружена силой $F = 2$ кН. Длина стержня $AB = 6$ м; материал — сталь $E = 2 \cdot 10^5$ МПа; форма поперечного сечения — швеллер № 6,5. Определить удлинение стержня AB. 	0,03 мм	1
	0,02 мм	2
	0,12 мм	3
	0,18 мм	4

Вариант 5

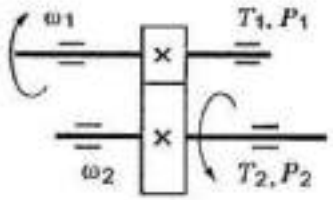
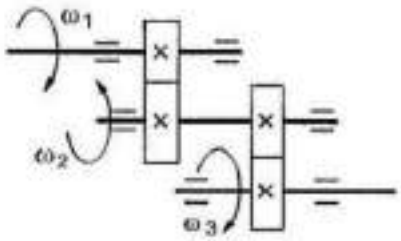
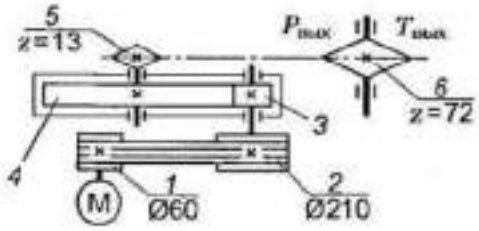
Вопросы	Ответы	Код
1. Выбрать соответствующую эпюру продольных сил в поперечных сечениях бруса. 	*А*	1
	Б	2
	В	3
	Г	4
2. Для бруса из вопроса 1 определить наибольшую продольную силу, возникшую в поперечном сечении.	30 кН	1
	40 кН	2
	70 кН	3
	100 кН	4
3. Определить нормальное напряжение в сечении *С–С* бруса из вопроса 1.	100 МПа	1
	140 МПа	2
	280 МПа	3
	60 МПа	4
4. Обеспечена ли прочность бруса в сечении *С–С* (вопрос 3), если известны механические характеристики материала: σ_T = 540 МПа; σ_B = 800 МПа; допускаемый коэффициент запаса прочности 1,5. Схема бруса представлена на рисунке к вопросу 1.	$\sigma < [\sigma]$	1
	$\sigma = [\sigma]$	2
	$\sigma > [\sigma]$	3
	Для ответа данных недостаточно	4
5. Однородная жесткая плита весом $G = 10$ кН нагружена силой $F = 8$ кН. Длина стержня $AB = 3$ м, материал — сталь $E = 2 \cdot 10^5$ МПа; форма поперечного сечения — двутавр № 10. Определить удлинение стержня *AB*. 	0,023 мм	1
	0,084 мм	2
	0,125 мм	3
	0,84 мм	4

Практическая работа №9
Проработка общих сведений о передачах

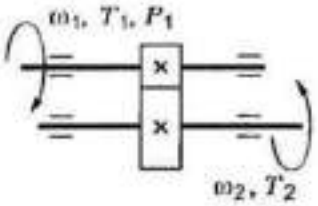
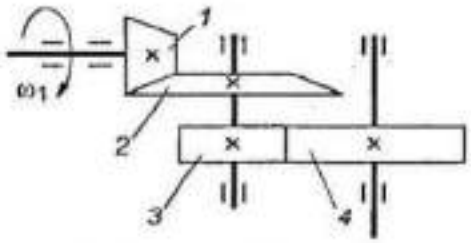
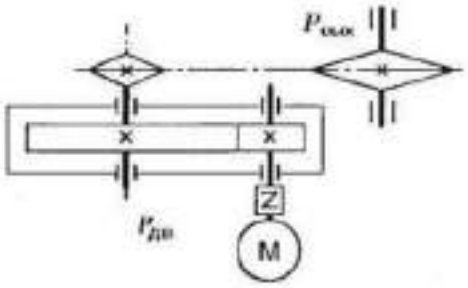
Вариант 1

Вопросы	Ответы	Код
1. Среди представленных на схемах передач выбрать цепную передачу и определить ее передаточное число, если $z_1 = 18$; $z_2 = 72$; $z_3 = 17$; $z_4 = 60$; $z_5 = 1$; $z_6 = 36$; $z_7 = 35$; $z_8 = 88$ 	Передача 1—2; 4	1
	Передача 3—4; 3,53	2
	Передача 5—6; 2,5	3
	Передача 7—8; 2,5	4
2. Определить момент на ведущем валу изображенной передачи, если мощность на выходе из передачи 6,6 кВт; скорость на входе и выходе 60 и 15 рад/с соответственно; КПД = 0,96 	440 Н · м	1
	110 Н · м	2
	1760 Н · м	3
	115 Н · м	4
3. Определить передаточное отношение второй ступени двухступенчатой передачи, если $\omega_{вх} = 155$ рад/с; $\omega_{вых} = 20,5$ рад/с; $z_1 = 18$; $z_2 = 54$ 	7,51	1
	3	2
	2,52	3
	5,5	4
4. Определить требуемую мощность электродвигателя, если мощность на выходе из передачи 12,5 кВт; КПД ременной передачи 0,96; КПД червячного редуктора 0,82 	12 кВт	1
	9,84 кВт	2
	15,24 кВт	3
	15,88 кВт	4
5. Как изменится мощность на выходном валу передачи (см. рисунок к заданию 3), если число зубьев второго колеса z_2 увеличится в 2 раза?	Увеличится в 2 раза	1
	Уменьшится в 2 раза	2
	Не изменится	3
	Увеличится в 4 раза	4

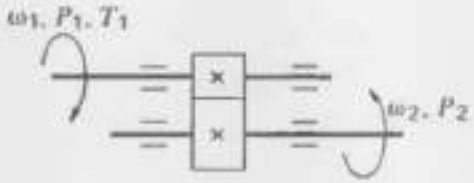
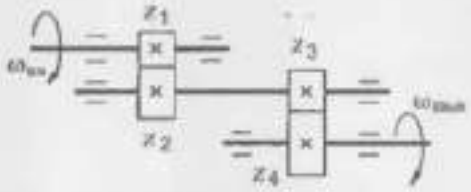
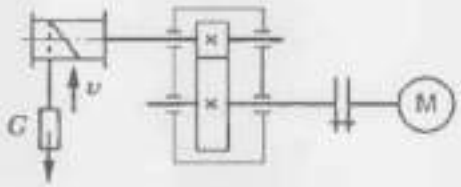
Вариант 2

Вопросы	Ответы	Код
1. Известно, что передаточное отношение передачи 2,5. К какому типу передач относится эта передача?	Мультипликатор	1
	Редуктор	2
	Вариатор	3
	Правильный ответ не приведен	4
2. Для изображенной передачи определить момент на ведомом валу, если $P_1 = 5$ кВт; $\omega_1 = 157$ рад/с; $\omega_2 = 62{,}8$ рад/с; $\eta = 0{,}97$ 	31,87 Н · м	1
	47,8 Н · м	2
	77,2 Н · м	3
	79,7 Н · м	4
3. Для изображенной многоступенчатой передачи определить общее передаточное число, если $\omega_1 = 100$ рад/с; $\omega_2 = 25$ рад/с; $\omega_3 = 5$ рад/с 	20	1
	4,5	2
	5	3
	5,5	4
4. Определить требуемую мощность электродвигателя, если $\eta_{р} = 0{,}97$; $\eta_{ц} = 0{,}95$; $\eta_{з} = 0{,}97$; $P_{вых} = 10$ кВт 	8,94 кВт	1
	10,64 кВт	2
	28,98 кВт	3
	11,18 кВт	4
5. Как изменится частота вращения выходного вала привода (см. рисунок к заданию 4) при увеличении числа зубьев колеса 3 в 2 раза?	Возрастет в 2 раза	1
	Уменьшится в 2 раза	2
	Возрастет в 4 раза	3
	Уменьшится в 4 раза	4

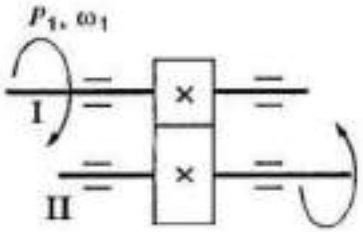
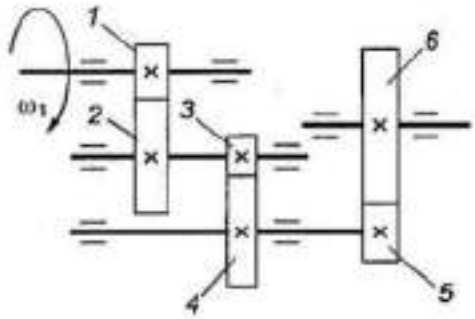
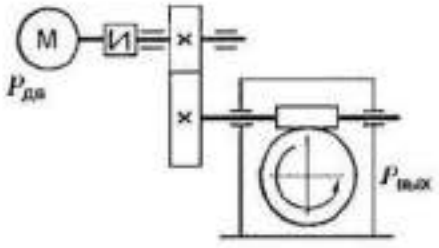
Вариант 3

Вопросы	Ответы	Код
1. Известно, что передаточное отношение передачи 1,5. К какому типу передач относится эта передача?	Мультипликатор	1
	Редуктор	2
	Вариатор	3
	Правильный ответ не приведен	4
2. Для изображенной передачи определить момент на ведомом валу, если $P_1 = 8$ кВт; $\omega_1 = 40$ рад/с; $\eta = 0{,}97$; $u = 4$ 	800 Н · м	1
	2200 Н · м	2
	776 Н · м	3
	1940 Н · м	4
3. Для изображенной многоступенчатой передачи определить общее передаточное число, если $d_1 = 50$ мм; $d_2 = 200$ мм; $d_3 = 35$ мм; $d_4 = 70$ мм 	4	1
	6	2
	8	3
	10	4
4. Определить требуемую мощность электродвигателя, если $P_{вых} = 5$ кВт; $\eta_з = 0{,}97$; $\eta_п = 0{,}95$ 	5,4 кВт	1
	9,6 кВт	2
	6,4 кВт	3
	4,6 кВт	4
5. Какое из приведенных отношений называется передаточным числом одноступенчатой зубчатой передачи?	n_2/n_1	1
	ω_2/ω_1	2
	d_1/d_2	3
	z_2/z_1	4

Вариант 4

Вопросы	Ответы	Код
1. Каково назначение механических передач?	Уменьшать потери мощности	1
	Соединять двигатель с исполнительным механизмом	2
	Передавать механическую энергию с одновременным преобразованием параметров движения	3
	Совмещать скорости валов	4
2. Для изображенной передачи определить момент на ведущем валу, если $P_2 = 8{,}5$ кВт; $\omega_2 = 12$ рад/с; $u = 2$; $\eta = 0{,}96$ 	708,5 Н · м	1
	301,2 Н · м	2
	368,9 Н · м	3
	7,02 Н · м	4
3. Определить передаточное отношение первой ступени двухступенчатой передачи, если $\omega_{вх} = 102$ рад/с; $\omega_{вых} = 20{,}4$ рад/с; $z_3 = 17$; $z_4 = 42$ 	4,5	1
	12,35	2
	2,02	3
	5	4
4. Определить требуемую мощность электродвигателя лебедки, если скорость подъема груза 4 м/с; вес груза 1000 Н; КПД барабана 0,9; КПД цилиндрической передачи 0,98 	3,53 кВт	1
	4,53 кВт	2
	2,15 кВт	3
	7,32 кВт	4
5. Какое из приведенных отношений называется передаточным отношением одноступенчатой передачи?	ω_2/ω_1	1
	z_1/z_2	2
	d_1/d_2	3
	ω_1/ω_2	4

Вариант 5

Вопросы	Ответы	Код
1. Известно, что передаточное отношение передачи 0,5. К какому типу передач относится эта передача?	Мультипликатор	1
	Редуктор	2
	Вариатор	3
	Правильный ответ не приведен	4
2. Для изображенной передачи определить момент на ведомом валу, если $P_1 = 6$ кВт; $\omega_2 = 20$ рад/с; $\eta = 0{,}97$; $u = 2{,}5$ 	116 Н · м	1
	291 Н · м	2
	382 Н · м	3
	464 Н · м	4
3. Для изображенной многоступенчатой передачи определить общее передаточное число, если $z_1 = 20$; $z_2 = 80$; $z_3 = 30$; $z_4 = 75$; $z_5 = 40$; $z_6 = 200$ 	25	1
	50	2
	20	3
	75	4
4. Определить требуемую мощность электродвигателя, если $P_{вых} = 8$ кВт; $\eta_з = 0{,}97$; $\eta_ч = 0{,}82$ 	6,36 кВт	1
	8,82 кВт	2
	10 кВт	3
	12,3 кВт	4
5. Как изменится величина момента на выходном валу передачи при увеличении скорости вращения двигателя в 1,5 раза, если мощность двигателя не меняется?	Не изменится	1
	Увеличится в 3 раза	2
	Уменьшится в 1,5 раза	3
	Увеличится в 1,5 раза	4

Практическая работа №10
Расчет многоступенчатой передачи

Задание 1. Привод состоит из электродвигателя и многоступенчатой передачи. Требуется определить общий КПД и передаточное отношение привода, мощности, вращающие моменты и угловые скорости на всех валах передачи.

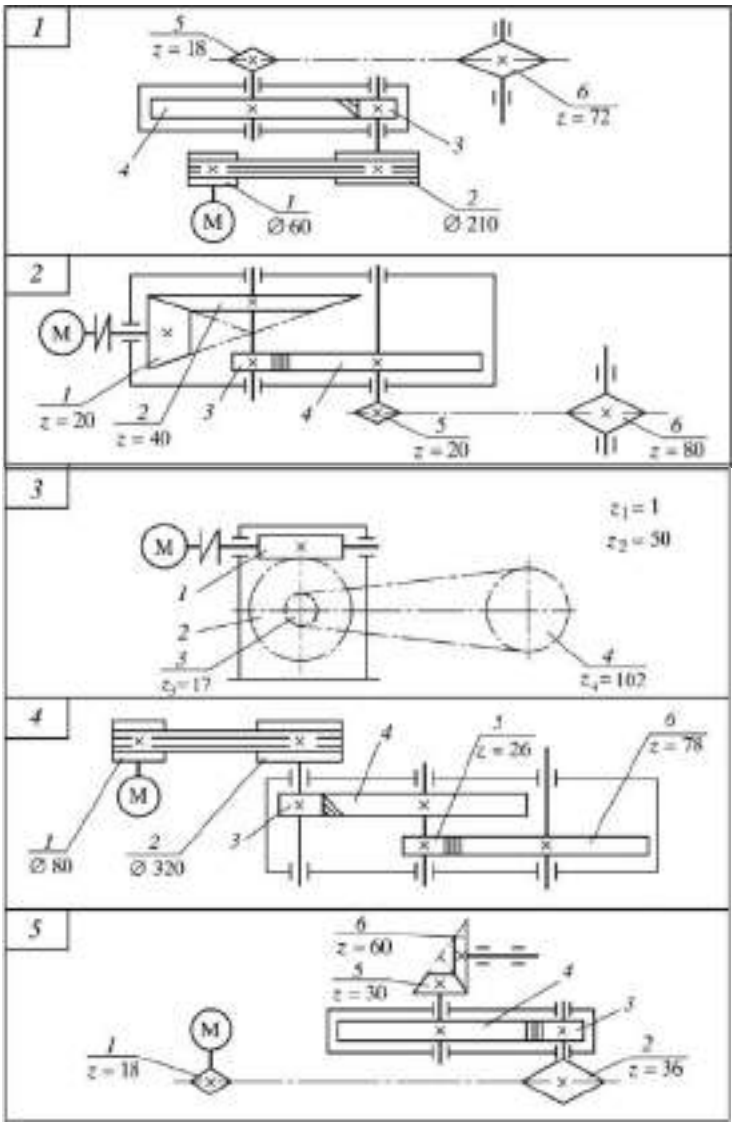
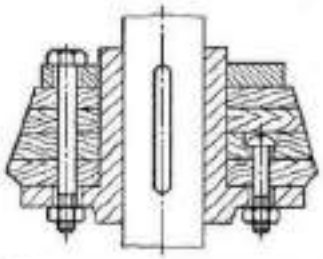
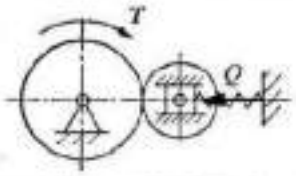
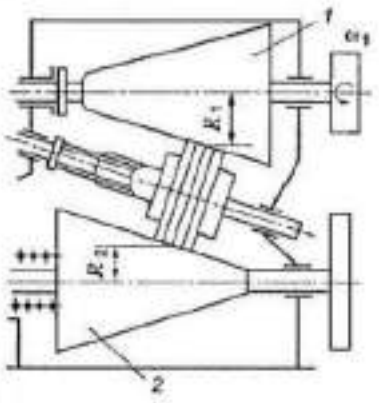


Таблица 1

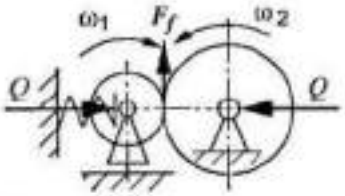
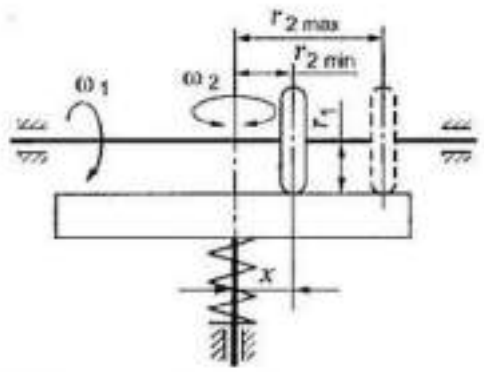
Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{дв}$, кВт	2		4		5		6		8	
$\omega_{дв}$, рад/с	50		100		100		75		50	
z_3	18	20	20	22	22	18	18	20	22	22
z_4	36	45	50	44	55	36	72	80	55	88
$P_{вых}$, кВт		2		6		8		10		10
$\omega_{вых}$, рад/с		10		15		28		32		10

Практическая работа №11
Расчет фрикционных передач и вариаторов

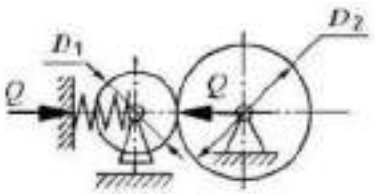
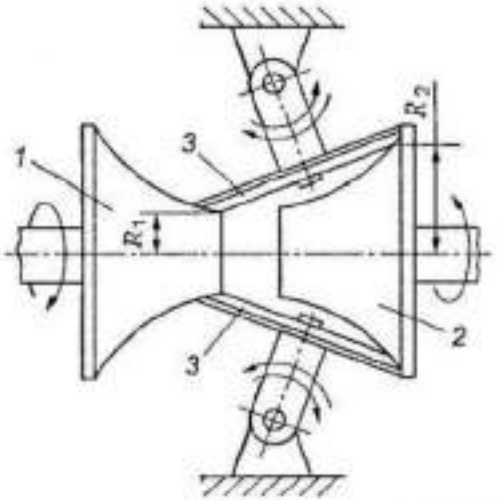
Вариант 1

Вопросы	Ответы	Код
1. Выбрать основные достоинства фрикционных передач.	Бесшумность и плавность работы	1
	Постоянство передаточного отношения	2
	Нагрузка на опоры	3
	Низкая стоимость и доступность материалов	4
2. Выбрать формулу для точного расчета передаточного числа фрикционной передачи	z_2/z_1	1
	$D_2/[D_1(1-\varepsilon)]$	2
	R_{2max}/R_{2min}	3
	D_1/D_2	4
3. Определить коэффициент трения, который следует использовать при расчете изображенной фрикционной передачи 	Сталь по стали (всухую), $f = 0,15$	1
	Текстолит по стали, $f = 0,2$	2
	Дерево по чугуну, $f = 0,45$	3
	Резина по чугуну, $f = 0,5$	4
4. Определить минимальное потребное усилие пружины, если вращающий момент на валу передачи 15 Н · м; диаметр колеса 350 мм; материал колес — сталь; передача работает со смазкой, $f = 0,01$ 	8571 Н	1
	877 Н	2
	4285 Н	3
	85,7 Н	4
5. Выбрать формулу для расчета диапазона регулирования передачи изображенного вариатора 	R_2/R_1	1
	R_1/R_2	2
	R_{2max}/R_{1min}	3
	R^2_{max}/R^1_{min}	4

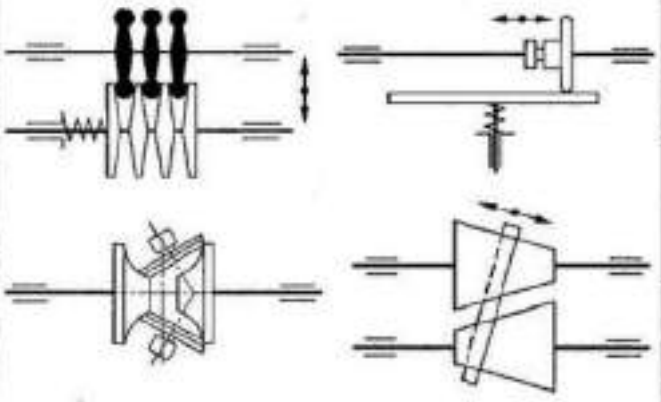
Вариант 2

Вопросы	Ответы	Код
1. Указать основные недостатки фрикционных передач	Сложность конструкции	1
	Нагрузка на опоры	2
	Скольжение в передаче	3
	Низкая стоимость и доступность материалов	4
2. Выбрать формулу для расчета фрикционной передачи на прочность	$\sigma_H = \sqrt{\frac{qE_{np}}{\rho_{np} 2\pi (1-\mu^2)}} \le [\sigma_H]$	1
	$\sigma_F = Y_F \frac{F_t}{b_2 m} K_{F\beta} \le [\sigma_F]$	2
	$R_e = D_2\sqrt{u^2+1}/(2u)$	3
	$T = F_N f d/2$	4
3. Определить явление, непосредственно не связанное со скольжением во фрикционной передаче	Буксование	1
	Упругие деформации в зоне контакта	2
	Несовпадение скоростей трущихся поверхностей	3
	Деформация валов	4
4. Определить расчетную окружную силу на колесе F_t, если сила прижатия катков фрикционной передачи 1200 Н; материалы поверхностей — сталь и чугун; коэффициент трения 0,15; запас сцепления 1,25 	300 Н	1
	180 Н	2
	144 Н	3
	288 Н	4
5. Определить диапазон регулирования изображенного вариатора, если $r_1 = 25$ мм; $r_{2min} = 68$ мм; $r_{2max} = 120$ мм 	0,57	1
	1,76	2
	2,72	3
	4,8	4

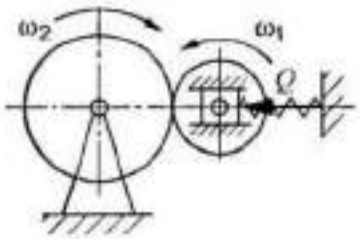
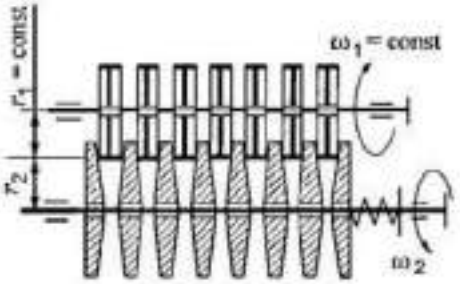
Вариант 3

Вопросы	Ответы	Код
1. Выбрать способ увеличения трения в цилиндрической фрикционной передаче (см. рисунок к заданию 4)	Повышение твердости поверхностей	1
	Использование смазочного материала	2
	Увеличение площади контакта	3
	Увеличение силы прижатия катков	4
2. Выбрать выражение для определения величины $\rho_{пр}$ в формуле для расчета цилиндрической фрикционной передачи $\sigma_H = 0{,}418\sqrt{\frac{qE_{пр}}{\rho_{пр}}} \le [\sigma_H]$	Q/b	1
	$2E_1E_2/(E_1 + E_2)$	2
	$\frac{R_1R_2}{R_1 + R_2}$	3
	$R_{1max}R_{2min}$	4
3. Определить минимальное потребное усилие прижатия колес, если вращающий момент на валу фрикционной передачи 25 Н · м; диаметр колеса 380 мм; материалы колес — сталь и чугун; передача работает без смазки, $f = 0{,}15$	19,7 Н	1
	877 Н	2
	500 Н	3
	263,1 Н	4
4. По какой из приведенных формул можно определить точное значение передаточного отношения изображенной передачи? 	D_1/D_2	1
	D_2/D_1	2
	$\frac{D_2}{D_1(1-\varepsilon)}$	3
	R_{2max}/R_{2min}	4
5. Определить диапазон регулирования изображенного вариатора, если $R_1 = 60$ мм; $R_2 = 120$ мм 	2	1
	3	2
	4	3
	6	4

Вариант 4

Вопросы	Ответы	Код
1. Указать основной недостаток фрикционных передач	Необходимость регулировок	1
	Большой расход смазочного материала	2
	Износ рабочих поверхностей	3
	Непостоянство передаточного отношения	4
2. Как изменится нагрузочная способность цилиндрической фрикционной передачи при замене ведущего колеса из стали на колесо с резиновым покрытием, если ведомое колесо стальное и усилие прижатия не меняется? Коэффициент трения: сталь по стали, 0,15; резина по стали, $f = 0{,}45$	Уменьшится в 2 раза	1
	Увеличится в 3 раза	2
	Уменьшится в 3 раза	3
	Не изменится	4
3. Выбрать выражение для определения q в формуле для расчета на прочность цилиндрической фрикционной передачи $\sigma_H = \sqrt{\frac{qE_{up}}{\rho_{up} 2\pi (1-\mu^2)}}$	$2a/(u+1)$	1
	Q/b	2
	Q/A	3
	$2E_1E_2/(E_1+E_2)$	4
4. Определить расчетную окружную силу на колесе F_t, если сила прижатия катков в фрикционной передаче 1500 Н; материалы поверхностей — текстолит и сталь; передача работает без смазки, $f = 0{,}25$; коэффициент запаса сцепления 1,25	1200 Н	1
	300 Н	2
	375 Н	3
	600 Н	4
5. Какой из изображенных вариаторов позволяет получить реверсивное вращение выходного вала при одностороннем вращении ведущего вала? 	Многодисковый	1
	Лобовой	2
	Торовый	3
	Двухконусный	4

Вариант 5

Вопросы	Ответы	Код
1. Почему фрикционные передачи с непосредственным контактом не используют в точных механизмах станков?	Из-за низкого КПД	1
	Из-за нагрева передачи	2
	Из-за непостоянства передаточного отношения	3
	Из-за большого веса	4
2. Как следует изменить усилие нажатия пружины, если при неизменной мощности заменить стальной ведущий каток на каток с деревянным покрытием? Коэффициент трения: сталь по стали (чугуну), $f = 0{,}15$; дерево по чугуну, $f = 0{,}45$	Увеличить в 1,5 раза	1
	Увеличить в 3 раза	2
	Уменьшить в 2 раза	3
	Уменьшить в 3 раза	4
3. Какова основная причина выхода из строя фрикционных передач?	Износ рабочих поверхностей	1
	Растрескивание катков	2
	Изгиб валов	3
	Заклинивание подшипников	4
4. Определить вращающий момент на валу фрикционной передачи, если материал поверхностей — сталь; усилие пружины 2000 Н; радиус колеса 0,05 м; передача работает без смазки, $f = 0{,}15$ 	500 Н · м	1
	350 Н · м	2
	35 Н · м	3
	15 Н · м	4
5. Выбрать формулу для расчета диапазона регулирования изображенного вариатора 	r_{2max}/r_{1min}	1
	r_{2min}/r_{1max}	2
	r_{2max}/r_{2min}	3
	r^2_{2max}/r^2_{2min}	4

Практическая работа №12
Расчет геометрических параметров зубчатых колес цилиндрической передачи

Задание 1. Определить предварительно модуль зуба зубчатого колеса, используя данные из таблиц 1, 2 согласно своему варианту

Задание 2. Уточнить полученное значение модуля по ГОСТ 9563—60 (выбрать ближайшее значение) (табл. 1 Приложения).

Задание 3. Сосчитать число зубьев колеса, по заданному передаточному отношению, определить количество зубьев второго колеса передачи.

Задание 4. Рассчитать геометрические параметры колес: диаметр окружности выступов, диаметр окружности впадин, высота головки зуба, высота ножки зуба, межосевое расстояние. Уточнить полученное значение межцентрового расстояния по ГОСТ (табл. 3 Приложения).

Таблица 1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Высота зуба, мм	5	6	7	8	9	5	6	7	8	9

Таблица 2

Вариант	1 и 2	3 и 4	5 и 6	7 и 8	9 и 10
Передаточное отношение	1,6	2	2,5	4	5

Приложение

Таблица 1. Стандартные модули, мм

Первый ряд	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5,6	8
Второй ряд	1,35	1,75	2,25	2,75	3,5	и т. д.			

Таблица 2. Передаточные числа

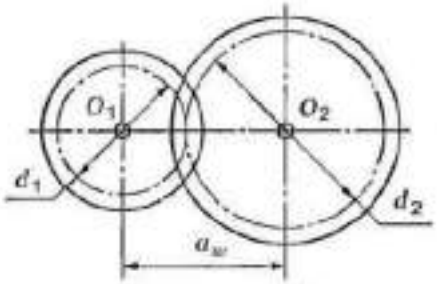
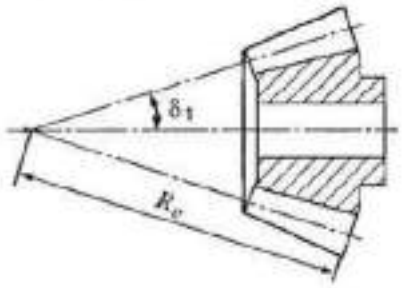
Первый ряд	1	1,25	1,6	2,0	2,5	3,15	4,0	5,0	6,3
Второй ряд	1,12	1,4	1,8	2,24	2,8	3,55	4,5	и т. д.	

Таблица 3. Межцентровые расстояния, мм

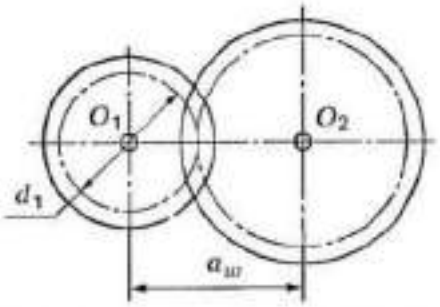
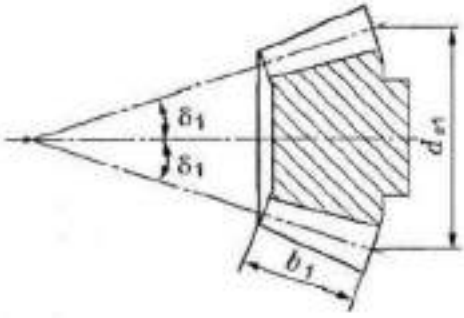
Первый ряд	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
Второй ряд	—	—	—	—	—	140	—	180	225	280

Практическая работа №13
Проработка геометрии и кинематики прямозубых колес

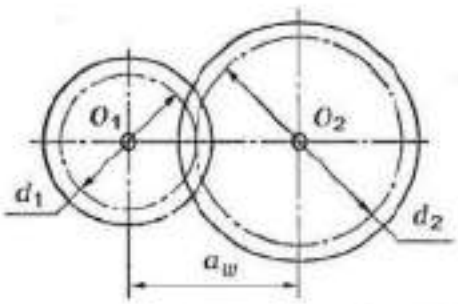
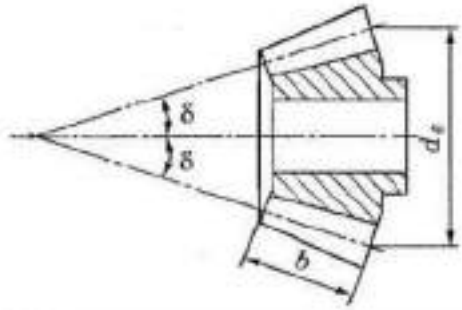
Вариант 1

Вопросы	Ответы	Код
1. Что такое линия зацепления?	Линия, очерчивающая профиль зуба	1
	Линия, проходящая через центры колес	2
	Общая нормаль к профилям зубьев в точке касания	3
	Касательная к профилю зуба в точке касания	4
2. Выбрать формулу для определения модуля зубьев	$0,5(d_1 + d_2)$	1
	$0,5(1 + u)d_1$	2
	p_t/π	3
	a_w/z	4
3. Определить a_w, если $d_1 = 64$ мм; $z_2 = 80$; $m = 2$ мм 	78 мм	1
	224 мм	2
	112 мм	3
	160 мм	4
4. Какие значения модулей зубьев соответствуют ГОСТ 9563—60?	1,9 мм	1
	2,4 мм	2
	4 мм	3
	21 мм	4
5. Определить внешнее конусное расстояние прямозубой конической передачи, если внешний окружной модуль зубьев 4 мм; число зубьев шестерни 13; передаточное число передачи 3,08 	52 мм	1
	84 мм	2
	73,9 мм	3
	156 мм	4

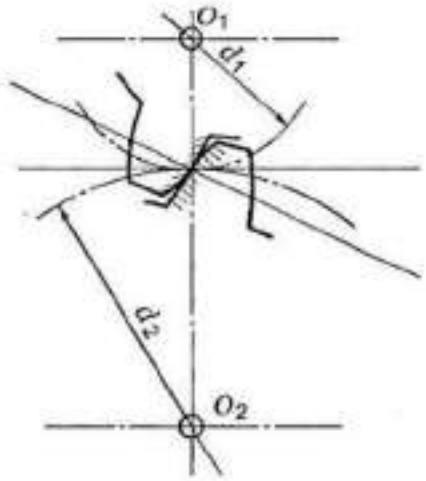
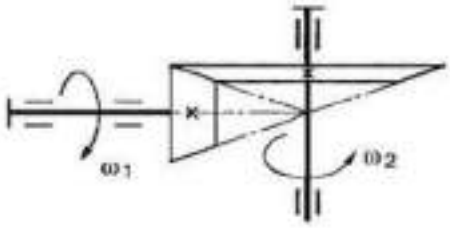
Вариант 2

Вопросы	Ответы	Код
1. Указать основное достоинство эвольвентных колес	Простота конструкции	1
	Постоянство передаточного отношения	2
	Бесшумность работы	3
	Требование точности при сборке	4
2. Каков угол зацепления цилиндрических колес?	30°	1
	18°	2
	20°	3
	14°	4
3. Определить модуль зуба колеса, если окружной шаг 12,56 мм	12,5 мм	1
	6 мм	2
	2,5 мм	3
	4 мм	4
4. Рассчитать передаточное отношение передачи, если $a_w = 160$ мм; $d_1 = 80$ мм 	2	1
	2,5	2
	3	3
	4	4
5. Определить передаточное отношение конической прямозубой передачи, если $\delta_1 = 22°$ 	0,4	1
	2	2
	2,5	3
	3,5	4

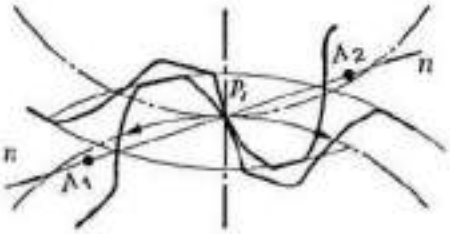
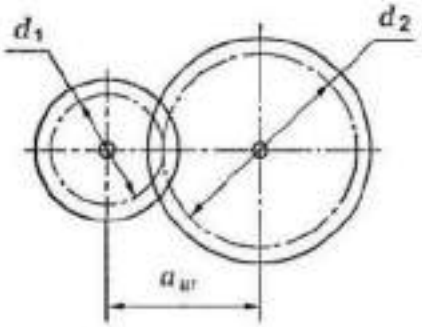
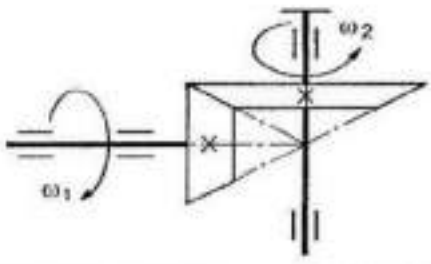
Вариант 3

Вопросы	Ответы	Код
1. Что такое делительный окружной шаг зубьев? Выбрать наиболее точную формулировку	Расстояние между профилями соседних зубьев	1
	Расстояние между одноименными профилями соседних зубьев по делительной окружности	2
	Ширина зуба по делительной окружности	3
	Длина дуги делительной окружности между соседними зубьями	4
2. Выбрать формулу для определения диаметра окружности выступов цилиндрического зубчатого колеса 	$mz_1(1+u)/2$	1
	$m(z+2)$	2
	$m(z-2{,}5)$	3
	mz	4
3. Какие параметры цилиндрической зубчатой передачи стандартизованы?	u; m; a_w; α	1
	z; u; m; a_w	2
	d_1; u; α; m	3
	m; a_w; z_1; d_1	4
4. Определить число зубьев ведущего колеса, если передаточное отношение пары зубчатых колес 3,15; модуль зацепления 2,5 мм; межосевое расстояние 120 мм	17	1
	18	2
	23	3
	26	4
5. Выбрать формулу для расчета внешнего конусного расстояния конической передачи с прямыми зубьями 	$m_e(z+2\cos\delta)$	1
	$m_e\sqrt{z_1^2+z_2^2}/2$	2
	$0{,}5m_e\sqrt{z_1^2+z_2^2}-b/2$	3
	$d_{e1}/\cos\delta_1$	4

Вариант 4

Вопросы	Ответы	Код
1. Какой угол называют углом зацепления? 	Геометрическое место точек касания профилей зубьев	1
	Угол между линией центров и линией зацепления	2
	Угол между линией зацепления и прямой, перпендикулярной линии центров	3
	Угол между линией зуба и образующей цилиндра колеса	4
2. Выбрать формулу для определения диаметра делительной окружности цилиндрической зубчатой передачи	$m(z+2)$	1
	$m(z-2{,}25)$	2
	$0{,}5m(z_1+z_2)$	3
	mz	4
3. Рассчитать шаг зубьев по делительной окружности, используя значение модуля по ГОСТ 9563—60 (табл. П1 Приложения), если высота зуба колеса $h = 6{,}75$ мм	3 мм	1
	6,75 мм	2
	9,42 мм	3
	13,5 мм	4
4. Определить межцентровое расстояние прямозубой цилиндрической передачи, если диаметр делительной окружности шестерни 72 мм; число зубьев колеса 90; модуль передачи 4 мм	108 мм	1
	216 мм	2
	360 мм	3
	432 мм	4
5. Каково основное достоинство конических зубчатых передач? 	Простота изготовления и монтажа	1
	Малые габаритные размеры и вес	2
	Равномерность распределения нагрузки в зацеплении	3
	Возможность соединения валов с пересекающимися осями	4

Вариант 5

Вопросы	Ответы	Код
1. Что называют коэффициентом торцового перекрытия? 	Отношение угла зацепления к числу зубьев	1
	Отношение угла перекрытия к углу зацепления	2
	Отношение скорости на входе в передачу к скорости на выходе	3
	Отношение длины активной линии зацепления к основному шагу	4
2. Выбрать формулу для расчета межосевого расстояния передачи 	$m(z+2)$	1
	$0{,}5mz_1(1+u)$	2
	$m\,(z-2{,}5)$	3
	$m\,(z+2\cos\delta)$	4
3. Определить диаметры окружностей выступов зубчатых колес передачи, если высота зуба колеса 5,625 мм; число зубьев шестерни 18; передаточное отношение передачи 2,5	38,75 мм; 106,26 мм	1
	45 мм; 112,5 мм	2
	50 мм; 117,5 мм	3
	50 мм; 167,5 мм	4
4. Определить передаточное отношение передачи, если диаметр делительной окружности шестерни 59,5 мм; модуль зуба 3,5 мм; число зубьев второго колеса 68	3,15	1
	4	2
	5	3
	6,3	4
5. Указать основные недостатки прямозубых конических зубчатых передач 	Оси колес пересекаются	1
	Сложность изготовления, монтажа и обслуживания	2
	Невысокая точность передачи	3
	Непостоянство передаточного отношения	4

Литература

Основные печатные и/или электронные издания:

1. Бусыгин А. М., Детали машин: учебник / А. М. Бусыгин. — Москва: КноРус, 2024. — 262 с. — ISBN 978-5-406-13019-3. — URL: https://book.ru/book/953852

2. Вереина Л.И. Техническая механика: учебное издание / Вереина Л.И., Краснов М.М. - Москва: Академия, 2024. - 352 с. (Специальности среднего профессионального образования). - URL: https://academia-library.ru - Текст: электронный

3. Гребенкин В. З. Техническая механика: учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. З. Гребенкин, Р. П. Заднепровский, В. А. Летягин; под редакцией В. З. Гребенкина, Р. П. Заднепровского. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 390 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10337-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/517738

Приложение 2.1.21
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

2021

Содержание

		Стр.
	Пояснительная записка	3
Л. р. № 1	«Изучение строения металлов и сплавов»	4
Л. р. № 2	«Изучение испытаний на растяжения»	7
Л. р. № 3	«Изучение методов определения твердости металлов»	10
Л. р. № 4	«Микроскопическое исследование структуры чугунов»	15
Л. р. № 5	«Микроскопическое исследование структуры углеродистых сталей»	18
Л. р. № 6	«Микроскопическое исследование структуры легированных сталей»	22
Л. р. № 7	«Микроскопическое исследование структуры сплавов после термообработки»	23
Л.р. № 8	«Микроскопическое исследование структуры цветных металлов»	26
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1 *Таблица определения твердости по Бринеллю*	30
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2 *Таблица сопоставления значений твердости*	31
	Список используемой литературы	32

Пояснительная записка

Методические указания направлены на оказание методической помощи обучающимся при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Материаловедение» для специальности среднего профессионального образования (далее СПО) **15.02.09 Аддитивные технологии** (базовая подготовка).

Выполнение лабораторных работ учащимися в процессе изучения курса является важнейшим этапом обучения, который способствует систематизации и закреплению полученных теоретических знаний и практических умений; формированию навыков работы с различными видами информации, развитию познавательных способностей и активности обучающихся.

Учебная дисциплина ОП.06 «Материаловедение» является обязательной частью общепрофессионального цикла ПОП-П в соответствии с ФГОС СПО по специальности **15.02.09 Аддитивные технологии.**

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
ОК 01	определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы	основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте	
ПК 2.1	оценивать соответствие исходного материала для изготовления изделий аддитивного производства предъявляемым технологическим требованиям по химическому составу и форме	типы материалов, используемых в качестве исходных для аддитивного производства	выполнения операций по входному контролю исходного сырья и определению расхода сырья

Лабораторная работа №1
«Изучение строения металлов и сплавов»

Время проведения-2 часа

Цель работы: Ознакомиться с приборами и методами исследования металлов и сплавов; Изучить работу металлографических микроскопов.

Приборы и материалы: металлографические микроскопы МЕТАМ РВ-21-1, МЕТ 2С; коллекции микрошлифов; наборы образцов металлов, альбом микроструктур.

Теоретические сведения.

Изучение строения металлов и сплавов производится методами макро- и микроанализа.

При *макроскопическом анализе* строение металлического сплава исследуют невооруженным глазом или с помощью лупы. Обычно он является предварительным видом исследования.

Макростроение сплава изучают на образцах или деталях, в изломе или на предварительно подготовленной поверхности, заключающейся в шлифовании и травлении. Такой образец называют макрошлифом.

Макроанализ находит широкое применение в промышленности, так как дает возможность выявлять раковины, шлаковые включения, трещины и другие дефекты строения сплава, химическую и структурную неоднородность.

Микроструктурный анализ проводится с целью исследования структуры металлов и сплавов под микроскопом на специально подготовленных образцах. Методами микроанализа определяют форму и размеры кристаллических зерен, обнаруживают изменения внутреннего строения сплава под влиянием термической обработки или механического воздействия на сплав, микротрещины и многое другое.

Микроструктурный анализ проводится на микрошлифах, при приготовлении которых необходимо учитывать, что:

– шлиф должен иметь минимальный деформированный слой;

– на поверхности шлифа не должно быть царапин и ямок;

– шлиф должен быть плоским (без «завалов»), чтобы его можно было рассматривать при больших увеличениях.

Шлиф, т.е. образец с плоской отполированной поверхностью, механическим методом готовят следующим образом. Вначале производят обработку образца на плоскость (заторцовку) с помощью круга. По краям следует снять фаску, чтобы при последующих операциях не порвать полировальное сукно. Затем производят шлифовку на специальной бумаге с разной величиной зерна абразива, уложенной на стекло. При переходе к следующему номеру бумаги образец разворачивают на 90º и шлифуют до тех пор, пока не исчезнут риски от предыдущей обработки. После шлифования на последней бумаге шлиф промывают в воде, чтобы частички абразива не попали на полировальный круг. После шлифовки производят полировку.

После полировки шлиф промывают в воде или спирте, сушат полированную поверхность фильтровальной бумагой. После полировки микроструктура, как правило, не бывает видна. Для выявления микроструктуры шлиф подвергают травлению – кратковременному действию реактива.

В результате такого сложного действия травителя выявляется микростроение образца. После травления шлиф промывают водой, сушат фильтровальной бумагой и ставят на столик микроскопа. При травлении границы зерен и сами зерна, имеющие различную кристаллографическую ориентировку или фазовый состав, растворяются под действием реактива неодинаково.

Сильнее протравившиеся зерна имеют шероховатую поверхность и при отражении в большей степени рассеивают световые лучи. Поэтому под микроскопом одни зерна выглядят более темными, другие - более светлыми. Границы зерен обладают повышенной энергией, так как являются дефектами кристалла с неправильной упаковкой атомов, растравливаются сильнее самих зерен, и поэтому под микроскопом кажутся темными линиями.

После травления поверхность шлифа имеет сложный микрорельеф, который характеризует строение металла.

Устройство и работа микроскопа

Увеличение при микроанализе выбирается в зависимости от цели исследования и изучаемой структуры. Максимальное увеличение обычных оптических микроскопов достигает 1500 раз. Однако при обычных исследованиях нормальных структур углеродистых и цветных сплавов достаточно увеличения от 90 до 600 раз. Как правило, изучение микроструктуры всегда начинают с малых увеличений (90 – 100 крат), а затем, по мере необходимости, переходят на большие увеличения.

В металлографическом микроскопе при наблюдении и фотографировании металлов используется отраженный свет от непрозрачного объекта-шлифа. На оптическом микроскопе можно получить увеличение исследуемого объекта в 50-2000 раз.

Разрешающая способность глаза ограничена и составляет 0,2 мм.

Разрешающая способность характеризуется разрешающим расстоянием, т.е. тем минимальным расстоянием между двумя соседними частицами, при котором они еще видны раздельно. Чтобы увеличить разрешающую способность, используется микроскоп.

В большинстве исследований применяют сухие объективы, работающие в воздушной среде (n = 1). Объектив дает увеличенное промежуточное изображение объектива, которое рассматривают в окуляр, как в лупу. Окуляр увеличивает промежуточное изображение объектива и не может повысить разрешающей способности микроскопа. Общее увеличение микроскопа равно произведению увеличений объектива и окуляра. Рекомендуется начинать микроанализ с использованием слабого объектива, чтобы вначале оценить общий характер структуры на большой площади. После просмотра структуры при малых увеличениях микроскопа используют объектив с такой разрешающей способностью, чтобы увидеть необходимые мелкие детали

структуры. Окуляр выбирают так, чтобы четко были видны детали структуры, увеличенные объективом. Собственное увеличение окуляра выгравировано на его оправе (например, 7х).

В металлографии микроанализу подвергаются непрозрачные для световых лучей объективы – микрошлифы, которые рассматривают в микроскоп в отраженном свете. Наводку на резкость осуществляют грубо, вращением макровинта. Тонкую наводку на резкость – вращением микровинта, который перемещает объектив по отношению к неподвижному предметному столику. Для рассмотрения разных участков шлифа предметный столик вместе со шлифом перемещают винтами относительно неподвижного объектива в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Определение величины зерна

Величина зерна оказывает существенное влияние на свойства сплава. По методу «секущей» подсчет числа зерен на выделенной площади заменяется подсчетом стыков (границ) плоских зерен. Для определения диаметра зерна d при данном увеличении микроскопа (100х) необходимо, используя окуляр (7х), имеющий измерительную линейку, посчитать на контрольном образце количество пересечений границ с осью шкалы окуляра «секущей». Аналогичный расчет проводится в двух других полях зрения. При подсчете определяют среднее арифметическое значение числа пересечений.

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Схема металлографического микроскопа.
4. Рисунок выявленной микроструктуры с описанием ее характера.
5. Расчет величины зерна выявленной микроструктуры.
6. Выводы.
7. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

- При каких увеличениях проводят макроанализ?
- Что такое макрошлиф?
- Какие задачи можно решать с помощью микроанализа?
- Как приготовить микрошлиф?
- В чем заключается механизм выявления структуры при
- травлении?
- Что такое разрешающая способность микроскопа?

Лабораторная работа №2
«Изучение испытаний на растяжения»

Время проведения-2 часа

Цель работы: Ознакомиться с проведением испытания на растяжение и определением показателей прочности и пластичности.

Приборы и материалы: Разрывная машина, штангенциркуль, мерительная линейка, набор образцов.

Теоретические сведения.

Для них из испытуемого материала изготовляют стандартные образцы, один из которых изображен на рисунке 1. Образцы испытывают на разрывных машинах, в которых необходимы осевые нагрузки, растягивают их и доводят до разрыва. Поведение образцов по мере роста нагрузки фиксируется на бумажной ленте с помощью особого записывающего устройства.

На рисунке 2 изображена примерная диаграмма, записанная при испытании образца из низкоуглеродистой стали. По оси абсцисс в определенном масштабе зафиксирован рост удлинения Δl образца, а по оси ординат - возникающая в его поперечном сечении нормальная сила N, численно равная осевой нагрузке F, прилагаемой к образцу. Характерные точки на диаграмме отмечены цифрами 1, 2, 3 и 4.

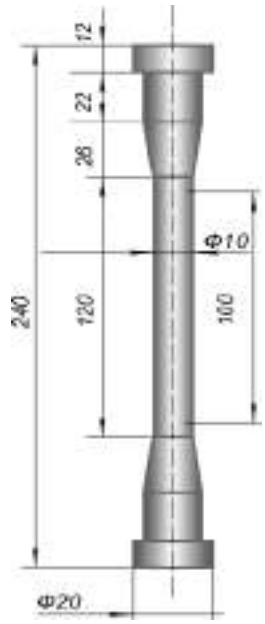


Рисунок 1

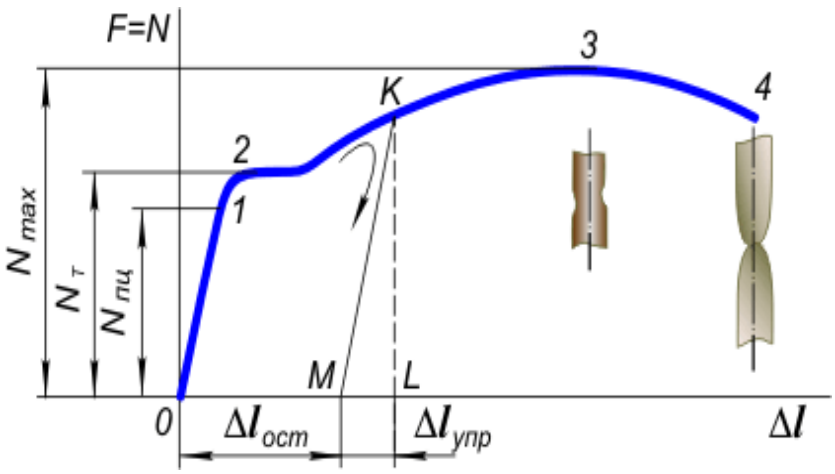


Рисунок 2

В начале испытания (до отметки *1* с ординатой $N_{пц}$) удлинение растет пропорционально силе N, тем самым подтверждается справедливость закона Гуна. Далее удлинение Δl возрастает непропорционально силе N. При некотором значении нормальной силы N_T (отметка *2*) образец удлиняется без увеличения нагрузки. Это явление называется текучестью металла.

По окончании стадии текучести материал образца снова начинает сопротивляться нагрузке до отметки *3* с ординатой N_{max}, после которой наблюдается снижение сопротивляемости образца нагрузке. Это обстоятельство объясняется тем, что на образце начинает появляться местное утончение (шейка) и в дальнейшем диаграмма фиксирует уже растяжение не всего образца, а только его участка в зоне образовавшейся шейки. Момент окончательного разрушения образца отмечен цифрой *4*.

Если после перехода через стадию текучести, например в момент, отмеченный на диаграмме точкой K (рисунок 2), образец разгрузить, то процесс разгрузки изобразится отрезком KM, параллельным отрезку в начале испытания. Как видим, после разгрузки остаточное удлинение $\Delta l_{ост}$ не стало равным удлинению образца, выраженному отрезком OL, а уменьшилось на значение упругого удлинения $\Delta l_{упр}$. Теперь если этот же образец подвергнуть повторному нагружению, то окажется, что линия нагрузки совпадет с линией MK, т. е. часть диаграммы левее этой линии не повторится. Следовательно, после предварительной вытяжки образца за стадию текучести его материал способен воспринимать большие нагрузки без остаточных деформаций. Явление повышения упругих свойств материала в результате предварительной вытяжки выше предела текучести называется наклепом.

Нормальные силы, возникающие в образце, и его удлинения не могут служить объективными критериями для оценки свойств материала, так как зависят от абсолютных размеров самого образца.

Чтобы получить механические характеристики материала, диаграмму, снятую при испытании образца, нужно перестроить в условную диаграмму растяжения (впервые была построена Я. Бернулли) в координатах (ε, σ), не зависящих от абсолютных размеров образца (рисунок 3). Для этого все ординаты и абсциссы на диаграмме в координатах (Δl, N) (см. рисунок 2) необходимо разделить соответственно на начальную расчетную длину l_0 и начальную площадь поперечного сечения A_0 образца (рисунок 4, а).

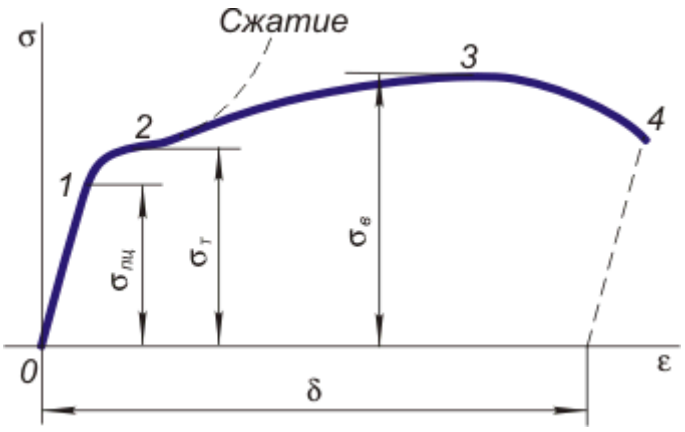


Рисунок 3

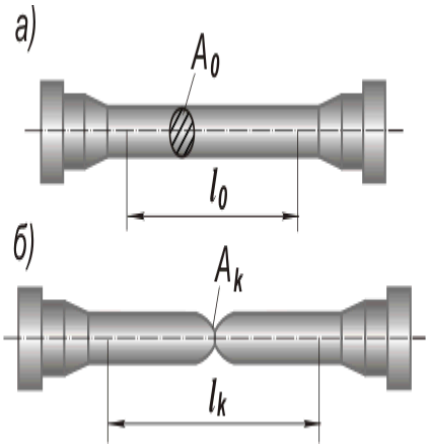


Рисунок 4

Разделив ординату $N_{пц}$ на A_0, получим предел пропорциональности $\sigma_{пц} = N_{пц} / A_0$, т. е. наибольшее напряжение, до которого справедлив закон Гука; разделив ординату N_T на A_0, получим предел текучести $\sigma_T = N_T / A_0$, т. е. напряжение, при котором происходит рост пластической деформации при неизменной нагрузке; разделив N_{max} на A_0, получимпредел прочности (временное сопротивление) $\sigma_в = N_{max} / A_0$, т. е. условное напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке, выдерживаемой образцом до разрушения.

При испытании некоторых пластических материалов (среднеуглеродистая сталь, медь, алюминий) на диаграмме растяжения не образуется ясно выраженной стадии текучести (рисунок 5). Для таких материалов вводится условный предел текучести, равный напряжению, при котором продольная деформация образца $\varepsilon = 0{,}002$, т, е. *0,2%*. Условный предел текучести обозначается $\varepsilon_{0,2}$.

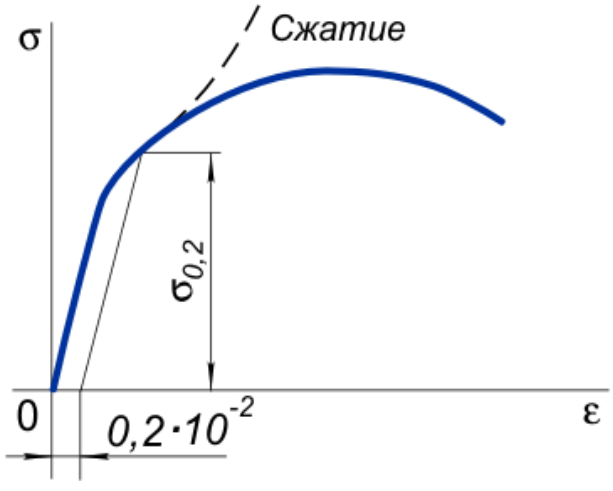


Рисунок 5

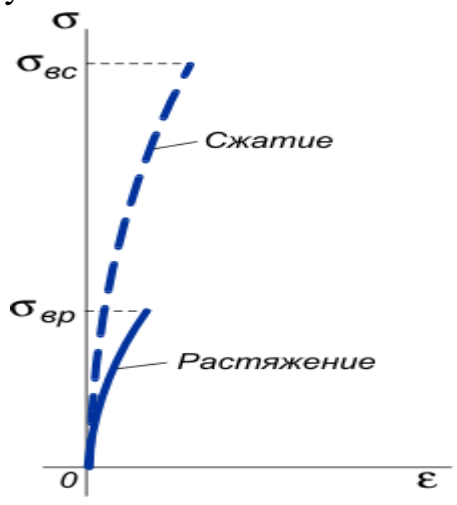


Рисунок 6

Пластичные свойства материала оцениваются остаточной деформацией при разрыве $\delta = [(l_k - l_0) / l_0] 100\%$, где l_k и l_0 - длины расчетной части образца после разрыва и до начала испытания (рисунок 4, б).

При испытании на сжатие пластические материалы до предела текучести ведут себя так же, как и при растяжении, но далее пластическая деформация растет медленнее. Образец постепенно сплющивается. На рисунках 3 и 5 зависимость между σ и ε при сжатии образцов показана штриховой линией.

При испытании хрупких материалов (например, чугунных образцов) установлено, что они способны выдерживать гораздо большие нагрузки при сжатии, чем при растяжении. Вид диаграмм при испытании чугунных образцов показан на рисунке 6. Сплошной линией изображена зависимость между σ и ε при растяжении, штриховой линией - при сжатии. По этим диаграммам определяют пределы прочности при растяжении ($\sigma_{вр}$) и при сжатии ($\sigma_{вс}$). Для хрупких материалов $\sigma_{вс} > \sigma_{вр}$.

Аналогичная диаграмма, но с более высокими ординатами, получается для закаленных сталей.

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Диаграмма растяжения (рис. 1).
4. Определения основных характеристик прочности и пластичности и заполнить протокол испытаний.

№ п/п	Снимаемые параметры	Обозначение	Размер	Численная величина
	Исходные данные			
1.	Рабочая длина образца до испытания	l_o	*мм*	
2.	Диаметр образца до испытания	d_o	*мм*	
3.	Площадь поперечного сечения образца до испытания	F_o	*мм²*	
4.	Масштаб записи диаграммы по деформации	M		
	Результаты испытаний			
5.	Нагрузка, соответствующая пластическому удлинению образца на 0,2 %	P_{02}	*кгс*	
6.	Максимальная нагрузка при испытании	P_{max}	*кгс*	
7.	Нагрузка в момент разрушения	$P_к$	*кгс*	
8.	Диаметр образца в месте разрушения	d_k	*мм*	
9.	Площадь поперечного сечения образца в месте разрушения	$F_к$	*мм²*	
10.	Рабочая длина образца после испытания	$l_к$	*мм*	
	Характеристика прочности и пластичности			
11.	Условный предел текучести	$\sigma_{0,2}$	*кгс/мм²*	
12.	Временное сопротивление (предел прочности)	σ_b	*кгс/мм²*	
13.	Истинное сопротивление разрушению	$S_к$	*кгс/мм²*	
14.	Относительное остаточное удлинение	δ_p	%	
15.	Относительное остаточное сужение	ψ_p	%	

6. Выводы.

Контрольные вопросы

- Какими механическими свойствами характеризуются конструкционные материалы?

- Что такое прочность?
- Что называется деформацией?
- Что такое условный предел текучести, временное сопротивление и истинное сопротивление разрушению?
- Какие вы знаете характеристики пластичности?

Лабораторная работа №3
«Изучение методов определения твердости металлов»

Время проведения-2 часа

Цель работы: Научиться измерять твёрдость металлических образцов различными методами; ознакомиться с условиями применения того или иного метода определения твёрдости; устройством приборов для измерения твёрдости.

Приборы и материалы: Приборы Бринелля, Роквелла; Образцы различных сплавов.

Теоретические сведения.

Твёрдостью называется способность металла оказывать сопротивление проникновению в него другого, более твердого тела.

Измерение твёрдости заключается во вдавливании наконечника ив более твёрдого материала (например, алмаз, закалённая сталь) в испытуемый материал. О величине твёрдости судят по полученной деформации. В зависимости от метода испытания, свойств наконечника и испытуемого материала твёрдость оценивается различными критериями.

Твёрдость можно определить различными способами. Наибольшее применение получили статические испытания:

- вдавливание стального закалённого шарика (твёрдость по Бринеллю)
- вдавливание вершины алмазного конуса (твёрдость по Роквеллу),
- вдавливание вершины алмазной пирамиды (твёрдость по Виккерсу).

Существуют общие требования к подготовке образцов и проведению испытания при определении твердости:

- изготовление образцов и подготовка поверхности должны осуществляться способами, исключающими изменения свойств металла из-за нагрева или наклёпа,
- поверхность образца должна быть чистой, без оксидных плёнок, следов ржавчины или окалины, трещин прочих дефектов,
- образцы должны быть определённой толщины. После нанесения отпечатка на обратной стороне образца не должно быть следов деформации,
- образец на подставке должен лежать жёстко и устойчиво. В процессе испытания образец не должен смещаться или прогибаться,
- прилагаемая нагрузка должна действовать перпендикулярно поверхности образца,
- нагрузка должна прилагаться и возрастать плавно до заданного значения, а далее поддерживаться постоянной в течение, определённого времени.

От степени твёрдости зависит возможность использования металла для изготовления различных деталей и инструментов. Твёрдость влияет на обрабатываемость металла: чем тверже металл, тем больше усилий требуется для его обработки. Испытание на твёрдость благодаря своей быстроте, простоте, а также возможности проводить испытания на готовых изделиях без их разрушения и повреждения получило очень широкое распространение.

ИЗМЕРЕНИЕ ТВЁРДОСТИ ПО БРИНЕЛЛЮ

Испытание на твёрдость по Бринеллю производится вдавливанием в испытуемый образец стального шарика определенного диаметра под действием заданной нагрузки в течение определённого времени. Схема испытания на твердость по Бринеллю дана на рис. I. В результате вдавливания шарика на поверхности образца образуется отпечаток (лунка).

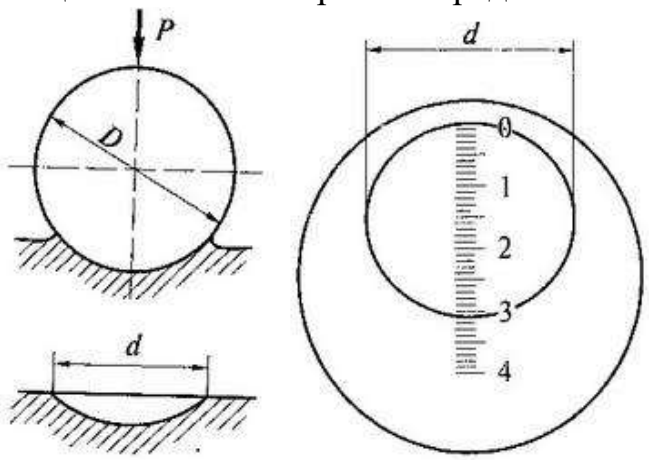


Рис. I. Схема испытания на твёрдость по способу Бринелля

Отношение нагрузки P/H к поверхности полученного отпечатка шарового сегмента; F (мм) даёт число твёрдости, обозначаемое HB.

Недостатки метода:

- Метод рекомендуется применять для материалов с твердостью до 650 HB;
- При вдавливании шарика по краям отпечатка из-за выдавливания материала образуются навалы и наплывы, что затрудняет измерение как диаметра, так и глубины отпечатка;
- Из-за большого размера тела внедрения (шарика) метод неприменим для тонких образцов.

Преимущества

- Зная твёрдость по Бринеллю, можно быстро найти предел прочности и текучести материала;
- Так как метод Бринелля — один из самых старых, накоплено много технической документации, где твёрдость материалов указана в соответствии с этим методом.
- Данный метод является более точным по сравнению с методом Роквелла на более низких значениях твёрдости (ниже 30 HRC).

ИЗМЕРЕНИЕ ТВЁРДОСТИ ПО РОКВЕЛЛУ.

Сущность метода заключается во вдавливании наконечника с алмазным контуром (шкалы А и Сэ) или со стальным шариком (шкала В) в испытуемый образец (изделие) под действием последовательно прилагаемых предварительной и основной нагрузок и в измерении остаточного увеличения и глубины проникновения этого наконечника после снятия основной нагрузки. Угол у вершины конуса алмазного наконечника составляет 120 град, диаметр стального шарика - 1,588 мм.

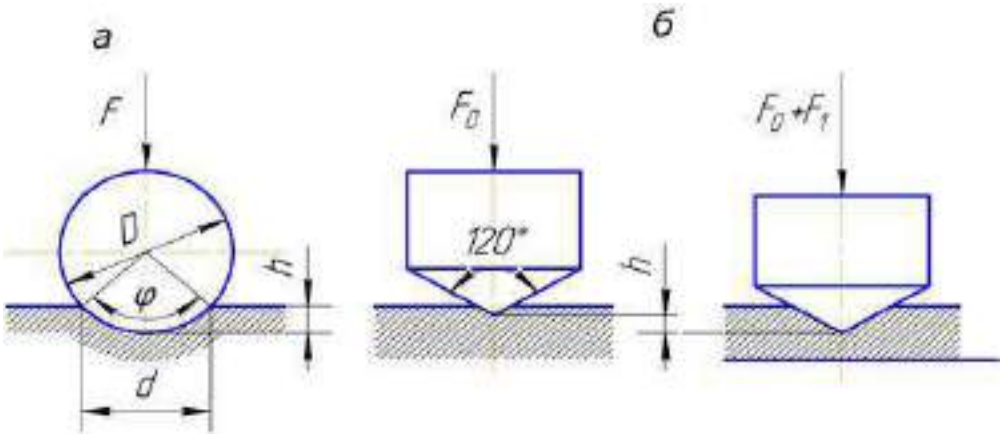


Рис.2 Схема испытания на твёрдость по способу Роквелла

Пределы измерения твердости по шкалам А, В и Сэ устанавливаются следующие:

шкала А : 70-85 ед. (твердые сплавы, изделия с высокой поверх.твердостью);

шкала Сэ: 20-67 ед. (окончательно термообработанная сталь);

шкала В: 25-100 ед. (мягкие металлы и сплавы).

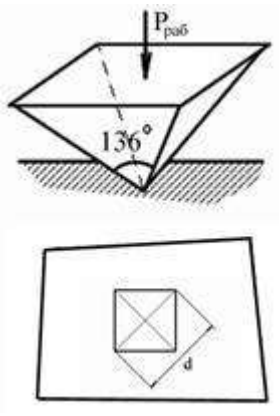
Твердость по Роквеллу - твердость, определяемая разностью между условной максимальной глубиной проникновения индентора и остаточной глубиной его внедрения е под действием основной нагрузки F1(P1) после снятия этой нагрузки, но при сохранении предварительной нагрузки Fo(Po).

Для обозначения твёрдости, определённой по методу Роквелла, используется символ HR, к которому добавляется буква, указывающая на шкалу по которой проводились испытания (HRA, HRB, HRC).

Преимущества метода

- высокую производительность. Измерение твердости по Роквеллу требует меньше времени (30-60 с), чем по Бринеллю;
- простоту обслуживания. Здесь не нужно измерять размеры отпечатка, так как число твердости отсчитывают непосредственно по шкале твердомера (она указана стрелкой);
- сохранение качественной поверхности после испытания. Измерение твердости по Роквеллу оставляет меньший отпечаток на поверхности детали, что практически не связано с порчей поверхности изделия;
- точность измерения;
- возможность проведения испытаний деталей после поверхностного упрочнения и объемной закалки.

ИЗМЕРЕНИЕ ТВЁРДОСТИ ПО ВИККЕРСУ.



Метод основан на вдавливании четырехгранной алмазной пирамидки с углом между противоположными гранями, равным 136°. Число твердости обозначается HV (кгс/мм2) и определяется отношением нагрузки к площади поверхности отпечатка. Нагрузка может изменяться в пределах от 1 до 100 кгс (от 10 до 1000 Н). Величина диагоналей определяется с помощью специального микроскопа, встроенного в прибор. Этот метод применяется для испытания твердых металлов, деталей весьма малых сечений и тонких наружных слоев — азотированных, цементированных и пр.

Вывод: По Бринеллю определяют твердость относительно мягких материалов: цветных металлов и их сплавов, отожженной стали, чугунов (кроме белого).

По Роквеллу чаще всего определяют твердость очень твердых материалов: закаленных сталей, твердых сплавов, керамики, твердых покрытий, в том числе наплавленных слоев достаточной глубины на сталях и чугунах. Но на приборе Роквелла можно определять твердость и сравнительно мягких материалов.

Метод Виккерса используется для испытания твердости деталей малой толщины или тонких поверхностных слоев, имеющих высокую твердость. Реже этот метод применяется для измерения твердости твердых и мягких материалов.

Методика проведения испытаний на твердость по Бринеллю при помощи стационарных твердомеров:

1. Выбрать необходимую нагрузку.
2. Наконечник с шариком закрепить в шпинделе.
3. На столик поместить испытуемый образец.
4. Поднять столик и предварительно прижать образец к шарику без приложения нагрузки.
5. Запустить твердомер для приложения к детали необходимой нагрузки.
6. После сигнала, опустить столик, образец передвинуть и повторить испытание.
7. Измерить диаметр отпечатка.
8. По измеренному отпечатку сделать вывод о твердости образца.

Методика проведения испытаний на твердость по Роквеллу при помощи стационарных твердомеров:

1. Выбрать необходимую нагрузку.
2. Наконечник с алмазным конусом закрепить в шпинделе.
3. На столик поместить испытуемый образец.
4. Поднять столик и прижать образец к конусу, приложив предварительную нагрузку.
5. Снять предварительную нагрузку. Повторить предварительное нагружение в другом месте образца.
6. Вращением барабана установить нуль шкалы против конца большой стрелки индикатора.
7. Запустить механизм для приложения к детали необходимой нагрузки.

8. После сигнала опустить столик, передвинуть образец и повторить испытание в другом месте.
9. Измерить глубину отпечатка ho, полученного при приложении предварительной нагрузки, и измерить глубину отпечатка h, полученного при приложении окончательной необходимой нагрузки.
10. По измеренному отпечатку сделать вывод о твердости образца.

Задание.
1. Изучить теоретический материал по теме занятия.
2. Ознакомиться с приборами и методами определения твёрдости.
3. Измерить твердость предложенных образцов металлов и сплавов на приборах. Данные внести в табл. 1 и 2 соответственно.
4. Определить приблизительное значение предела прочности по данным измерения твёрдости по Бринеллю.
5. Проанализировать результаты измерений и написать отчет.

Результаты испытания твёрдости по Бринеллю вносятся в табл. 1.

Таблица 1

Результаты эксперимента: измерение твёрдости по Бринеллю

Материал	**Нагрузка, кгс**	**Диаметр шарика *D*, мм**	**Диаметр отпечатка *d*, мм**	**Твёрдость, *HB***
1	**2**	**3**	**4**	**5**

Таблица 2

Результаты эксперимента: измерение твёрдости по Роквеллу

Материал	**Нагрузка, кгс**	**Твердость, *HRC***	**Значение твердости *HB* по переводной таблице**
1	**2**	**3**	**4**

Содержание отчета
1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Заполненные таблицы 1 и 2.
6. Выводы.

Контрольные вопросы
- Каким методом определяют твёрдость закалённой стали?
- Каким методом определяют твёрдость отожженной (мягкой) стали?
- Какой метод используется при определении твёрдости тонких поверхностных слоёв?
- Как нужно подготовить образец к испытанию твёрдости?

- Какой метод измерения твёрдости является более универсальным: по Бринеллю или по Роквеллу?

Лабораторная работа №4
«Микроскопическое исследование структуры чугунов»

Время проведения-2 часа

Цель работы: Изучение микроструктуры различных чугунов. Изучить маркировку и практическое применение чугунов.

Приборы и материалы: Металлографические микроскопы; Коллекция шлифов чугунов; альбом фотографий микроструктур чугунов.

Теоретические сведения.

Чугун – это железоуглеродистый сплав с содержанием углерода от 2,14 до 6 %. Кроме этих элементов, в чугуне содержится еще ряд примесей (кремний, марганец, сера, фосфор и др.). С целью улучшения свойств в чугуны могут вводиться легирующие элементы, такие как хром, никель, медь и др.

Положительными свойствами этого материала являются, хорошие литейные свойства (температура плавления ниже чем у стали, малая усадка, хорошая жидкотекучесть); хорошая обрабатываемость резанием (кроме одной разно-видности – белого чугуна); достаточно высокая работоспособность в условиях трения; способность гасить (демпфировать) вибрации; низкая стоимость.

Недостатком чугуна являются его низкие пластические свойства и ударная вязкость, что препятствует использованию чугуна для изготовления деталей, работающих при значительных динамических, ударных нагрузках, и делает невозможным в большинстве случаев использование обработки давлением (ковки, штамповки, прокатки и т. д.) для изготовления чугунных изделий.

В зависимости от состояния углерода в чугуне, различают: белые, серые, высокопрочные, ковкие чугуны и чугуны с вермикулярным графитом.

Белыми называют чугуны, в которых весь углерод находится в связанном состоянии в виде цементита (карбид железа).

Чугуны, в которых углерод находится в свободном виде, классифицируют по форме графитовых включений:

1.Серый чугун. В нем содержится графит в виде пластинчатых включений.

2.Ковкий чугун с хлопьевидными включениями графита.

3.Высокопрочный чугун, в котором графит имеет шаровидную форму.

Серый чугун получают при литье изделий обеспечивая медленное охлаждение металла. Для графитизации углерода в расплав обязательно добавляется кремний. Маркируется он буквами СЧ, после которых ставится цифра, показывающая предел прочности при растяжении в кг/мм2 (ГОСТ 1412-85). Например, СЧ12. Применяется серый чугун для изготовления слабонагруженных деталей, работающих в легких условиях. Например, корпуса редукторов, насосов, электродвигателей, различные крышки, отопительные батареи и т.п.

Ковкий чугун получают из белого чугуна путем специального отжига. Это длительная (70 – 80 часов) термическая обработка, при которой белый чугун медленно нагревается до температур 950-1000 °С и после определенной выдержки мед-

ленно охлаждается по определённой схеме. При таком отжиге происходит графитизация цементита белого чугуна с образованием хлопье-видных включений графита. Обозначается ковкий чугун буквами КЧ, после которых следуют цифры, показывающие первая цифра-предел прочности при растяжении в кг/мм2, вторая цифра - относительное удлинение в % (ГОСТ 1215 в редакции 1992 г.). Например, КЧ30-6 Применяется этот чугун для изготовления деталей, работающих в более тяжелых условиях по сравнению с деталями из серого чугуна при повышенных нагрузках, при знакопеременных и небольших ударных нагрузках. Например, картеры редукторов, коробок передач автомобилей, кронштейны рессор, различные крюки, фланцы и т.п.

Высокопрочный чугун получают при выплавке серого чугуна путем его модифицирования его магнием или церием в количестве 0,05 – 0,1 %. Модификаторы способствуют формированию шаровидных включений графита в место пластинчатых. Обозначаются высокопрочные чугуны буквами ВЧ и цифрой, показывающей предел прочности при растяжении (ГОСТ 7293-85). Например, ВЧ 40. Применяется высокопрочный чугун для изготовления ответственных деталей, работающих в довольно сложных условиях при повышенном нагружении. Например, коленчатые и распределительные валы легковых автомобилей, прокатные валки, корпуса турбин, детали кузнечно-прессового оборудования и др.

Различают еще чугуны с особыми свойствами:

1)антифрикционные чугуны (ГОСТ 1585-85) – обозначаются первыми буквами АЧ и порядковым номером, например,

АЧС-1 – антифрикционный серый чугун с порядковым номером марки 1;

АЧВ-2 – антифрикционный высокопрочный чугун с порядковым номером марки 2;

АЧК-2 – антифрикционный ковкий чугун с порядковым номером марки 2;

2)жаростойкие чугуны (ГОСТ 7769 – 82) – обозначаются буквами ЖЧ, после которых идет буквенное обозначение легирующих элементов (Н – никель, Д – медь и др., аналогично обозначению легирующих элементов в стали) и цифры, указывающие концентрацию элементов в %%; например,

ЖЧХ-2,5 – жаростойкий чугун хромистый с содержанием хрома 2,5%;

ЖЧС-5,5 – жаростойкий чугун, легированный кремнием с содержанием 5,5%;

Чугуны для деталей, работающих в специфических условиях (агрессивные среды, высокие температуры и др.) получают путем введения легирующих элементов, способствующих повышению необходимых свойств. Такие чугуны называют легированными или чугунами специального назначения. Они дешевле легированных сталей и вследствие лучших литейных свойств оказываются предпочтительнее для получения отливок.

Задание.

1.Изучить классификацию чугунов по состоянию углерода и металлической основе.

2. Изучить микроструктуру, свойства и маркировку серого чугуна. Зарисовать схему микроструктуры.

3. Изучить микроструктуру, свойства и маркировку высокопрочного чугуна. Зарисовать схему микроструктуры.

4. Изучить микроструктуру, свойства и маркировку ковкого чугуна. Зарисовать схему микроструктуры

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Фрагмент диаграммы Fe – Fe3C (2,14 – 6,67 %C).
4. Схемы микроструктур исследованных образцов с указанием их марок.
5. Выводы.
6. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

- Какие сплавы относятся к чугунам?
- На какие группы подразделяют чугуны?
- Какую диаграмму состояния используют при анализе микроструктуры белых чугунов?
- Почему белый чугун имеет ограниченное использование?
- Каким методом получают серые чугуны?
- Как маркируют ковкие чугуны?

Лабораторная работа №5
«Микроскопическое исследование структуры углеродистых сталей»

Время проведения-2 часа

Цель работы: Изучение микроструктуры различных чугунов. Изучить маркировку и практическое применение углеродистых сталей.

Приборы и материалы: Металлографические микроскопы; Коллекция шлифов сталей в равновесном состоянии с различной массовой долей уг-лерода; альбом фотографий микроструктур сталей.

Теоретические сведения.

Сталью называют железоуглеродистый сплав, содержащий до 2,14% углерода.

Основными компонентами углеродистых сталей являются железо и углерод.

Железо является полиморфным металлом, имеющим разные кристаллические решетки в различных температурных интервалах. При температурах ниже 910 °С, железо существует в α -модификации, кристаллическое строение которой пред-

ставляет собой объемно-центрированную кубическую решетку. Эта аллотропическая модификация железа называется α -железом. В интервале температур от 910 °С до 1392 °С существует γ -железо с гранецентрированной кубической решеткой.

Углерод является неметаллическим элементом, обладающим полиморфизмом. В природе встречается в виде графита и алмаза. В углеродистых сталях эти компоненты взаимодействуют, образуя, и зависимости от их количественного соотношения и температуры, разные фазы, представляющие собой однородные части сплава. Это взаимодействие заключается том, что углерод может растворяться как в жидком (расплавленном) железе, так и в различных его модификациях в твердом состоянии. Кроме того, он может образовывать с железом химическое соединение. Таким образом, в углеродистых сталях

различают следующие фазы: жидкий сплав (Ж), твердые растворы - феррит (Ф) и аустенит (А) и химическое соединение цементит (Ц).

Феррит - твердый раствор внедрения углерода в α -железе. Имеет объемно-центрированную кубическую решетку и содержит при нормальной температуре менее 0,006 % углерода. У феррита низкие твердость и прочность, высокие пластичность и ударная вязкость.

Аустенит - твердый раствор внедрения углерода в γ -железе, при нормальной температуре в углеродистых сталях в равновесном состоянии не существует.

Цементит - химическое соединение железа с углеродом, карбид железа Fe3C. Он обладает сложной кристаллической решеткой, содержит 6,67 % углерода. Для цементита характерна высокая твердость и очень низкая пластичность.

Согласно фазовой диаграмме "железо - цементит" углеродистые стали при нормальной температуре состоят из двух фаз: феррита и цементита. Одному проценту углерода соответствует 15 процентов цементита. Исходя из этого массовая доля цементитной фазы находится умножением массовой доли углерода, содержащегося в стали, на 15. Поскольку в феррите содержится очень малая доля процента углерода, то практически весь углерод, имеющийся в стали, входит в состав цементита. Поэтому увеличение массовой доли углерода в стали ведет к увеличению массовой доли цементитной фазы,

что приводит к повышению твердости и прочности, понижению пластичности и ударной вязкости.

Фазы в углеродистых сталях определенным образом располагаются в их объемах, образуя в зависимости от массовой доли углерода, ту или иную структуру. Равновесные структуры углеродистых сталей указываются на структурной диаграмме "железо - цементит".

По сопоставлению с эвтектоидным составом углеродистые стали

подразделяются на: доэвтектоидные, эвтектоидную и заэвтектоидные.

Эвтектоидная сталь содержит 0,8 % С и имеет перлитную структуру– эвтектоидная смесь феррита и цементита. Перлит любой углеродистой стали содержит 0,8 % С. Строение перлита таково,что дисперсные частицы цементита равномерно

расположены в ферритной основе. В литой, горячекатанной и кованой стали присутствует пластинчатый перлит, состоящий из пластинок феррита и цементита. В отожженной стали присутствует зернистый перлит, где цементит находится в форме зернышек.

При микроскопическом исследовании для случая большой степени дисперсности цементитных частиц или малых увеличений микроскопа двухфазное строение перлита может не выявляться. В таких случаях перлит выявляется и виде сплошного темного фона.

Доэвтектоидные стали содержат от 0,02 до 0,8 % С и имеют фер-

ритно-перлитную структуру. Здесь светлые зерна – это феррит, а темные участки представляют собой перлит, являющийся двухфазной структурной составляющей, состоящей из пластинок феррита и цементита.

Количественное соотношение этих структурных составляющих зависит от массовой доли углерода в стали. Поскольку феррит содержит очень мало углерода (менее 0,006 %), то основным носителем углерода в доэвтектоидной стали является перлит, характеризующийся постоянной массовой долей углерода (0,8 %). Поэтому с увеличением в стали массовой доли углерода доля перлита в структуре увеличивается, а феррита соответственно уменьшается. Изменение структуры влечет за собой изменения механических свойств. Направление этих изменений можно определить на основе сопоставления свойств структурных составляющих. Перлит содержит 88 % ферритной фазы и 12 % цементитной и поэтому, по сравнению с ферритной структурной со-

ставляющей, обладает большей твердостью и прочностью. Следовательно, с увеличением массовой доли углерода в доэвтектоидной стали увеличивается доля перлита в ее структуре, что приводит к увеличению твердости и прочности и уменьшению пластичности и ударной вязкости.

Заэвтектоидные стали содержат углерода от 0,8 до 2,14 % и имеют структуру, которая состоит из перлита и цементита. Структурно-свободный цементит (цементит вторичный) в объеме медленно охлажденной стали располагается вокруг перлитных зерен и металлографически это проявляется в виде цементитной сетки. Такое расположение вторичного цементита способствует повышению хрупкости и снижению вследствие этого, прочности. Поэтому от цементитной сетки избавляются путем отжига на зернистый перлит, добиваясь более равномерного распределения зерен цементита в стали.

Сталь классифицируют по способу производства, химическому составу, назначению, структуре и качеству.

По химическому составу стали делятся на углеродистые и легированные.

Углеродистой называют такую сталь, в которой углерод является основным элементом, определяющим ее свойства. Эта сталь подразделяется на низко-, средне- и высокоуглеродистую с содержанием углерода соответственно: до 0,25%, от 0,25 до 0,5% и от 0,5 до 2,14%.

Низкоуглеродистые стали - чаще применяют в строительных конструкциях: среднеуглеродистые стали – в машиностроительных;

высокоуглеродистые стали – в инструментальном производстве.

Марка сталей обозначается сочетанием букв и цифр. Сталь углеродистая обыкновенного качества маркируется буквами Ст, что означает «сталь», после которых ставится одна из цифр от 0 до 6. Цифра в обозначении марки указывает номер стали, определяющий ее состав и свойства. Причем, чем выше номер, тем больше в стали углерода. Так, в Ст1 углерода может быть 0,06 – 0,12%; в стали Ст3 – углерода 0,14 – 0,22%; в стали Ст6 – углерода 0,38 – 0,49%.

Углеродистая сталь может быть трех степеней раскисления - спокойная, полуспокойная и кипящая. Для лучшей характеристики стали к ее марке добавляют соответствующие буквы сп, пс, кп. Например, Ст2кп, Ст3сп, Ст5пс, Ст5сп.

В соответствии с ГОСТ 380-71 в некоторых марках стали допускается содержание марганца до 1% и более. При маркировке таких сталей перед буквами, означающими степень раскисления, ставится буква Г. Например, Ст3пс может содержать марганца 0,4 – 0,65%, а Ст3Гпс содержит марганца 0,8 –1,1%; Ст5пс содержит марганца 0,5- 0,8%, а Ст5Гпс – 0,8 – 1,2%.

Стали углеродистые обыкновенного качества, изготовляемые по ГОСТ 380 – 71, в зависимости от гарантируемых характеристик и назначения делятся на три группы.

Стали группы А характеризуются механическими свойствами.

Стали группы Б характеризуются химическим составом.

Стали группы В характеризуются механическими свойствами и химическим составом.

По ГОСТ 1050-74 выпускается углеродистая качественная конструкционная сталь. В зависимости от механических свойств эта сталь делится на пять категорий. В углеродистых качественных сталях нормируется содержание углерода, кремния, марганца, хрома, серы и фосфора. По содержанию углерода сталь и маркируется.

Марка углеродистых качественных сталей состоит из двух цифр, которые указывают на примерное содержание углерода в сотых долях процента.

В качественных конструкционных сталях жестче ограничения по содержанию вредных примесей, чем в сталях обыкновенного качества.

Конструкционные стали применяются для изготовления деталей машин и строительных металлоконструкций.

Инструментальные стали идут на изготовление режущего, измерительного, штампового и др. инструментов и подразделяется на углеродистые, легированные, штамповые и быстрорежущие. Эти стали маркируются буквой У и следующей за ней цифрой, показывающей среднюю массовую долю углерода в десятых долях процента. Например, сталь У10 – инструментальная углеродистая качественная сталь со средней массовой долей углерода 1 %. Если в конце марки стоит буква "А", это означает, что сталь высококачественная, т.е. содержит меньше вредных

примесей (серы менее 0,018 % и фосфора менее 0,025 %). Для режущего инструмента (фрезы, зенкеры, сверла, ножовки, напильники и т.п.) обычно применяют заэвтектоидные стали (У10, У11, У12, У13). Деревообрабатывающий инструмент, зубила, отвертки, топоры и т. п. изготавливают из сталей У7 и У8.

Задание.

1. Изучить классификацию сталей.
2. Изучить микроструктуру, свойства и маркировку углеродистой конструкционной стали. Зарисовать схему микроструктур.
3. Изучить микроструктуру, свойства и маркировку углеродистой инструментальной стали. Зарисовать схему микроструктур.

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Фазовая и структурная диаграмма Fe – Fe3C.
4. Схемы микроструктур углеродистых сталей: доэвтектоидной, эвтектоидной, заэвтектоидной, с указанием марки стали, ее химического состава и механических свойств, назначения стали.
5. Выводы.

Контрольные вопросы

- Что такое сталь?
- Для чего применяется конструкционная сталь.
- Дать определение фаз углеродистых сталей (феррита, цементита, аустенита).
- Влияние массовой доли углерода на количественное соотношение фаз и механические свойства стали.
- Как маркируются конструкционные и инструментальные углеродистые стали?
- Как подразделяются углеродистые стали по качеству?

Лабораторная работа №6
«Микроскопическое исследование структуры легированных сталей»

Время проведения-2 часа

Цель работы: Изучить процесс легирования; изучить микроструктуры различных видов легированной стали. Изучить маркировку и практическое применение легированной стали.

Приборы и материалы: Металлографические микроскопы; Коллекция шлифов сталей; альбом фотографий микроструктур, таблицы химических составов сталей.

Теоретические сведения.

Сталью называют железоуглеродистый сплав, содержащий до 2,14% углерода. Сталь классифицируют по способу производства, химическому составу, назначению, структуре и качеству.

По химическому составу стали делятся на углеродистые и легированные:

- Углеродистой называют такую сталь, в которой углерод является основным элементом, определяющим ее свойства.
- Легированными называют стали, в которых, кроме железа, углерода, случайных примесей и технологических добавок, содержатся легирующие элементы для придания сталям специальных свойств.

Основными легирующими элементами являются марганец, кремний, хром, никель, вольфрам, молибден и др.

Легированные стали делят на низколегированные с общим содержанием легирующих элементов до 2,5 %, среднелегированные – 2,5 – 10,0 % и высоколегированные – более 10 %.

Основной целью легирования является изменение строения стали и ее физико-механических свойств. Легированием можно повысить твердость стали, сопротивление износу и коррозии и т.д. В зависимости от входящих в состав сталей легирующих элементов их называют хромистыми, хромоникелевыми, ванадиевыми и т.п.

Для обозначения марок сталей принята буквенно-цифровая система. Легирующие элементы обозначаются буквами: С — кремний, Г — марганец, Х — хром, Н — никель, М — молибден, В — вольфрам, Р — бор, Т— титан, Ю — алюминий, Ф — ванадий, Ц — цирконий, Б — ниобий, А — азот, Д — медь, К — кобальт, П — фосфор и т. д. Цифры, стоящие перед буквами, показывают содержание углерода в конструкционных сталях в сотых долях процента, в инструментальных — в десятых долях процента. Цифры, стоящие за буквами, показывают содержание легирующих элементов в процентах. Если содержание элементов не превышает 1,5 %, то цифры не ставят. Буква А, стоящая в конце марки, означает, что сталь высококачественная, Ш-особо высококачественная.

Задание.

1. Изучить классификацию легированных сталей.
2. Изучить микроструктуру, свойства и маркировку легированной конструкционной стали. Зарисовать схему микроструктур.
3. Изучить микроструктуру, свойства и маркировку легированной инструментальной стали. Зарисовать схему микроструктур.

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Схема микроструктур исследуемых сталей с указанием структурных составляющих.
4. Химический состав заданных сталей, их механические свойства и применение.
5. Выводы.

Контрольные вопросы

- Как классифицируют конструкционные легированные стали?
- Каким образом маркируют легированные стали?
- Какие изменения происходят при легировании феррита?
- Как происходит процесс легирования.
- Как маркируется быстрорежущая сталь

Лабораторная работа №7
«Микроскопическое исследование структуры сплавов после термообработки»

Время проведения-2 часа

Цель работы: Ознакомиться с процессом цементации и микроструктурой цементованного слоя.

Приборы и материалы: Металлографические микроскопы; образцы цементованных сталей; альбом фотографий микроструктур сплавов.

Теоретические сведения.

Цементацией (науглераживанием) называется химико-термическая обработка, заключающаяся в диффузионном насыщении углеродом поверхностного слоя детали путем нагрева ее без доступа воздуха в науглераживающей среде (карбюризаторе). Как правило, цементацию проводят при температурах выше точки АС3 с выдержкой при этой температуре в течение определенного времени, зависящего от требуемой толщины цементованного слоя и марки цементируемой стали.

Наибольшее распространение получила цементация в твердой (древесный уголь) и газообразной (природный газ, метан и др.) средах. Науглероживание осуществляется атомарным углеродом, выделяющимся при диссоциации окиси углерода или других углеводородов.

Атомарный углерод, взаимодействуя с нагретой до аустенитного состояния стали, диффундирует в глубь поверхностного слоя и растворяется в γ – железе. Так как γ – железо обладает способностью растворять значительное количество углерода (до 2,0 %), цементация проводится при температуре выше АС3 (920 – 950 °С). Массовая доля углерода в поверхностном слое определяется пределом растворимости углерода в аустените (т.е. линией SE диаграммы Fe – Fe3C).

При температуре цементации диффузионный слой состоит только из аустенита, а после медленного охлаждения – из продуктов его распада: феррита и цементита. Концентрация углерода при этом обычно не достигает предела насыщения (С max) при данной температуре. Цементованный слой имеет переменную концентрацию углерода по глубине, убывающую от поверхности к сердцевине детали. В связи с этим после медленного охлаждения в структуре цементованного слоя можно различить (от поверхности к сердцевине) три зоны: заэвтектоидную, состоящую из перлита и вторичного цементита, последний образует сетку по бывшему зерну аустенита; эвтектоидную, состоящую из пластинчатого перлита; доэвтектоидную, состоящую из перлита и феррита (рис. 1в). Ближе к сердцевине изделия содержание углерода снижается, а, следовательно, в структуре стали уменьшается количество перлита и увеличивается количество феррита.

Поверхностный слой имеет лучшие свойства при содержании углерода в пределах 0,9 – 1,1 %. При более высоком содержании углерода он становится излишне хрупким, при меньшем содержании высокая твердость после закалки не достигается.

Различают полную и эффективную толщину цементованного слоя. Под полной толщиной понимают всю толщину, в пределах которой содержание углерода уменьшается от максимального на поверхности до исходного в сердцевине. Практическое значение имеет эффективная (техническая) толщи-

на, за которую принимают расстояние в мм от поверхности до того места, в котором массовая доля углерода равна 0,4 %. На изображенной схеме структурных зон эффективной толщине цементованного слоя соответствует расстояние от поверхности до места, в котором структура состоит из 50 % перлита и 50 % феррита и имеющего твердость после термообработки HRC 50. Эффективная толщина цементованного слоя обычно составляет 0,5 – 1,8 мм.

Цементацией достигается лишь выгодное распределение углерода по сечению детали. Окончательные свойства цементованных деталей получают в результате термической обработки, состоящей из закалки и низкого отпуска. Структура цементованного слоя, состоящая из мелкоигольчатого мартенсита отпуска, должна обеспечивать поверхностную твердость 59 – 62 HRC.

Назначение цементации и последующей термической обработки – получение высокой твердости и износостойкости поверхностного слоя при сохранении вязкой, хорошо выдерживающей динамические нагрузки сердцевины. Цементации подвергают детали, изготовленные из низкоуглеродистой (0,1 – 0,25 %), чаще легированной стали, такие как шестерни, поршневые пальцы, шейки валов и осей, измерительный инструмент и др. Выбор таких сталей необходим для того, чтобы сердцевина изделия, не насыщаясь углеродом при цементации, сохраняла высокую вязкость после закалки.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ЦЕМЕНТОВАННОГО СЛОЯ

Толщину цементованного слоя определяют с помощью макро – и микроанализа, а также измерением твердости. Макроанализ позволяет быстро определить толщину с точностью, достаточной для производственных условий. Для этого цементованный образец погружают на 1 – 2 мин. в реактив состава: 2 г $CuCl2\ 2H2O$ и 1 мл HCl на 100 мл спирта. Мягкая нецементованная сердцевина покрывается красным налетом меди, а

науглероженный слой не изменяется. Толщина слоя измеряется при помощи лупы или отсчетного микроскопа. Цементованный слой можно также выявить раствором гипосульфита на шлифованной поверхности металла. В результате этого взаимодействия зерна феррита покрываются темной пленкой сернистого железа, а высокоуглеродистая цементованная полоса остается светлой.

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Схема микроструктуры цементованного слоя с указанием структурных зон и структурных составляющих каждой зоны.
4. Определение толщины цементованного слоя заданной стали.
5. Выводы.

Контрольные вопросы

- Что называется цементацией?
- Для чего применяется цементация?
- Какие стали подвергают цементации?
- В какой среде производится науглераживание?
- Какое оптимальное содержание углерода в поверхностном слое цементованной стали?
- Что называется эффективной толщиной цементованного слоя?

Лабораторная работа №8
«Микроскопическое исследование структуры цветных металлов»

Цель работы: Изучить микроструктуры различных видов цветных металлов. Изучить маркировку и практическое применение цветных металлов и их сплавов

Приборы и материалы: Металлографические микроскопы; Коллекция шлифов различных металлов; альбом фотографий микроструктур сплавов.

Теоретические сведения.

К цветным металлам и сплавам относятся практически все металлы и сплавы, за исключением железа и его сплавов, образующих группу чёрных металлов. Чаще всего цветные металлы применяют в технике и промышленности в виде различных сплавов, что позволяет изменять их физические, механические и химические свойства в очень широких пределах. Кроме того, свойства цветных металлов изменяют путём термической обработки, за счёт искусственного и естественного старения и т. д.

Цветные металлы подвергают всем видам механической обработки и обработки давлением — ковке, штамповке, прокатке, прессованию, а также резанию, сварке, пайке.

Из цветных металлов изготовляют литые детали, а также различные полуфабрикаты в виде проволоки, профильного металла, круглых, квадратных и шестигранных прутков, полосы, ленты, листов и фольги. Значительную часть цветных металлов используют в виде порошков для изготовления изделий методом порошковой металлургии, а также для изготовления различных красок и в качестве антикоррозионных покрытий.

Медь (металл красноватого цвета) обладает достаточно высокой химической стойкостью, прекрасной полируемостью, высокой ковкостью, хорошей свариваемостью, противокоррозионной стойкостью. Медь служит ценным материалом для изготовления паровозных топок, пищевых котлов, испарителей, медной проволоки.

Сплавы меди. Латунь (сплав меди с цинком) в отличие от меди, имеет более высокую прочность и коррозийную стойкость, легко обрабатывается давлением в горячем и холодном состоянии. Обладая высокими технологическими свойствами, латунь используется для производства мелких деталей, которые требуют хорошую обрабатываемость.

По ГОСТу латунь обозначается буквой Л с цифрами, соответствующими процентному содержанию меди и цинка имеются ещё и другие добавки, то после буквы Л составляется обозначения добавок, после которых следуют цифры, указывающие среднее процентное содержание компонентов латуни, а латунь получает название по введённым в неё добавкам. Например, латунь марки ЛС 59-1 расшифровывается так: латунь свинцовистая с 59% меди, 1% свинца и 40% цинка.

Бронза, являясь сплавом меди с оловом, реже – с алюминием, свинцом и другими элементами, за исключением цинка и никеля, обладает высокими литейными свойствами. Такой сплав, как правило, используют в машиностроении и других отраслях промышленности, а также для художественного литья. Кроме того, бронза является отличным материалом для производства арматуры, всевозможных шестерен, подшипников, втулок и баков.

Бронзы по ГОСТу обозначаются так же, как и латунь, с той лишь разницей, что цифры, следующие за буквами, указывают только процентное содержание примесей в сплаве (остальное медь). Например, Бр.ОЦСН 3-7-5-1 расшифровывается так: бронза оловянистой – цинково – свинцовисто – никелевая, содержащая 3% олова, 7% цинка, 5% свинца и 1% никеля.

Алюминий (серебристый металл) имеет низкую прочность, малую плотность, но хорошую стойкость к атмосферной коррозии. В строительстве в чистом виде применяется редко, например, для производства фольги, краски. Чтобы повысить прочность металла, в алюминий вводят легирующие добавки и проводят некоторые технологические действия.

Сплавы алюминия делятся на литейные и деформируемые. Наибольшее применение из литейных сплавов получил силумин, а из деформируемых – дюралюмин.

Силумин представляет собой сплав алюминия с 8-14% кремния.

Он обладает хорошими литейными качествами и используется для отливки сложных деталей в песчаные формы, в кокиль и под давлением. Из силумина изготовляют колеса самолетов, детали электроизмерительных, судовых и других приборов.

Дюралюминами называются сплавы алюминия с медью (2,25- 5,2%), магнием (0,2-1,8%) и марганцем (0,1-1%). Они обладают достаточно высокой прочностью, пластичностью и делятся на три группы: нормальный дюралюмин, дюралюмин с повышенной пластичностью, дюралюмин с повышенной прочностью. Из нормального дюралюмина изготавливают листы, ленты, трубы, проволоку разных профилей и т.п. Дюралюмины с повышенной пластичностью идут для производства заклепок. Дюралюмины с повышенной прочностью, так же как и нормальные, применяются для изготовления различных полуфабрикатов, кроме штампованных деталей.

Титан (твердый металл с серебристо-серым цветом) особо ценят за низкую плотность, высокую прочность и отличную стойкость к коррозии. Титан почти не царапается, поэтому изделия, выполненные из титана, не красят. На основе этого металла создают прочные конструкции, которые выдерживают повышенные температуры.

Для получения сплавов титана с заданными механическими свойствами его легируют алюминием, молибденом, хромом и другими элементами. Главное преимущество титана и его сплавов заключается в сочетании высоких механических свойств (σв = 1500 МПа; δ = 10 — 15 %) и коррозионной стойкости с малой плотностью.

Алюминий повышает жаропрочность и механическую прочность титана. Ванадий, марганец, молибден и хром повышают жаропрочность титановых сплавов. Сплавы хорошо поддаются горячей и холодной обработке давлением, обработке резанием, имеют удовлетворительные литейные свойства, хорошо свариваются в среде инертных газов. Сплавы удовлетворительно работают при температурах до 350 — 500 °С.

По технологическому назначению титановые сплавы делят на деформируемые и литейные, а по прочности — на три группы: низкой (σв = 300 — 700 МПа), средней (σв = 700 — 1000 МПа) и высокой (σв более 1000 МПа) прочности. К первой группе относят сплавы под маркой ВТ1, ко второй — ВТ3, ВТ4, ВТ5 и др., к третьей — ВТ6, ВТ14, ВТ15 (после закалки и старения).

Магний - самый легкий из технических цветных металлов, его плотность 1,740 кг/м3, температура плавления 650°С. Технически чистый магний непрочный, малопластичный металл с низкой тепло- и электропроводностью. Для улучшения прочностных свойств в магний добавляют алюминий, кремний, марганец, торий, церий, цинк, цирконий и подвергают термообработке.

Для производства магния используют преимущественно карналлит ($MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$), магнезит ($MgCO_3$), доломит ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$) и отходы ряда производств, например титанового. Карналлит подвергают обогащению, в процессе которого отделяют KCl и нерастворимые примеси путем перевода в водный раствор $MgCl_2$ и KCl. После получения в вакуум-кристаллизаторах искусственного карналлита, его обезвоживают и электролитическим путем получают из него магний, который затем подвергают рафинированию. Технически чистый магний (первичный) содержит 99,8-99,9% магния (ГОСТ 804-72). Маркировка и химический состав магниевых сплавов для фасонного литья и слитков, предназначенных для обработки давлением, приведены в ГОСТ 2581-78.

В зависимости от способа получения изделий магниевые сплавы делят на литейные и деформируемые.

Литейные магниевые сплавы (ГОСТ 2856-68) применяют для изготовления деталей литьем. Их маркируют буквами МЛ и цифрами, обозначающими порядковый номер сплава, например МЛ5. Отливки из магниевых сплавов иногда подвергают закалке с последующим старением. Некоторые сплавы МЛ применяют для изготовления высоконагруженных деталей в авиационной промышленности: картеры, корпуса приборов, фермы шасси и т. п.

Деформируемые магниевые сплавы (ГОСТ 14957-76) предназначены для изготовления полуфабрикатов (листов, прутков, профилей) обработкой давлением. Их маркируют буквами МА и цифрами, обозначающими порядковый номер сплава, например МА5. Сплавы МА применяют для изготовления различных деталей в авиационной промышленности. Ввиду низкой коррозионной стойкости магниевых сплавов изделия и детали из них подвергают оксидированию с последующим нанесением лакокрасочных покрытий.

Баббиты применяют для заливки подшипников и вкладышей подшипников. Баббиты делятся на три группы: оловянистые, содержащие олово не менее чем 72%; оловянисто-свинцовистый с содержанием олова 5-17% и свинца 64-72%; безоловянистые (свинцовистые), содержащие не менее 80% свинца.

Баббиты обозначаются буквой Б с числом, указывающим содержание олова в сплаве. Оловянистым является баббит Б 83, состоящий из 83% олова, 10-12% сурьмы и 5,5-6,5% меди. Он предназначен для заливки подшипников паровых турбин, турбокомпрессоров, дизелей, мощных автомобильных и авиационных двигателей.

К антифрикционным относят материалы, которые идут на изготовление различных деталей, работающих в условиях трения скольжения. В судовом машиностроении из этих деталей конструируются кинематические узлы с вращательным или качательным движением. Антифрикционный материал должен обладать низким коэффициентом трения в кинематическом узле, хорошей прирабатываемостью, высокой износостойкостью, малой склонностью к заеданию (схватыванию), способностью обеспечить равномерную смазку. Перечисленные свойства антифрикционного материала должны им обеспечиваться при определенных удельных контактных нагрузках и различных конструктивных решениях узлов трения.

Различают следующие антифрикционные материалы: сплавы на основе олова, свинца (баббиты), меди (бронзы), железа (сталь, чугун), металлокерамические (бронзографит, железографит), пластмассы (текстолит, фторопласт-4, древеснослоистые пластики и др.), а также сложные композиции типа “металл–пластмасса”.

Баббитами называют антифрикционные сплавы на основе олова или свинца. Баббиты обладают низкой твердостью (НВ130 – 320 МПа), имеют невысокую температуру плавления (240 – 320 °С), повышенную размягчаемость (НВ90 – 240 МПа при 100 °С), отлично прирабатываются и обладают высокими антифрикционными свойствами. В то же время они обладают низким сопротивлением усталости, что влияет на работоспособность подшипников.

По ГОСТ 1320-55 баббиты обозначаются буквой Б, а рядом стоящие цифры показывают содержание в сплаве олова. Например, в состав баббита Б83 входит 83% олова, 11% сурьмы и 6% меди.

Задание.

1. Изучить классификацию цветных сплавов.

2. Изучить микроструктуру, свойства и маркировку цветных сплавов. Зарисовать схему микроструктур.

Содержание отчета

Название

2. Цель работы.

3. График изменения механических свойств латуней (рис. 2б).

4. Схемы микроструктуры заданных медных сплавов. Их химический состав, механические свойства, применение.

5. Схемы микроструктуры заданных алюминиевых сплавов. Их химический состав, механические свойства, применение.

6. Выводы.

Контрольные вопросы

- Чем объясняется хорошая коррозионная стойкость меди в естественных средах?
- Что такое латунь?
- Какие компоненты обычно используют для легирования алюминиевых сплавов?
- Какие сплавы называют силуминами?
- Что такое баббит?
- Какие сплавы называют силуминами?

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица определения твердости по Бринеллю

Диаметр отпечатка d_{10} или $2d_5$, или $4d_{2,5}$	Число твердости по Бринеллю при нагрузке P (кгс), равной			Диаметр отпечатка d_{10} или $2d_5$, или $4d_{2,5}$	Число твердости по Бринеллю при нагрузке P (кгс), равной		
	30 D^2	10 D^2	2,5 D^2		30 D^2	10 D^2	2,5 D^2
2,00	945	315,2		4,00	229	76,3	19,1
2,05	901	299,5		4,05	223	74,3	18,6
2,10	857	285,6		4,10	217	72,4	18,1
2,15	822	272,8		4,20	207	68,8	17,2
2,20	778	260		4,25	201	67,1	16,8
2,25	745	248,2		4,30	197	65,5	16,4
2,30	712	237,6		4,35	192	63,8	16,0
2,35	682	227		4,40	187	62,4	15,6
2,40	654	218,1		4,45	183	60,9	15,2
2,45	625	208,8		4,50	179	59,5	14,9
2,50	597	200,6		4,55	174	58,1	14,5

2,55	577	192,4		4,60	170	56,8	14,2
2,60	556	185,2		4,65	167	55,5	13,9
2,65	531	176,8		4,70	163	54,3	13,6
2,70	515	171,5		4,75	159	53,0	13,3
2,75	489	165,3		4,80	156	51,9	13,0
2,80	477	159,2		4,85	152	50,7	12,7
2,85	455	153,7		4,90	149	49,6	12,4
2,90	444	148,2		4,95	146	48,6	12,2
2,95	429	143,2		5,00	143	47,5	11,9
3,00	415	138,3	34,6	5,05	140	46,5	11,6
3,05	401	133,6	33,4	5,10	137	45,5	11,4
3,10	388	129	32,3	5,15	134	44,6	11,2
3,15	375	125	31,3	5,20	131	43,7	10,9
3,20	363	121	30,3	5,25	128	42,8	10,7
3,25	352	117	29,3	5,30	126	41,9	10,5
3,30	341	114	28,4	5,35	123	41,0	10,3
3,35	331	110	27,6	5,40	121	40,2	10,1
3,40	321	107	26,7	5,45	118	39,4	9,86
3,45	311	104	25,9	5,50	116	38,6	9,66
3,50	302	101	25,2	5,55	114	37,9	9,46
3,55	293	97,7	24,5	5,60	111	37,1	9,27
3,60	285	95,0	23,7	5,65	109	36,4	9,10
3,65	277	92,3	23,1	5,70	107	35,7	8,93
3,70	269	89,7	22,4	5,75	105	35,0	8,76
3,75	262	87,2	21,8	5,80	103	34,3	8,59
3,80	255	84,9	21,2	5,85	101	33,7	8,43
3,85	248	82,6	20,7	5,90	99,2	33,1	8,26
3,90	241	80,4	20,1	5,95	97,3	32,4	8,11
3,95	235	78,3	19,6	6,00	95,5	31,8	7,96

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица сопоставления значений твердости

HV	*HB*	*HRC*	*HRA*	*HV*	*HB*	*HRC*	*HRA*
240	228	20,3	60,7	510	475	49,8	75,7
245	233	21,3	61,2	520	483	50,5	76,1
250	237	22,2	61,6	530	492	51,1	76,4
255	242	23,1	62,0	540	500	51,7	76,7
260	247	24,0	62,4	550	509	52,3	77,0
265	252	24,8	62,7	560	517	53,0	77,4
270	256	25,6	63,1	570	526	53,6	77,8
275	261	26,4	63,5	580	535	54,1	78,0
280	266	27,1	63,8	590	543	54,7	78,4
285	271	27,8	64,2	600	552	55,2	78,6
290	275	28,5	64,5	610	560	55,7	78,9
295	280	29,2	64,8	620	569	56,3	79,2

300	285	29,8	65,2	630	577	56,8	79,5
310	294	31,0	65,8	640	586	57,3	79,8
320	304	32,2	66,4	650		57,8	80,0
330	313	33,3	67,0	660		58,3	80,3
340	323	34,4	67,6	670		58,8	80,6
350	332	35,5	68,1	680		59,2	80,8
360	342	36,6	68,7	690		59,7	81,1
370	351	37,7	69,2	700		60,1	81,3
380	361	38,8	69,8	720		61,0	81,8
390	370	39,8	70,3	740		61,8	82,2
400	380	40,8	70,8	760		62,5	82,6
410	390	41,8	71,4	780		63,3	83,0
420	399	42,7	71,8	800		64,0	83,4
430	408	43,6	72,3	820		64,7	83,8
440	418	44,5	72,8	840		65,3	84,1
450	423	45,3	73,3	860		65,9	84,4
460	432	46,1	73,6	880		66,4	84,7
470	442	46,9	74,1	900		67,0	85,0
480	450	47,7	74,5	920		67,5	85,3
490	456	48,4	74,9	940		68,0	85,6

Литература

Основные печатные издания

1. Земсков, Ю. П. Материаловедение : учебное пособие для спо / Ю. П. Земсков, Е. В. Асмолова. — 3-е изд., стер.- Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-507-44226-3
2. Сапунов, С. В. Материаловедение : учебное пособие для спо / С. В. Сапунов. — 2-е изд., испр. и доп.- Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1793-3
3. Черепахин, А. А. Технология конструкционных материалов. Свароч-ное производство : учебник для вузов / А. А. Черепахин, В. М. Вино-градов, Н. Ф. Шпунькин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Изда-тельство Юрайт, 2022. — 269 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07041-5.

Основные электронные издания

- http://claw.ru/ - Образовательный портал
- http://ru.wikipedia.org/ - Свободная энциклопедия
- Электронный ресурс Российское образование, Федеральный портал (http://www.edu.ru).

Дополнительные источники

http://standards.narod.ru/gosts/- Online-доступ к государственным стандартам

Приложение 2.1.11
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

2025

Содержание

		Стр.
	Пояснительная записка	3
П. р. № 1	«Анализ диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов»	4
П. р. № 2	«Расшифровка марок железоуглеродистых сплавов»	7
П. р. № 3	«Расшифровка марок цветных металлов и их сплавов»	12
П. р. № 4	«Составление сводной таблицы: классификация, свойства и назначение неметаллических материалов»	13
	Список используемой литературы	20

Пояснительная записка

Методические указания направлены на оказание методической помощи обучающимся при выполнении аудиторных практических работ по дисциплине «Материаловедение» для специальности среднего профессионального образования (далее СПО) 15.02.09 Аддитивные технологии.

Выполнение аудиторных практических работ учащихся в процессе изучения курса является важнейшим этапом обучения, который способствует систематизации и закреплению полученных теоретических знаний и практических умений; формированию навыков работы с различными видами информации, развитию познавательных способностей и активности обучающихся.

Учебная дисциплина ОП.06 «Материаловедение» является обязательной частью общепрофессионального цикла ПОП-П в соответствии с ФГОС СПО по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии.

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания

Код ОК, ПК	**Уметь**	**Знать**	**Владеть навыками**
ОК 01	определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы	основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте	
ПК 2.1	оценивать соответствие исходного материала для изготовления изделий аддитивного производства предъявляемым технологическим требованиям по химическому составу и форме	типы материалов, используемых в качестве исходных для аддитивного производства	выполнения операций по входному контролю исходного сырья и определению расхода сырья

Практическая работа №1
«Анализ диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов»

Цель работы: Детально изучить диаграмму состояния сплавов системы «Железо–углерод». Разобраться с превращениями, происходящими в железоуглеродистых сплавах при медленном охлаждении и нагреве.

Время проведения-2 часа

Теоретические сведения

Диаграмма состояния является графическим изображением изменения фазового и структурного состояния сплавов данной системы в зависимости от температуры и состава сплавов.

К основным понятиям в теории сплавов относятся система, компонент, фаза.

Система – это группа веществ, являющихся объектом наблюдения и изучения. В металловедении системами являются металлы и сплавы.

Компонентами называются вещества, образующие систему. В металлических сплавах компонентами могут быть элементы и химические соединения.

Фазой называется однородная часть системы, отделенная от других частей системы поверхностью раздела, при переходе через которую химический состав или структура изменяется скачкообразно. Фазами могут быть химические соединения, жидкости и твердые растворы.

Обычно для построения диаграммы состояния пользуются результатами термического анализа, то есть, строят кривые охлаждения и по остановкам и перегибам на кривых охлаждения, вызванных тепловым эффектом превращения, определяют температуру превращения. Температуры, при которых происходят фазовые превращения, а также соответствующие им точки на кривой охлаждения металла или сплава, называются критическими.

Диаграмма системы «железо–углерод» дает представление о ходе фазовых

превращений в процессе кристаллизации сплавов и об их строении и структуре после завершения процесса кристаллизации. Она служит основой для уяснения процессов, происходящих при нагревании и охлаждении железоуглеродистых сплавов (сталей и чугунов). В железоуглеродистых сплавах при нагревании и охлаждении получаются следующие фазы и структурные составляющие: феррит, аустенит, цементит, перлит и ледебурит.

Выше линии ACD все сплавы находятся в жидком состоянии. Между линиями АВСД и AECF сплавы двухфазны, состоят из твердой фазы и жидкости. Линия ACD соответствует началу затвердения сплава и называется линией ликвидус. Линия AECF соответствует концу затвердения сплава и называется линией солидус.

Основными компонентами железоуглеродистых сплавов являются железо и углерод, которые относятся к полиморфным элементам. В железоуглеродистых сплавах эти элементы взаимодействуют, образуя различные фазы. Взаимодействие железа и углерода состоит в том, что углерод может растворяться как в жидком (расплавленном) железе, так и в различных его модификациях в твердом состоянии. Помимо этого он может образовывать с железом химическое соединение. Таким образом в железоуглеродистых сплавах могут образовываться следующие фазы: жидкий раствор, аустенит, феррит, цементит.

Феррит (Ф) - твердый раствор внедрения углерода в α -железе. Имеет объемно-центрированную кубическую решетку и содержит при нормальной температуре менее 0,006 % углерода. У феррита низкие твердость и прочность, высокие пластичность и ударная вязкость.

Аустенит - твердый раствор внедрения углерода в γ -железе, при нормальной температуре в углеродистых сталях в равновесном состоянии не существует.

Имеет ГЦК – решетку, растворяет углерода до 2,14 %, немагнитен, твердость (НВ 160-200).

Цементит (Ц) - химическое соединение железа с углеродом, карбид железа Fe3C. Он обладает сложной кристаллической решеткой, содержит 6,67 % углерода. Для цементита характерна высокая твердость и очень низкая пластичность. При нормальных условиях цементит тверд (НВ 800) и хрупок.

Линии диаграммы состояния Fe – Fe3C

Линии диаграммы представляют собой совокупность критических точек сплавов с различным составом, характеризующих превращения в этих сплавах при соответствующих температурах.

Рассмотрим значение линий диаграммы при медленном охлаждении.

ACD – линия ликвидус. Выше этой линии все сплавы находятся в жидком состоянии.

AECF – линия солидус. Ниже этой линии все сплавы находятся в твердом состоянии.

AC – из жидкого раствора выпадают кристаллы аустенита.

CD – линия выделения первичного цементита.

AE – заканчивается кристаллизация аустенита.

ECF – линия эвтектического превращения.

GS – определяет температуру начала выделения феррита из аустенита (910-727 °C).

GP – определяет температуру окончания выделения феррита из аустенита.

PSK – линия эвтектоидного превращения.

ES – линия выделения вторичного цементита.

PQ – линия выделения третичного цементита.

Области диаграммы состояния Fe – Fe3C

Линии диаграммы: делят все поле диаграммы на области равновесного существования фаз. Каждой области диаграммы соответствует определенное структурное состояние, сформированное в результате происходящих в сплавах превращений.

I – Жидкий раствор (Ж).

II –Жидкий раствор (Ж) и кристаллы аустенита (А).

III – Жидкий раствор (Ж) и кристаллы цементита первичного (ЦI).

IV – Кристаллы аустенита (А).

V – Кристаллы аустенита (А) и феррита (Ф).

VI – Кристаллы феррита (Ф).

VII – Кристаллы аустенита (А) и цементита вторичного (ЦII).

VIII – Кристаллы феррита (Ф) и цементита третичного (ЦIII).

IX – Кристаллы феррита (Ф) и перлита (П).

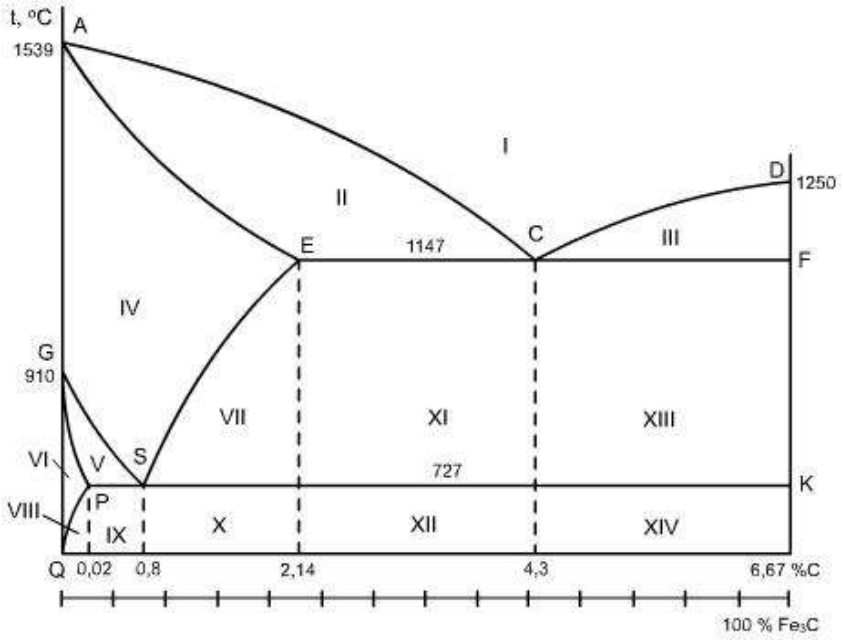
X – Кристаллы перлита (П) и цементита вторичного (ЦII).

XI – Кристаллы аустенита (А), ледебурита (Л) и цементита вторичного (ЦII).

XII – Кристаллы перлита (П), цементита вторичного (ЦII) и ледебурита превращенного (Л пр).

XIII –Кристаллы ледебурита и цементита первичного (ЦI).

XIV – Кристаллы цементита первичного (ЦI) перлита (П) и ледебурита превращенного (Л пр).



Порядок выполнения работы

1. Вычертить диаграмму состояния сплавов системы «Железо-углерод» с указанием структурных составляющих каждой области диаграммы. Назвать все характерные точки и линии диаграммы.

2. Дать определение всем фазам и структурным составляющим железоуглеродистых сплавов с указанием возможного содержания в них углерода.

Отчет по работе должен содержать:

1. Диаграмму состояния сплавов железо–углерод; описание фаз, структур железоуглеродистых сплавов и их свойств.
2. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

- Какие аллотропические формы железа бывают?
- Что называется компонентом?
- Что называется фазой?
- Какими линиями диаграммы ограничивается температурный интервал первичной кристаллизации?

Практическая работа №2 «РАСШИФРОВКА МАРОК ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫХ СПЛАВОВ»

Цель работы: Изучить основные разновидности железоуглеродистых сплавов, их строение и свойства; изучить принцип маркировки и приобрести навыки в расшифровке марок сплавов. Познакомиться с основами выбора марки сплавов для изготовления деталей машин, изделий.

Время проведения- 2 часа.

Теоретические сведения

Чугун – это железоуглеродистый сплав с содержанием углерода от 2,14 до 6 %. Кроме этих элементов, в чугуне содержится еще ряд примесей (кремний, марганец, сера, фосфор и др.). С целью улучшения свойств в чугуны могут вводиться легирующие элементы, такие как хром, никель, медь и др.

Положительными свойствами этого материала являются, хорошие литейные свойства (температура плавления ниже чем у стали, малая усадка, хорошая жидкотекучесть); хорошая обрабатываемость резанием (кроме одной разновидности – белого чугуна); достаточно высокая работоспособность в условиях трения; способность гасить (демпфировать) вибрации; низкая стоимость.

Недостатком чугуна являются его низкие пластические свойства и ударная вязкость, что препятствует использованию чугуна для изготовления деталей, рабо-

тающих при значительных динамических, ударных нагрузках, и делает невозможным в большинстве случаев использование обработки давлением (ковки, штамповки, прокатки и т. д.) для изготовления чугунных изделий.

В зависимости от состояния углерода в чугуне, различают: белые, серые, высокопрочные, ковкие чугуны и чугуны с вермикулярным графитом.

Белыми называют чугуны, в которых весь углерод находится в связанном состоянии в виде цементита (карбид железа).

Чугуны, в которых углерод находится в свободном виде, классифицируют по форме графитовых включений:

1.Серый чугун. В нем содержится графит в виде пластинчатых включений.

2.Ковкий чугун с хлопьевидными включениями графита.

3.Высокопрочный чугун, в котором графит имеет шаровидную форму.

Серый чугун получают при литье изделий обеспечивая медленное охлаждение металла. Для графитизации углерода в расплав обязательно добавляется кремний. Маркируется он буквами СЧ, после которых ставится цифра, показывающая предел прочности при растяжении в кг/мм2 (ГОСТ 1412-85). Например, СЧ12. Применяется серый чугун для изготовления слабонагруженных деталей, работающих в легких условиях. Например, корпуса редукторов, насосов, электродвигателей, различные крышки, отопительные батареи и т.п.

Ковкий чугун получают из белого чугуна путем специального отжига. Это длительная (70 – 80 часов) термическая обработка, при которой белый чугун медленно нагревается до температур 950-1000 °С и после определенной выдержки медленно охлаждается по определённой схеме. При таком отжиге происходит графитизация цементита белого чугуна с образованием хлопьевидных включений графита. Обозначается ковкий чугун буквами КЧ, после которых следуют цифры, показывающие первая цифра-предел прочности при растяжении в кг/мм2, вторая цифра - относительное удлинение в % (ГОСТ 1215 в редакции 1992 г.). Например, КЧ30-6 Применяется этот чугун для изготовления деталей, работающих в более тяжелых условиях по сравнению с деталями из серого чугуна при повышенных нагрузках, при знакопеременных и небольших ударных нагрузках. Например, картеры редукторов, коробок передач автомобилей, кронштейны рессор, различные крюки, фланцы и т.п.

Высокопрочный чугун получают при выплавке серого чугуна путем его модифицирования его магнием или церием в количестве 0,05 – 0,1 %. Модификаторы способствуют формированию шаровидных включений графита в место пластинчатых. Обозначаются высокопрочные чугуны буквами ВЧ и цифрой, показывающей предел прочности при растяжении (ГОСТ 7293-85). Например, ВЧ 40. Применяется высокопрочный чугун для изготовления ответственных деталей, работающих в довольно сложных условиях при повышенном нагружении. Например, коленчатые и

распределительные валы легковых автомобилей, прокатные валки, корпуса турбин, детали кузнечно-прессового оборудования и др.

Различают еще чугуны с особыми свойствами:

1)антифрикционные чугуны (ГОСТ 1585-85) – обозначаются первыми буквами АЧ и порядковым номером, например,

АЧС-1 – антифрикционный серый чугун с порядковым номером марки 1;

АЧВ-2 – антифрикционный высокопрочный чугун с порядковым номером марки 2;

АЧК-2 – антифрикционный ковкий чугун с порядковым номером марки 2;

2) жаростойкие чугуны (ГОСТ 7769 – 82) – обозначаются буквами ЖЧ, после которых идет буквенное обозначение легирующих элементов (Н – никель, Д – медь и др., аналогично обозначению легирующих элементов в стали) и цифры, указывающие концентрацию элементов в %%; например,

ЖЧХ-2,5 – жаростойкий чугун хромистый с содержанием хрома 2,5%;

ЖЧС-5,5 – жаростойкий чугун, легированный кремнием с содержанием 5,5%;

Чугуны для деталей, работающих в специфических условиях (агрессивные среды, высокие температуры и др.) получают путем введения легирующих элементов, способствующих повышению необходимых свойств. Такие чугуны называют легированными или чугунами специального назначения. Они дешевле легированных сталей и вследствие лучших литейных свойств оказываются предпочтительнее для получения отливок.

Сталью называют железоуглеродистый сплав содержащий до 2,14% углерода. Сталь классифицируют по способу производства, химическому составу, назначению, структуре и качеству.

По химическому составу стали делятся на углеродистые и легированные.

Углеродистой называют такую сталь, в которой углерод является основным элементом, определяющим ее свойства. Эта сталь подразделяется на низко-, средне- и высокоуглеродистую с содержанием углерода соответственно: до 0,25%, от 0,25 до 0,5% и от 0,5 до 2,14%.

Низкоуглеродистые стали - чаще применяют в строительных конструкциях: среднеуглеродистые стали – в машиностроительных;

высокоуглеродистые стали – в инструментальном производстве.

Марка сталей обозначается сочетанием букв и цифр. Сталь углеродистая обыкновенного качества маркируется буквами Ст, что означает «сталь», после которых ставится одна из цифр от 0 до 6. Цифра в обозначении марки указывает номер стали, определяющий ее состав и свойства. Причем, чем выше номер, тем больше в стали углерода. Так, в Ст1 углерода может быть 0,06 – 0,12%; в стали Ст3 – углерода 0,14 – 0,22%; в стали Ст6 – углерода 0,38 – 0,49%.

Углеродистая сталь может быть трех степеней раскисления - спокойная, полуспокойная и кипящая. Для лучшей характеристики стали к ее марке добавляют соответствующие буквы сп, пс, кп. Например, Ст2кп, Ст3сп, Ст5пс, Ст5сп.

В соответствии с ГОСТ 380-71 в некоторых марках стали допускается содержание марганца до 1% и более. При маркировке таких сталей перед буквами, означающими степень раскисления, ставится буква Г. Например, Ст3пс может содержать марганца 0,4 – 0,65%, а Ст3Гпс содержит марганца 0,8 –1,1%; Ст5пс содержит марганца 0,5- 0,8%, а Ст5Гпс – 0,8 – 1,2%.

Стали углеродистые обыкновенного качества, изготовляемые по ГОСТ 380 – 71, в зависимости от гарантируемых характеристик и назначения делятся на три группы.

Стали группы А характеризуются механическими свойствами.

Стали группы Б характеризуются химическим составом.

Стали группы В характеризуются механическими свойствами и химическим составом.

По ГОСТ 1050-74 выпускается углеродистая качественная конструкционная сталь. В зависимости от механических свойств эта сталь делится на пять категорий. В углеродистых качественных сталях нормируется содержание углерода, кремния, марганца, хрома, серы и фосфора. По содержанию углерода сталь и маркируется.

Марка углеродистых качественных сталей состоит из двух цифр, которые указывают на примерное содержание углерода в сотых долях процента.

В качественных конструкционных сталях жестче ограничения по содержанию вредных примесей, чем в сталях обыкновенного качества.

Конструкционные стали применяются для изготовления деталей машин и строительных металлоконструкций.

Инструментальные стали идут на изготовление режущего, измерительного, штампового и др. инструментов и подразделяется на углеродистые, легированные, штамповые и быстрорежущие.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с принципами маркировки различных видов чугунов

2. Для своего варианта расшифровать приведенные в задании марки и используя справочный материал заполнить таблицу

Марка материала	*Наименование материала*	*Расшифровка материала*	*Свойства материала*	*Назначение материала*
1	*2*	*3*	*4*	*5*

В графе 1 указать марку сплава;

В графе 2 указать к какому типу сплава она относится;

В графе 3 указать каким является сплав по назначению, качеству и т.д.;

В графе 4 указать состав и свойства;

В графе 5 указать примерное назначение.

Задание

Расшифруйте следующие марки конструкционных материалов:

Вариант 1

СЧ30, СЧ38, ВЧ70, КЧ65-3, ЧХ32, ЧС5, КЧ45-6, Сталь 08кп, Ст3, БСт1кп, ВСт4сп, Сталь 60Г, У7А, Р12, А8, 08Х18Н10; 30ХМ; 12Х2Н4А; 35 ГХС; 20ХГ2С; 30ХН2МФА

Вариант 2

СЧ24, ВЧ100, АЧС-4, ЧС17, КЧ33-8, КЧ60-3, ЧХ3, Сталь 1, Ст0, БСт3кп, ВСт4сп, Сталь 40Г, У10А, Р8, А12, 12Х18Н9Т; 18ХГТ; 09Г2С; 20Х13; 30ХГСА; 36Х2Н2МФА

Вариант 3

СЧ18, СЧ12, ВЧ50, АСЧ-4, КЧ30-6, ВЧ100, ЧХ2, Сталь 15, ВСт4сп, БСт3кп, Ст6, Сталь 30Г, У12, Р9, А7, ХВГ; 12Х18Н9Т; 8ХС; 12ХН3А; 40ХН3МФА; 45ХН2МФА

Вариант 4

СЧ20, СЧ32, ВЧ45, АСЧ-3, ЧС5-Ш, КЧ37-12, КЧ50-4, Сталь 20, БСт6пс, ВСт5сп, Ст5, Сталь 55Г, Р18, У9А, А6, 12Х13; 9ХС; 25ХГМ; 38ХМ10А; 30ХГСА-Ш; 20ХН4ФА

Вариант 5

СЧ28, СЧ10, ВЧ40, ЧХ12, ВЧ30, КЧ30-6, ЧХ3, Сталь 25, Ст0, БСт5пс, ВСт4сп, Сталь 45Г, У8Г, Р9, А9, 20Х13; 50ХФА; 09Г2; 18ХГТ; 10ХСНД; 38ХН3МФА

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Краткая характеристика основных видов чугунов, особенности их строения и свойств.
3. Заполненную таблицу
4. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

- Какой из чугунов лучше всего обрабатывается резанием?
- Назовите основные преимущества чугуна по сравнению со сталью.
- Назовите основные недостатки чугуна по сравнению со сталью.
- Что такое сталь?
- Как классифицируются стали по содержанию углерода?
- Как можно подразделить стали по назначению?
- Как маркируются углеродистые инструментальные стали?

Практическая работа №3

«Расшифровка марок цветных металлов и их сплавов»

Цель работы: Изучить основные разновидности цветных металлов и их сплавов, их строение и свойства; изучить принцип маркировки цветных металлов и приобрести навыки в расшифровке марок. Познакомиться с основами выбора марки цветных металлов для изготовления деталей машин, изделий.

Время проведения -2 часа

Теоретические сведения

К цветным металлам и сплавам относятся практически все металлы и сплавы, за исключением железа и его сплавов, образующих группу чёрных металлов. Чаще всего цветные металлы применяют в технике и промышленности в виде различных сплавов, что позволяет изменять их физические, механические и химические свойства в очень широких пределах. Кроме того, свойства цветных металлов изменяют путём термической обработки, за счёт искусственного и естественного старения и т. д.

Цветные металлы подвергают всем видам механической обработки и обработки давлением — ковке, штамповке, прокатке, прессованию, а также резанию, сварке, пайке.

Из цветных металлов изготовляют литые детали, а также различные полуфабрикаты в виде проволоки, профильного металла, круглых, квадратных и шестигранных прутков, полосы, ленты, листов и фольги. Значительную часть цветных металлов используют в виде порошков для изготовления изделий методом порошковой металлургии, а также для изготовления различных красок и в качестве антикоррозионных покрытий.

Медь (металл красноватого цвета) обладает достаточно высокой химической стойкостью, прекрасной полируемостью, высокой ковкостью, хорошей свариваемостью, противокоррозионной стойкостью. Медь служит ценным материалом для изготовления паровозных топок, пищевых котлов, испарителей, медной проволоки.

Сплавы меди. Латунь (сплав меди с цинком) в отличие от меди, имеет более высокую прочность и коррозийную стойкость, легко обрабатывается давлением в горячем и холодном состоянии. Обладая высокими технологическими свойствами, латунь используется для производства мелких деталей, которые требуют хорошую обрабатываемость.

По ГОСТу латунь обозначается буквой Л с цифрами, соответствующими процентному содержанию меди и цинка имеются ещё и другие добавки, то после буквы Л составляется обозначения добавок, после которых следуют цифры, указывающие среднее процентное содержание компонентов латуни, а латунь получает название по введённым в неё добавкам. Например, латунь марки ЛС 59-1 расшифровывается так: латунь свинцовистая с 59% меди, 1% свинца и 40% цинка.

Бронза, являясь сплавом меди с оловом, реже – с алюминием, свинцом и другими элементами, за исключением цинка и никеля, обладает высокими литейными

свойствами. Такой сплав, как правило, используют в машиностроении и других отраслях промышленности, а также для художественного литья. Кроме того, бронза является отличным материалом для производства арматуры, всевозможных шестерен, подшипников, втулок и баков.

Бронзы по ГОСТу обозначаются так же, как и латунь, с той лишь разницей, что цифры, следующие за буквами, указывают только процентное содержание примесей в сплаве (остальное медь). Например, Бр.ОЦСН 3-7-5-1 расшифровывается так: бронза оловянистой – цинково – свинцовисто – никелевая, содержащая 3% олова, 7% цинка, 5% свинца и 1% никеля.

Алюминий (серебристый металл) имеет низкую прочность, малую плотность, но хорошую стойкость к атмосферной коррозии. В строительстве в чистом виде применяется редко, например, для производства фольги, краски. Чтобы повысить прочность металла, в алюминий вводят легирующие добавки и проводят некоторые технологические действия.

Сплавы алюминия делятся на литейные и деформируемые. Наибольшее применение из литейных сплавов получил силумин, а из деформируемых – дюралюмин.

Силумин представляет собой сплав алюминия с 8-14% кремния .

Он обладает хорошими литейными качествами и используется для отливки сложных деталей в песчаные формы, в кокиль и под давлением. Из силумина изготовляют колеса самолетов, детали электроизмерительных , судовых и других приборов.

Дюралюминами называются сплавы алюминия с медью (2,25- 5,2%), магнием (0,2-1,8%) и марганцем (0,1-1%). Они обладают достаточно высокой прочностью, пластичностью и делятся на три группы: нормальный дюралюмин, дюралюмин с повышенной пластичностью, дюралюмин с повышенной прочностью. Из нормального дюралюмина изготавливают листы, ленты, трубы, проволоку разных профилей и т.п. Дюралюмины с повышенной пластичностью идут для производства заклепок. Дюралюмины с повышенной прочностью, так же как и нормальные , применяются для изготовления различных полуфабрикатов, кроме штампованных деталей.

Титан (твердый металл с серебристо-серым цветом) особо ценят за низкую плотность, высокую прочность и отличную стойкость к коррозии. Титан почти не царапается, поэтому изделия, выполненные из титана, не красят. На основе этого металла создают прочные конструкции, которые выдерживают повышенные температуры.

Для получения сплавов титана с заданными механическими свойствами его легируют алюминием, молибденом, хромом и другими элементами. Главное преимущество титана и его сплавов заключается в сочетании высоких механических свойств ($\sigma_в$ = 1500 МПа; δ = 10 — 15 %) и коррозионной стойкости с малой плотностью.

Алюминий повышает жаропрочность и механическую прочность титана. Ванадий, марганец, молибден и хром повышают жаропрочность титановых сплавов.

Сплавы хорошо поддаются горячей и холодной обработке давлением, обработке резанием, имеют удовлетворительные литейные свойства, хорошо свариваются в среде инертных газов. Сплавы удовлетворительно работают при температурах до 350 — 500 °С.

По технологическому назначению титановые сплавы делят на деформируемые и литейные, а по прочности — на три группы: низкой (σв = 300 — 700 МПа), средней (σв = 700 — 1000 МПа) и высокой (σв более 1000 МПа) прочности. К первой группе относят сплавы под маркой ВТ1, ко второй — ВТ3, ВТ4, ВТ5 и др., к третьей — ВТ6, ВТ14, ВТ15 (после закалки и старения).

Магний - самый легкий из технических цветных металлов, его плотность 1,740 кг/м3, температура плавления 650°С. Технически чистый магний непрочный, малопластичный металл с низкой тепло- и электропроводностью. Для улучшения прочностных свойств в магний добавляют алюминий, кремний, марганец, торий, церий, цинк, цирконий и подвергают термообработке.

Для производства магния используют преимущественно карналлит (MgCl2·KCl·6H2O), магнезит (MgCO3), доломит (CaCO3·MgCO3) и отходы ряда производств, например титанового. Карналлит подвергают обогащению, в процессе которого отделяют KCl и нерастворимые примеси путем перевода в водный раствор MgCl2 и KCl. После получения в вакуум-кристаллизаторах искусственного карналлита, его обезвоживают и электролитическим путем получают из него магний, который затем подвергают рафинированию. Технически чистый магний (первичный) содержит 99,8-99,9% магния (ГОСТ 804-72). Маркировка и химический состав магниевых сплавов для фасонного литья и слитков, предназначенных для обработки давлением, приведены в ГОСТ 2581-78.

В зависимости от способа получения изделий магниевые сплавы делят на литейные и деформируемые.

Литейные магниевые сплавы (ГОСТ 2856-68) применяют для изготовления деталей литьем. Их маркируют буквами МЛ и цифрами, обозначающими порядковый номер сплава, например МЛ5. Отливки из магниевых сплавов иногда подвергают закалке с последующим старением. Некоторые сплавы МЛ применяют для изготовления высоконагруженных деталей в авиационной промышленности: картеры, корпуса приборов, фермы шасси и т. п.

Деформируемые магниевые сплавы (ГОСТ 14957-76) предназначены для изготовления полуфабрикатов (листов, прутков, профилей) обработкой давлением. Их маркируют буквами МА и цифрами, обозначающими порядковый номер сплава, например МА5. Сплавы МА применяют для изготовления различных деталей в авиационной промышленности. Ввиду низкой коррозионной стойкости магниевых сплавов изделия и детали из них подвергают оксидированию с последующим нанесением лакокрасочных покрытий.

Баббиты применяют для заливки подшипников и вкладышей подшипников. Баббиты делятся на три группы: оловянистые, содержащие олово не менее чем 72%; оловянисто-свинцовистый с содержанием олова 5-17% и свинца 64-72%; безоловянистые (свинцовистые), содержащие не менее 80% свинца.

Баббиты обозначаются буквой Б с числом, указывающим содержание олова в сплаве. Оловянистым является баббит Б 83, состоящий из 83% олова, 10-12% сурьмы и 5,5-6,5% меди. Он предназначен для заливки подшипников паровых турбин, турбокомпрессоров, дизелей, мощных автомобильных и авиационных двигателей.

К антифрикционным относят материалы, которые идут на изготовление различных деталей, работающих в условиях трения скольжения. В судовом машиностроении из этих деталей конструируются кинематические узлы с вращательным или качательным движением. Антифрикционный материал должен обладать низким коэффициентом трения в кинематическом узле, хорошей прирабатываемостью, высокой износостойкостью, малой склонностью к заеданию (схватыванию), способностью обеспечить равномерную смазку. Перечисленные свойства антифрикционного материала должны им обеспечиваться при определенных удельных контактных нагрузках и различных конструктивных решениях узлов трения.

Различают следующие антифрикционные материалы: сплавы на основе олова, свинца (баббиты), меди (бронзы), железа (сталь, чугун), металлокерамические (бронзографит, железографит), пластмассы (текстолит, фторопласт-4, древеснослоистые пластики и др.), а также сложные композиции типа “металл–пластмасса”.

Баббитами называют антифрикционные сплавы на основе олова или свинца. Баббиты обладают низкой твердостью (НВ130 – 320 МПа), имеют невысокую температуру плавления (240 – 320 °С), повышенную размягчаемость (НВ90 – 240 МПа при 100 °С), отлично прирабатываются и обладают высокими антифрикционными свойствами. В то же время они обладают низким сопротивлением усталости, что влияет на работоспособность подшипников.

По ГОСТ 1320-55 баббиты обозначаются буквой Б, а рядом стоящие цифры показывают содержание в сплаве олова. Например, в состав баббита Б83 входит 83% олова, 11% сурьмы и 6% меди.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с принципами маркировки различных видов стали

2. Для своего варианта расшифровать приведенные в задании марки и используя справочный материал заполнить таблицу

Марка материала	*Наименование материала*	*Расшифровка материала*	*Назначение материала*
1	*2*	*3*	*4*

В графе 1 указать марку сплава;
В графе 2 указать к какому типу сплава она относится;
В графе 3 указать состав и свойства;
В графе 4 указать примерное назначение.

Задание

Расшифруйте следующие марки конструкционных материалов:
Вариант 1
БрО10С12Н3; АМг2; Д18; АЛ25; ЛЖМц59-1-1; ВТ6; МА6; МЛ7
Вариант 2
БрО4Ц7С5; АМг5; Д1; АЛ20; ЛАЖ60-1-1; ВТ14; МЛ10; МА2
Вариант 3
БрО4Ц4С17; АМг3; Д12; АЛ23; ЛМцА57-3-1; ВТ5; МЛ12; МА5
Вариант 4
БрО3Ц7С5Н; АМг6; Д16; АЛ14; ЛЖС58-1-1; ВТ16; МЛ16; МА19
Вариант 5
БрО10С10; АМг4; Д21; АЛ4; ЛАНКМц75-2-2.5-0.5-0.5; ВТ20
МЛ3; МА4

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Заполненную таблицу
3. Ответы на вопросы

Контрольные вопросы

- Расскажите, как влияют легирующие элементы на свойства латуни
- Укажите, с какой целью модифицируют сплав силумин.
- Перечислите, в каких конструкционных элементах применяются алюминиевые сплавы.
- Перечислите, какие изделия на судах изготовляют из меди.
- Расскажите, как классифицируются алюминиевые сплавы.

Практическая работа №4
«Составление сводной таблицы: классификация, свойства и назначение неметаллических материалов»

Цель работы: закрепить основные сведения о неметаллических материалах, их строении, свойствах и применении.

Время проведения- 2 часа.

Теоретические сведения

Пластические массы (далее – пластмассы) – это синтетические материалы, получаемые на основе органических и элементо-органических полимеров.

Для пластмасс характерны следующие свойства:

•низкая плотность (обычно 1–1,8 г/см^3, в некоторых случаях 0,02–0,04 г/см^3);
•высокая коррозионная стойкость.
•высокие диэлектрические свойства;
•хорошая окрашиваемость в любые цвета.

•механические свойства широкого диапазона.
•антифрикционные свойства.
•высокие теплоизоляционные свойства.
•хорошие технологические свойства.

Недостатком большинства пластмасс является их невысокая теплостойкость (100–120 °С).

По характеру связующего вещества пластмассы подразделяют на термопластичные (термопласты), получаемые на основе термопластичных полимеров, и термореактивные (реактопласты), получаемые на основе термореактивных смол.

По виду наполнителя пластмассы делят на порошковые (карболита) с наполнителями в виде древесной муки, графита, талька и др.; волокнистые с наполнителями в виде очесов хлопка и льна (волокниты), стеклянного волокна (стекловолокниты), асбеста (асбоволокниты); слоистые, содержащие листовые наполнители (листы бумаги в гетинаксе, хлопчатобумажные, стеклянные, асбестовые ткани в текстолите, стеклотекстолите и асботекстолите, древесный шпон в древеснослоистых пластиках); газонаполненные (наполнитель – воздух или нейтральные газы – пено- и поропласты).

По применению пластмассы можно подразделить на силовые (конструкционные, фрикционные и антифрикционные, электроизоляционные) и несиловые (оптически прозрачные, химически стойкие, электроизоляционные, теплоизоляционные, декоративные, уплотнительные, вспомогательные).

Резиной называется продукт специальной обработки (вулканизации) смеси каучука и серы с различными добавками. Резина как технический материал отличается от других материалов высокими эластическими свойствами, которые присущи каучуку – главному исходному компоненту резины. Она способна к очень большим деформациям (относительное удлинение достигает 1000%), которые почти полностью обратимы.

В настоящее время резиновые материалы классифицируются по виду сырья, виду наполнителя, степени упорядочения макромолекул и пористости, экологическим способам переработки, типам теплового старения и изменению объема после пребывания в нефтяной жидкости.

Классификация по виду сырья учитывает наименование каучуков, явившихся исходным сырьем при производстве резиновых материалов: НК – натуральный каучук, СКБ – синтетический каучук бутадиеновый, СКС – бутадиен-стирольный каучук, СКИ – синтетический каучук изопреновый, СКН – бутадиен-нитрильный каучук, СКФ – синтетический фторосодержащий каучук, СКЭП – сополимер этилена с пропиленом, ХСПЭ – хлорсульфополиэтилен, БК – бутилкаучук, СКУ – полиуретановые каучуки.

По виду различают наполнители для резиновых материалов *порошкообразные* и *ткани.*

По степени упорядочения макромолекул и пористости резиновые материалы могут быть *мягкими, жесткими* (эбонитовыми), *пористыми* (губчатыми) и *пастообразными.* Плотность губчатой резины 100–750 кг/м^3.

Среди технологических способов переработки для резиновых материалов используются *выдавливание, прессование* и *литье.*

По тепловому старению существуют *семь типов:* Т07, …, Т25.

По изменению объема после пребывания в нефтяной жидкости различают *семь классов:* К1,…, К7.

Наиболее крупные потребители резины – шинная промышленность (свыше 50%) и промышленность резинотехнических изделий (более 22%).

Смазкой называется жидкое или твердое вещество, уменьшающее трение в подвижных соединениях деталей машин и защищающее поверхность металлических изделий от коррозии. Жидкая смазка в ряде случаев выполняет функцию отвода тепла от трущихся частей.

Смазки делятся на три основные группы: растительные, животные и минеральные. Кроме того, смазки подразделяются на твердые, консистентные и жидкие.

В качестве твердых смазочных материалов используются графит, двухсернистый молибден, которые применяются как в размельченном состоянии, так и в виде паст, приготовленных на минеральных маслах.

Консистентные смазки представляют собой густое мазеподобное вещество, состоящее из минеральных масел с примесью специальных мыл. К таким смазкам относятся солидол, консталин (жировой и синтетический), приборная смазка АФ-70, универсальная низкоплавкая смазка УН (технический вазелин), консервационная смазка ЦИАТИМ-215 и др.

К жидким маслам относятся: растительные (льняное, касторовое, хлопковое и др.); животные (рыбий жир, животное масло, сало; последние два могут относиться и к консистентным смазкам); минеральные – продукты переработки нефти (индустриальное, автомобильное, авиационное, трансмиссионное, цилиндровое, турбинное, трансформаторное и др.). Последние обладают большей стойкостью к воздействию кислорода и температуры, чем растительные и животные масла.

Наибольшее распространение в машиностроении имеют жидкие и консистентные смазки на минеральной основе.

Смазка должна обладать следующими свойствами: малым коэффициентом трения, большой вязкостью, адгезией, сопротивляемостью воздействию тепла и кислорода воздуха, низкой температурой затвердевания, высокой температурой воспламенения, большой теплоемкостью, малым корродирующим действием. Смазки не должны содержать механических и химических примесей, вредно влияющих на трущиеся поверхности.

Абразивными материалами называются твердые неметаллические материалы, которые применяются при обработке резанием металлов и материалов. Они обладают высокой твердостью и имеют достаточно острые режущие кромки и грани.

Различают две группы абразивных материалов: природные и искусственные. Абразивные материалы делятся на шлифзерно, шлиф-порошки, микропорошки и тонкие микропорошки.

Из абразивных материалов изготовляются всевозможного рода абразивные

круги, бруски, абразивные шкурки и ленты, порошки и пасты.

Абразивные круги, с помощью которых выполняются шлифование и заточка, могут быть изготовлены из природных или искусственных абразивных материалов.

К *природным абразивным материалам* относятся: корунд, наждак и естественный алмаз.

К *искусственным абразивным материалам* относятся: электрокорунд, карборунд (карбид кремния), карбид бора, синтетические алмазы, кубанит (кубический нитрид бора), эльбор, славутич и др.

В качестве связки при изготовлении абразивных кругов и брусков применяются керамические, бакелитовые, вулканитовые, металлические и другие связки.

Каждый абразивный материал характеризуется зернистостью, твердостью, механической прочностью и абразивной способностью.

По зернистости абразивный материал разделяется на 28 номеров. Зернистость шлифзерна и шлифпорошков определяется в сотых долях миллиметра, а микропорошков – в микрометрах. Установлены следующие показатели зернистости: шлифзерно – 200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16; шлифпорошки – 12, 10, 8, 6, 5, 4, 3; микропорошки – М63, М50, М40, М28, М20, М14; тонкие микропорошки – М10, М7, М5.

По твердости абразивные круги и бруски маркируются следующим образом: мягкие – М (М1, М21, М3), среднемягкие – СМ (СМ1 и СМ2); средние – С (С1 и С2); среднетвердые – СТ (СТ1, СТ2 и СТ3); твердые – Т (Т1 и Т2); весьма твердые – ВТ (ВТ1 и ВТ2); чрезвычайно твердые – ЧТ (ЧТ1 и ЧТ2).

Каждый абразивный круг имеет клеймо, в котором указывается абразивный материал, твердость, зернистость и максимальная скорость вращения, а также клеймо предприятия-изготовителя. Твердость абразивного круга определяется твердостью связующего материала. Номер абразивного круга указывает на его зернистость. Чем больше номер, тем выше зернистость (больше диаметр зерна).

Порядок выполнения работы

1.Проработать теоретический материал.

2.Заполнить таблицу, используя материал лекций, учебно-методических пособий.

группа	*классификация*	*свойства*	*назначение*
1	*2*	*3*	*4*

В графе 1 указать группу материалов;

В графе 2 указать на какие подгруппы делятся;

В графе 3 указать состав и свойства;

В графе 4 указать примерное назначение.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Заполненную таблицу
3. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Что называется резиной?
2. Каковы ее состав и назначение отдельных компонентов?
3. Основные свойства пластических масс, применяемых в машиностроении.
4. Что представляют собой термопласты и реактопласты? Объясните их применение.
5. Для чего вводят в пластмассы отвердители?
6. В чем преимущество пластмасс по сравнению с металлическими материалами?

Список используемой литературы

Основные печатные издания

1. Земсков, Ю. П. Материаловедение : учебное пособие для спо / Ю. П. Земсков, Е. В. Асмолова. — 3-е изд., стер.- Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-507-44226-3
2. Сапунов, С. В. Материаловедение : учебное пособие для спо / С. В. Сапунов. — 2-е изд., испр. и доп.- Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1793-3
3. Черепахин, А. А. Технология конструкционных материалов. Свароч-ное производство : учебник для вузов / А. А. Черепахин, В. М. Вино-градов, Н. Ф. Шпунькин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Изда-тельство Юрайт, 2022. — 269 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07041-5.

Основные электронные издания

- http://claw.ru/ - Образовательный портал
- http://ru.wikipedia.org/ - Свободная энциклопедия
- Электронный ресурс Российское образование, Федеральный портал (http://www.edu.ru).

Дополнительные источники

http://standards.narod.ru/gosts/- Online-доступ к государственным стандартам

Приложение 2.1.12
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

ОП.07 «ТЕПЛОТЕХНИКА»

2025

Оглавление

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Первый закон термодинамики в применении к решению одной из технических задач 4
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. Определение теплопроводности теплоизоляционного материала 11
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3. Решение задач на теплообмен 17
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4. Определение параметров влажного воздуха . 22
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5. Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции 32
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6. Расчет КПД цикла Карно 35
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7. Исследование процесса истечения из суживающегося сопла 49
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8. Расчет КПД паровых теплосиловых установок 59
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9. Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала (метод цилиндрического слоя) 66
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 10. Решение задач конвективного теплообмена 72
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 11. Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопроводе 73
Информационное обеспечение обучения 83

Пояснительная записка

Методические рекомендации по выполнению практических и лабораторных работ составлены в соответствии с программой по профессиональному модулю ОП.07 Теплотехника по профессии среднего профессионального образования 15.02.09 Аддитивные технологии.

Выполнение практических и лабораторных работ по профессиональному модулю ОП.07 Теплотехника по профессии 15.02.09 Аддитивные технологии является результатом освоения ОПОП-П, соответствующим требованиям ФГОС СПО, а также отвечающим запросам организаций, действующих в реальном секторе экономики.

При выполнении практических и лабораторных работ основными задачами являются:

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2) выработка практических навыков самостоятельной работы;
3) подготовка обучающихся к будущей практической работе.

Целью выполняемых работ является получение умений и знаний, которые необходимы обучающемуся для овладения им соответствующего вида профессиональной деятельности.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1.
Первый закон термодинамики в применении к решению одной из технических задач

(Время выполнения работы - 1 час)

Цель работы. Определение с помощью уравнения первого закона термодинамики количества теплоты, отдаваемого в окружающую среду в условиях лабораторной установки.

Основные положения. Одно из возможных формульных представлений первого закона термодинамики в расчете на 1 кг массы рабочего тела имеет вид

$$\sum_{(j)} q_j + \sum_{(j)} l_j = \Delta h + \Delta Э_{кин} + \Delta Э_{пот}, \quad (1)$$

где

$\sum_{(j)} q_j$ и $\sum_{(j)} l_j$ - соответственно, суммарные количества теплоты и технической работы, переносимые через контрольную оболочку термодинамической системы;

Δh – изменение энтальпии рабочего тела, Δh

$$\Delta h = h_2 - h_1, \quad (2)$$

$\Delta Э_{кин}$ – изменение кинетической энергии потока 1 кг рабочего тела

$$\Delta Э_{кин} = \frac{W_2^2 - W_1^2}{2}, \quad (3)$$

$\Delta Э_{пот}$ – изменение потенциальной энергии потока1 кг рабочего тела

$$\Delta Э_{пот} = g \cdot (Z_2 - Z_1), \quad (4)$$

h_1, W_1 и Z_1 − соответственно, энтальпия, скорость и геометрическая высота от условного уровня отсчета для входного сечения потока рабочего тела;

h_2, W_2 и Z_2 − соответственно, энтальпия, скорость и геометрическая высота от условного уровня отсчета для выходного сечения потока рабочего тела.

Вся термодинамическая система, представленная на рис. 1, делится на два участка (две подсистемы): первый участок − от входного сечения I до сечения IIа, а второй - от сечения IIа до сечения II. Каждый из этих участков заключается в свою контрольную оболочку (на схеме показаны пунктирной линией).

При установившемся режиме теплообмена в установке внутри и с окружающим воздухом температура трубы (t_x) не меняется. В условиях этого стационарного режима работы установки уравнение первого закона термодинамики для I-го участка (подсистемы) приобретает вид:

$$l_{э1} = h_{2а} - h_1 + \frac{W_{2а}^2 - W_1^2}{2} + g \cdot (Z_{2а} - Z_1) + q_{н1}, \quad (5)$$

$l_{э1}$ – работа электрического тока, подаваемого на электродвигатель компрессора, определяемая по уравнению:

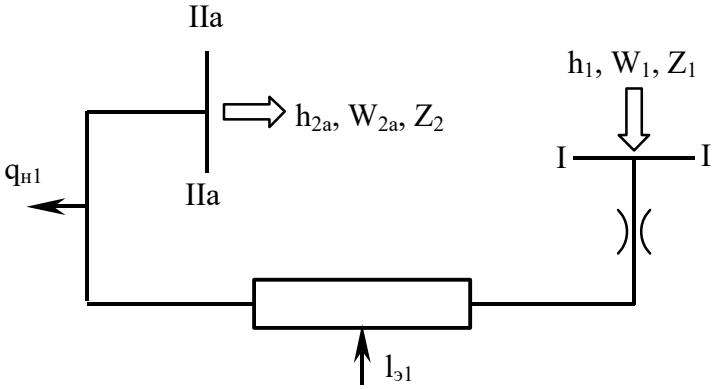
$$l_{э1} = \frac{N_э}{G} = \frac{I_к \cdot U_к}{G}, \qquad (6)$$

где G – расход воздуха, рассчитываемый по показаниям вакуумметра воздухомерного устройства;

$N_э$ – мощность, потребляемая электродвигателем компрессора, оценивается по показаниям амперметра и вольтметра. Часть этой мощности передается воздуху в виде технической работы, совершаемой компрессором, а часть – в виде тепла;

$q_{н1}$ – количество тепла, отдаваемое системой на I-ом участке в окружающую среду.

Расчетная схема I-го участка может быть представлена в следующем виде:



Уравнение первого закона термодинамики для II-го участка (подсистемы) приобретает вид:

$$l_{э2} = h_2 - h_{2a} + \frac{W_2^2 - W_{2a}^2}{2} + g \cdot (Z_2 - Z_{2a}) + q_{н2}, \qquad (7)$$

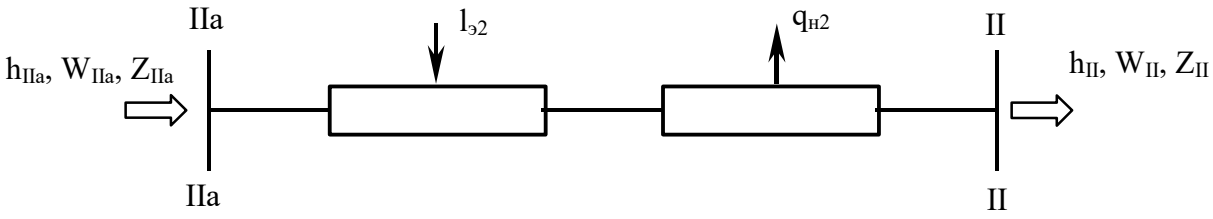
$l_{э2}$ – работа электрического тока, подаваемого на нагрев трубы, определяемая по уравнению:

$$l_{э2} = \frac{N_н}{G} = \frac{I_н \cdot U_н}{G}, \qquad (8)$$

где $N_н$ – мощность, потребляемая на нагрев трубы, преобразуемая целиком в тепло и оцениваемая по показаниям амперметра и вольтметра. Часть этой мощности отводится в окружающую среду;

$q_{н2}$ – количество тепла, отдаваемое системой на II-ом участке в окружающую среду.

Расчетная схема II-го участка может быть представлена в следующем виде:



Для термодинамической системы в целом уравнение первого закона термодинамики образуется суммированием уравнений (5) и (7) и представляется в виде:

$$l_{э1} + l_{э2} = h_2 - h_1 + \frac{W_2^2 - W_1^2}{2} + g \cdot (Z_2 - Z_1) + q_{н1} + q_{н2}, \qquad (9)$$

где$q_{н1} + q_{н2} = q_н$ – общее количество теплоты, отдаваемое в окружающую среду.

Схема и описание установки. Рабочее тело − воздух компрессором 1 (рис. 1) забирается из окружающей среды, сжимается и поступает в горизонтальный участок трубы 5. Воздух на пути из окружающей среды в компрессор проходит через воздухомерное устройство 2 типа «труба Вентури». Количество воздуха, проходящее через установку, может изменяться с помощью заслонки 3. Параметры окружающей среды измеряются приборами, расположенными на панели 11 «Окружающая среда» (ртутный, чашечный барометр и жидкостно-стеклянный термометр). На панели 4 «Статические напоры», расположены три U-образных манометра для измерения статических давлений в сечениях: «горло» воздухомера (Н), на входе в компрессор ($Н_в$) и за компрессором ($Н_н$). В результате подведенного тепла, воздух, проходя от сечения I−I, где его температура равна температуре окружающей среды $t_1 = t_{окр}$, нагревается до температуры $t_{2а}$, которая измеряется термопарой 6 в комплекте с вторичным прибором.

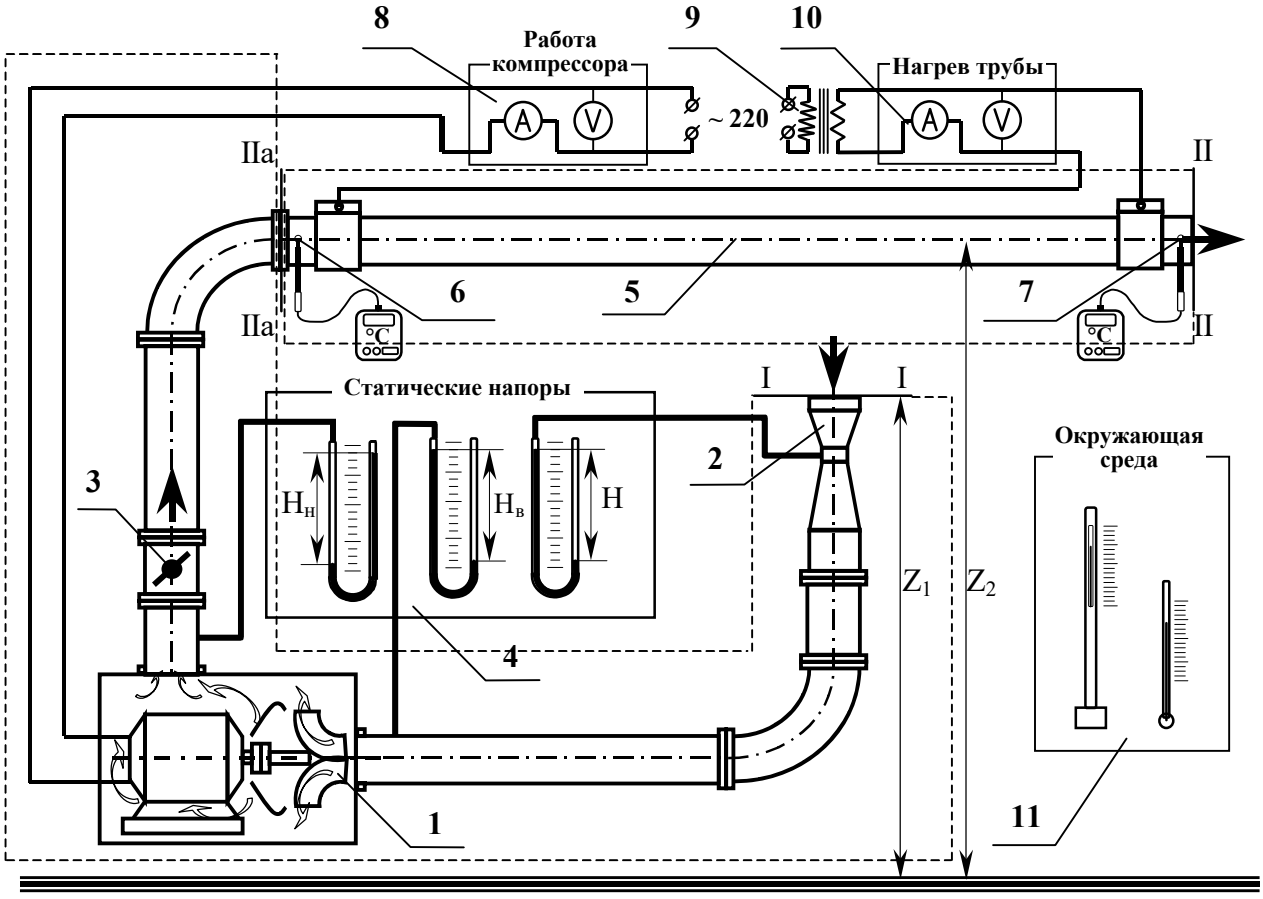


Рис. 1. Схема установки.

Для определения мощности, подведенной к электродвигателю компрессора, служит панель 8 «Работа компрессора» с размещенными на ней амперметром и вольтметром. Мощность, расходованная на нагрев горизонтального участка трубы 5, определяется по показаниям вольтметра и амперметра, расположенных на панели 10 «Нагрев трубы».

Протокол наблюдений

Таблица 1.

п/п	Измеряемая величина	Обозначение	Единицы измерен.	Номера опытов					
	Температура воздуха при входе в воздухомер (сечение I)	t_1	*°C*						
	Температура воздуха при входе в трубу (сечение IIа)	t_{2a}	*°C*						
	Температура воздуха при выходе из трубы (сечение II)	t_2	*°C*						
	Показания вакуумметра («горло» воздухомера)	H	*мм вод.ст.*						
	Показания пьезометра (после компрессора)	$H_н$	*мм вод.ст.*						
	Напряжение и сила тока, потребляемого компрессором	$U_к$	*в*						
		$I_к$	*а*						
	Напряжение и сила тока, потребляемого на нагрев трубы	$U_н$	*в*						
		$I_н$	*а*						
	Показания барометра	B	*мбар*						
	Температура окружающей среды	$t_{окр}$	*°C*						

<u>Расчетные формулы и расчеты</u>.

4.1. Атмосферное давление находится с учетом температурного расширения столбика ртути барометра по формуле:

$$P_{атм} = \frac{B \cdot 10^2}{1 + 1{,}815 \cdot 10^{-4} \cdot t_{окр}}, \; Па \qquad (10)$$

4.2. Перепад давления воздуха в воздухомере ΔP:

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot H, \; Па \qquad (11)$$

где ρ – плотность воды в U-образном вакуумметре, равная 1000 *кг/м*^{3};

g – ускорение свободного падения, равное 9,81 *м/сек²*;

H – показание вакуумметра («горло») воздухомера, *переведенное* в *м вод.ст.*

4.3. Плотность воздуха по состоянию в «горле» воздухомера $\rho_в$

$$\rho_в = \frac{(P_{атм} - \Delta P)}{R \cdot (t_1 + 273)}, \; кг/м^3 \qquad (12)$$

где R – характеристическая газовая постоянная воздуха, равная 287 *Дж/кг·°К.*

4.4. Расход воздуха G

$$G = 0{,}525 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{\rho_в \cdot \Delta P}, \; кг/сек \qquad (13)$$

4.5. Абсолютное давление в сечении на выходе из компрессора и на входе в горизонтальную трубу P_{2a}

$$P_{2a} = P_{атм} + \rho \cdot g \cdot H_н, \; Па \qquad (14)$$

где $H_н$ - показание пьезометра (после компрессора), *переведенное* в *м вод.ст*.

4.6. Плотность воздуха на выходе из компрессора и на входе в горизонтальную трубу ρ_{2a}

$$\rho_2 = \frac{P_{2a}}{R \cdot (t_{2a} + 273)}, \; кг/м^3 \qquad (15)$$

где t_{2a} – температура воздуха на выходе из компрессора и на входе в горизонтальную трубу (сечение IIa), *°C*.

4.7. Плотность воздуха на выходе из трубы ρ_2

$$\rho_2 = \frac{P_{атм}}{R \cdot (t_2 + 273)}, \; кг/м^3 \qquad (16)$$

где t_2 – температура воздуха на выходе из трубы (сечение II), *°C*.

4.8. Значение энтальпии воздуха h, в сечениях I, IIa и II определяется по общему уравнению

$$h_j = c_p \cdot t_j, \; кДж/кг \qquad (17)$$

где c_p – теплоемкость воздуха при постоянном давлении, которая может быть принята не зависящей от температуры и равной 1,006 *кДж/(кг·°C)*;

t_j – температура в рассматриваемом сечении, *°C*;

j – индекс рассматриваемого сечения (I, IIa или II).

4.9. Средняя скорость потока W_j в сечениях IIa и II определяется по общему уравнению

$$W_j = \frac{G}{(\rho_j \cdot F)}, \; м/сек \qquad (18)$$

где F – площадь проходного сечения для потока воздуха, одинаковая для сечений IIa и II и равная $1{,}35 \cdot 10^{-3}$ *м²*;

ρ_j – плотность воздуха в рассматриваемом сечении, *кг/м³*;

j - индекс рассматриваемого сечения (IIa или II).

Скорость потока воздуха в сечении I (на входе в воздухомер из окружающей среды) должна быть принята равной $W_1 = 0$.

4.10. Изменение потенциальной энергии на участке I − IIa $\Delta Э_{пот}$

$$\Delta Э_{пот} = g\cdot(Z_{2a} - Z_1)\cdot 10^{-3},\ кДж/кг \qquad (19)$$

Так как в данной работе $(Z_{2a} - Z_1) = 0{,}4$ *м,* то $\Delta Э_{пот} = 0{,}0039$ *кДж/кг* одинаково для всех опытов и сравнительно мало. Поэтому величиной этого слагаемого в уравнении (5) можно пренебречь.

4.11. Работа электрического тока $l_{э1}$ на I-ом участке (подсистеме)

$$l_{э1} = \frac{I_к \cdot U_к}{G}\cdot 10^{-3},\ кДж/кг \qquad (20)$$

где $I_к$ – сила тока, потребляемая электродвигателем компрессора, а;

$U_к$ – напряжение, подаваемое на электродвигатель компрессора, в.

4.12. Работа электрического тока $l_{э2}$ на II-ом участке (подсистеме)

$$l_{э2} = \frac{I_н \cdot U_н}{G}\cdot 10^{-3},\ кДж/кг \qquad (21)$$

где $I_н$ – сила тока, потребляемая на нагрев трубы, а;

$U_н$ – напряжение, подаваемое на нагрев трубы, в.

4.13. Результаты расчетов должны быть продублированы в форме сводной таблицы 2.

Таблица 2.

п/п	Измеряемая величина	Обозначение	Единицы измерен.	Номера опытов					
	Атмосферное давление	$P_{атм}$	*Па*						
	Перепад давления воздуха в воздухомере	ΔP	*Па*						
	Плотность воздуха по состоянию в горле воздухомера	$\rho_в$	*кг/м³*						
	Расход воздуха	G	*кг/сек*						
	Плотность воздуха в сечении IIa	ρ_{2a}	*кг/м³*						
	Средняя скорость потока в сечении IIa	W_{2a}	*м/сек*						
	Плотность воздуха при выходе из трубы (сечение II)	ρ_2	*кг/м³*						
	Средняя скорость потока при выходе из трубы (сечение II)	W_2	*м/сек*						
	Работа электрического тока на первом участке (подсистеме)	$l_{Э1}$	*кДж/кг*						
0	Изменение энтальпии потока на первом участке (подсистеме)	Δh_1	*кДж/кг*						

п/п	Измеряемая величина	Обозна-чение	Единицы измерен.	Номера опытов					
1	Изменение кинетической энергии потока на первом участке (подсистеме)	$\Delta Э_{кин1}$	*кДж/кг*						
2	Количество теплоты, отдаваемое на первом участке в окружающую среду	$q_{н1}$	*кДж/кг*						
3	Работа электрического тока на втором участке (подсистеме)	$l_{Э2}$	*кДж/кг*						
4	Изменение энтальпии потока на втором участке (подсистеме)	Δh_2	*кДж/кг*						
5	Изменение кинетической энергии потока на втором участке (подсистеме)	$\Delta Э_{кин2}$	*кДж/кг*						
6	Количество теплоты, отдаваемое на втором участке в окружающую среду	$q_{н2}$	*кДж/кг*						
7	Общее количество тепла, отдаваемое в окружающую среду термодинамической системой	$q_н$	*кДж/кг*						

4.14. Пояснения к расчетам некоторых величин при заполнении таблицы результатов расчета

К строке 10: $\Delta h_1 = h_{2a} - h_1$, *кДж/кг*

К строке 11: $Э_{кин1} = \frac{W_{2a}^2}{2} \cdot 10^{-3}$, *кДж/кг*

К строке 12: $q_{н1} = l_{э1} - \Delta h_1 - \Delta Э_{кин1}$, *кДж/кг*

К строке 14: $\Delta h_2 = h_2 - h_{2a}$, *кДж/кг*

К строке 15: $\Delta Э_{кин2} = \frac{(W_2^2 - W_{2a}^2)}{2} \cdot 10^{-3}$, *кДж/кг*

К строке 16: $q_{н2} = l_{э2} - \Delta h_2 - \Delta Э_{кин2}$, *кДж/кг*

К строке 17: $q_н = q_{н1} + q_{н2}$, *кДж/кг*

<u>Контрольные вопросы</u>.

5.1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?

5.2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.

5.3. Какими методами измеряется температура в данной работе?

5.4. Как измеряется и регулируется расход воздуха в данной работе?

5.5. На что расходуется мощность, подведенная к компрессору, и как она определяется?

5.6. Сформулируйте и напишите аналитические выражения *первого закона термодинамики* для замкнутой и разомкнутой оболочек.

5.7. Каков физический смысл величин, входящих в уравнения *первого закона термодинамики* для замкнутой и разомкнутой оболочек?

5.8. Дайте определение и поясните физический смысл понятий *теплоты* и *работы* в технической термодинамике.

5.9. Что означают знаки « + » и « − » для теплоты и работы?

5.10. На что и каким образом влияет изменение нагрева трубы при постоянном расходе воздуха?

5.11. На что расходуется мощность, подведенная для нагрева трубы, и как она определяется?

5.12. . Как осуществляется выбор контрольных оболочек (границ) подсистем (системы) применительно к данной лабораторной работе?

5.13. В каком месте и почему границы подсистем (системы) размыкаются?

5.14. Что называется внутренней энергией рабочего тела? Свойства внутренней энергии и расчетные формулы.

5.15. Что называется энтальпией рабочего тела? Свойства энтальпии и расчетные формулы.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2.
Определение теплопроводности теплоизоляционного материала

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель работы: Изучение методики определения теплопроводности теплоизоляционных материалов в лабораторных условиях. Приобретение навыков работы с используемыми приборами и умения анализировать полученную информацию.

Определение показателей коэффициента теплопроводности по эмпирическим зависимостям

По формуле Некрасова В.П. ориентировочно можно вычислить коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м°С) материала в воздушно-сухом состоянии, при известной средней плотности:

$$\lambda = 1{,}163 \sqrt{0{,}0196 + 0{,}22\,\rho_{ср}^2} - 0{,}16 \qquad (2)$$

где ρср — средняя плотность материала, кг/м3.

Коэффициент теплопроводности минераловатных изделий рассчитывают по эмпирической формуле:

$$\lambda = 1{,}163 \cdot (0{,}03 + 0{,}00007\,\rho_{ср}) \qquad (3)$$

где $\rho_{ср}$ — средняя плотность минераловатных изделий, кг/м3.

Для примерной оценки показателей коэффициента теплопроводности пенопластов можно воспользоваться экспериментальными зависимостями. Так, коэффициент теплопроводности пенопластов с закрытой пористостью (жесткий пенополиуретан, экструзионный пеноплистирол и др.) можно рассчитать:

$$\lambda_з = 0{,}026 + 0{,}00008\, p_{ср}, \quad (4)$$

где рср — плотность пенопласта, кг/м3.

Коэффициент теплопроводности пенопластов с открытой пористостью (карбамидный пенопласт, эластичный пенополиуретан) можно рассчитать по следующей формуле:

$$X_o = 1{,}16\,(0{,}026 + 0{,}00036\,Рср), \quad (5)$$

При расчете λ для пенопластов со смешанной пористостью (беспрессовый пенополистирол, фенольный пенопласт) можно принять [10]:

$$\lambda_{см} = 0{,}5\,(\lambda_з + \lambda_o)$$

Определение коэффициента теплопроводности влажных материалов.

Значительно возрастает теплопроводность материалов с увлажнением. Это объясняется тем, что коэффициент теплопроводности воды составляет 0,58 Вт/(м°С), а воздуха 0,023 Вт/(м°С), т.е. превышает его в 25 раз. Коэффициенты теплопроводности отдельных материалов приведены в приложении А.

В определенных пределах теплопроводность повышается прямо пропорционально возрастанию объемной влажности. Коэффициент теплопроводности влажных материалов:

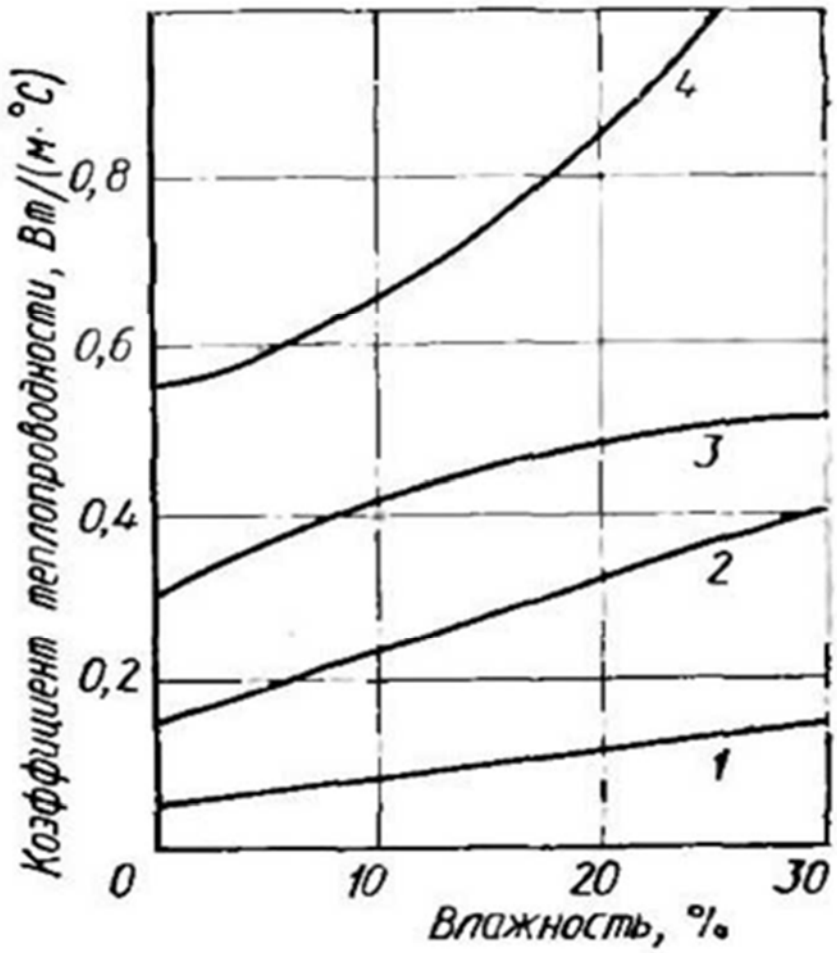
$$\lambda_w = \lambda_c + \delta W_o \quad (7)$$

где λ_w, λ_c — теплопроводность влажного и сухого материала, Вт/(м•К);

W_o — объемная влажность материала, %;

δ — приращение теплопроводности на 1 % объемной влажности, δ = 0,002 Вт/(м·^{0}С) — для неорганических материалов при положительной температуре, δ = 0,003 Вт/(м • °С) — для органических, δ = 0,004 Вт/(м·^{0}С) — при отрицательной температуре.

Для снижения теплопроводности необходимо уменьшить размер пор; верхняя граница радиуса пор R < 1 мм. Если размер пор увеличить в 2 — 3 раза, то за счет конвекции коэффициент теплопроводности воздуха в таких порах будет выше, следовательно, увеличится X материала. Нежелательно применять теплоизоляционные материалы со значительным количеством микропор, так как в них происходит сорбция влаги из воздуха за счет гигроскопичности. Оптимальный размер пор для теплоизоляционных материалов находится в интервале 20... 50 мкм < R < 1 мм.



1- минеральная вата; 2 - пенобетон; 3 - керамзитобетон; 4 - кирпич Рисунок 1 - Зависимость коэффициента теплопроводности от влажности

Влияние температурных воздействий на теплопроводность.

Установлено, что повышение температуры приводит к линейному возрастанию коэффициента теплопроводности X. Для пересчета значений теплопроводности, полученных при 0 0С, на значения их при других температурах служит эмпирическая формула:

X t - X0 (1+ pt) (8)

где Xt , X0 — теплопроводность материала соответственно при температуре t и 0°С, Вт/(м0С)

Р — коэффициент, показывающий приращение теплопроводности на 1 °С повышения температуры. Для неорганических материалов (Р = 0,002 при положительной температуре и р = 0,004 при отрицательной; для органических материалов соответственно Р = 0,003 и р - 0,004.

Результаты расчетов заносят в таблицу и сравнивают с табличными.

Таблица 1- Результаты расчета коэффициента теплопроводности материалов

Материал	Коэффициент теплопроводности, X Вт/(м ^{0}С)	
	Расчетный	Табличный

Кроме расчетных методик существуют экспериментальные методы определения коэффициента теплопроводности, они основаны на измерении количества тепла, проходящего через испытываемый образец нормированных размеров за определенное время при заданном перепаде температур и делятся на методы стационарного и нестационарного теплового режима. Стационарным называется режим, при котором все рассматриваемые теплофизические параметры не меняются со временем.

Нестационарным называется режим, который основан на зависимости температуры внедренного в материал нагреваемого тела (цилиндрического зонда) от теплопроводности окружающего зонд материала.

Определения коэффициента теплопроводности материалов при стационарном тепловом режиме с помощью прибора ИТП-МГ4 «100»

Сущность метода заключается в создании стационарного теплового потока, проходящего через плоский образец определенных размеров и направленного перпендикулярно к лицевым граням образца, измерении толщины образца, плотности теплового потока и температуры противоположных лицевых граней [6,10,12].

Приборы и материалы: измеритель теплопроводности прибор ИТП-МГ4 (рисунок 2), измерительная линейка, штангенциркуль, испытываемый материал: минераловатная плита, пенопласт.

Прибор ИТП-МГ4 «100» предназначен для определения теплопроводности и термического сопротивления строительных материалов, а также материалов, предназначенных для тепловой изоляции промышленного оборудования и трубопроводов при стационарном режиме по ГОСТ 7076-99[15]

Рисунок 2 - Внешний вид прибора ИТП-МГ4 «100»

Порядок проведения измерений:

1. Для проведения испытаний изготавливают образцы, в виде прямоугольного параллелепипеда, наибольшие (лицевые) грани которого имеют форму квадрата 100^100 мм. Длину и ширину образца в плане измеряют линейкой с погрешностью не более 0,5 мм. Отклонение лицевых граней жесткого образца от параллельности не должно быть более ± 0,5 мм. Жесткие образцы, имеющие отклонения от плоскостности и параллельности шлифовать. Толщина измеряемого образца должна составлять от 3 до 28 мм. Толщину образца- параллелепипеда измеряют штангенциркулем с погрешностью не более ± 0,1 мм в четырех углах на расстоянии (50 ± 5) мм от вершины угла и центру каждой стороны. Грани образца, контактирующие с рабочими поверхностями плит прибора, должны быть плоскими и параллельными.

2. Подготовка прибора к использованию. Прибор состоит из блока управления нагревателем и холодильника, тепломера, платиновых датчиков температуры, устройства преобразования первичных сигналов датчиков, а также источника питания. На боковых стенках установки расположены выключатель питания, клемма заземления, предохранитель и гнезда для подключения кабеля электронного блока и шнура сетевого питания, а также эксцентриковый замок. Питание на электронный блок подается от установки по соединительному кабелю. В верхней части установки находится прижимной винт, снабженный отсчетным устройством для измерения толщины образца и динамометрическим устройством с трещоткой для создания постоянного усилия прижатия

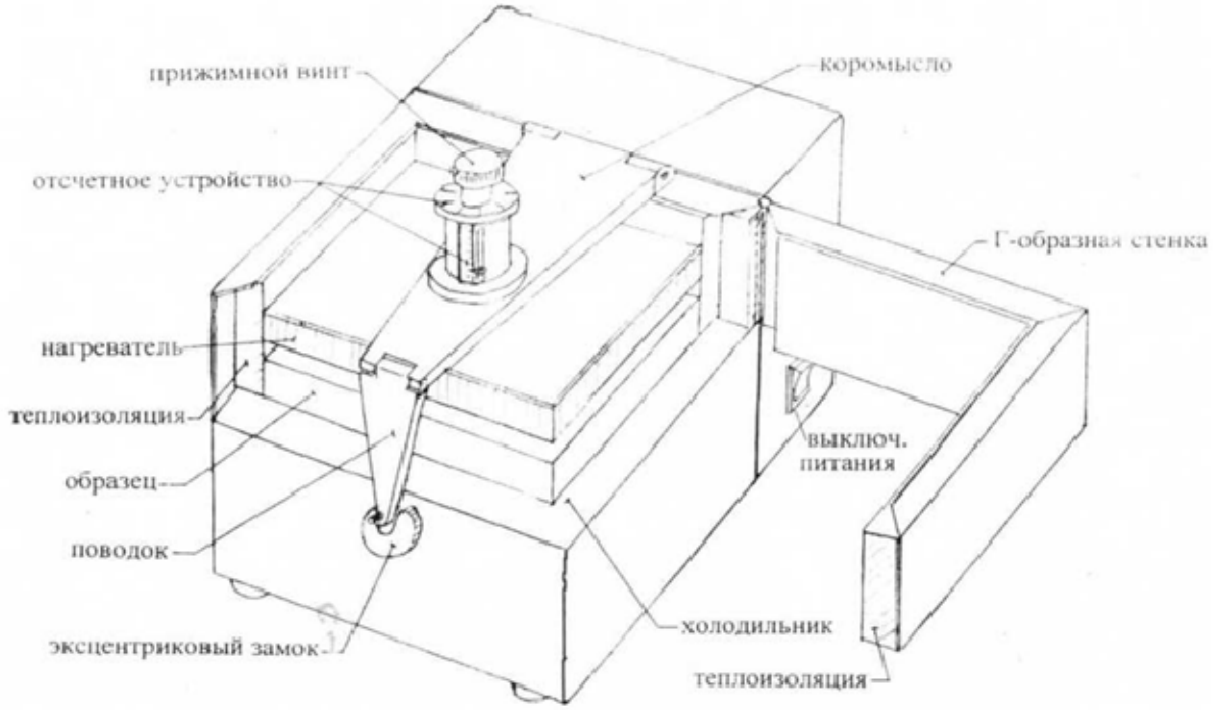


Рисунок 3 - Общий вид установки ИТП-МГ 4

Открыть установку (рисунок 3), для чего:

- ослабить прижимной микрометрический винт;
- повернуть против часовой стрелки эксцентриковый замок, освободив поводок коромысла (паз замка направлен вверх);

- поднять поводок и отвести на 900 подвижную Г-образную стенку установки;
- поднять коромысло с закрепленной на нем плитой нагревателя;
- чистой ветошью протереть поверхности нагревателя и тепломера, прилегающие к образцу.

Установить образец в установку и опустить коромысло. Зазор между плитой нагревателя и образцом должен составлять от 2 до 5 мм, при необходимости установить зазор, вращая микрометрический винт;

- поднять поводок и закрыть Г-образную стенку;
- опустить поводок в паз эксцентрикового замка и, повернув его по часовой стрелке, закрепить поводок.

Подключить нагревательную установку к блоку управления и нажать на кнопку “СТАЦИОНАРНЫЙ” Подключить блок управления к сети переменного тока 220 В, соединить его с электронным блоком и включить питание прибора переключателем “СЕТЬ” на блоке управления, при этом в младшем разряде индикатора высвечивается “0“ и мигающий символ “°С”, свидетельствующий о необходимости ввода в память прибора толщины образца. Ввести толщину образца путем последовательного нажатия кнопок клавиатуры блока электронного.

Например: Толщина образца 25,3 мм. Ввод в память осуществляется последовательным нажатием кнопок “2” “5”“3” “ЗП” “h“ Правильность набора визуально контролируется по индикатору прибора. При ошибке ввода необходимо нажать кнопку “С” (сброс) и повторить ввод. Контроль числа, записанного в память, осуществляется нажатием кнопок “Чт” “h“ При повторном вводе числа в память ранее записанное число автоматически стирается. Толщина образца вводится в память с точностью 0,1 мм (один знак после запятой). Запятая на индикаторе, если она вводилась, высвечивается только после окончания ввода числа.

Кратковременно нажать кнопку “ПУСК”, при этом включается нагреватель установки. Включение нагревателя индицируется высвечиванием символа “ ~ “ на левой части индикатора. Если после нажатия кнопки "ПУСК” символ “ ~ “ не высвечивается, необходимо на 5-10 секунд отключить питание прибора и после повторного включения ввести в память значение "h", выполнив опять последовательно все операции и нажать кнопку "ПУСК”.

В дальнейшем прибор работает в автоматическом режиме, периодически высвечивая промежуточные значения температуры верхней плиты.

По достижении установкой стационарного состояния (через 120...200 минут) автоматически отключается нагреватель установки, после чего прибор вычисляет коэффициент теплопроводности испытуемого образца по формуле и высвечивает на индикаторе его значение в Вт/(м°С). Одновременно на 10 секунд включается прерывистый звуковой сигнал, свидетельствующий об окончании испытаний. Через 10 секунд полученное значение коэффициента теплопроводности автоматически записывается в память прибора и в дальнейшем (до отключения прибора) может извлекаться из памяти последовательным нажатием кнопок “Чт”, “Х".

По окончании испытаний питание прибора отключить, нагревательную установку открыть, и извлечь испытанный образец. Испытание последующего

образца может производиться через 10-15 минут. Повторное испытание уже испытанного образца может производиться не ранее чем через 30 минут.

Результаты испытания занести в журнал и сравнить с табличными (приложение А).

Выводы: После проведения испытаний анализируют полученные показатели теплопроводности теплоизоляционных материалов, сравнивают их с нормативными требованиями.

3Контрольные вопросы

1Какие материалы и изделия называют теплоизоляционными?

2Какие факторы оказывают влияние на теплопроводность материалов?

3Как изменится теплопроводность при увлажнении материала?

4Как изменится теплопроводность при повышении температуры?

5Что такое коэффициент теплопроводности, от чего он зависит и в чем выражается?

6Какое значение имеет теплопроводность при выборе материалов для ограждающих конструкций зданий и сооружений?

7Методы определения теплопроводности материалов.

8Какие приборы существуют для определения коэффициента теплопроводности?

9Какой коэффициент теплопроводности у воздуха?

10 Какой коэффициент теплопроводности у воды?

11 Какой коэффициент теплопроводности у минеральной ваты?

12 Какой коэффициент теплопроводности у пенопласта?

13 Какие теплоизоляционные материалы применяют для изоляции промышленного оборудования с температурой более 900оС?

14 Какие теплоизоляционные материалы применяют для изоляции стен?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3.
Решение задач на теплообмен

(Время выполнения работы - 1 час)

Цель: Закрепить навыки практического применения законов идеальных газов.

Оборудование и принадлежности: инструкционная карта, калькулятор, справочные таблицы.

Общие сведения

Изопроцессы идеального газа – процессы, при которых один из параметров остаётся неизменным.

1) **Изохорический процесс. Закон Шарля. V = const.**

При постоянном объёме и неизменных значениях массы газа и его молярной массы, отношение давления газа к его абсолютной температуре остаётся постоянным: P/T = const.

График изохорического процесса на PV-диаграмме называется изохорой. Уравнение изохоры:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}.$$

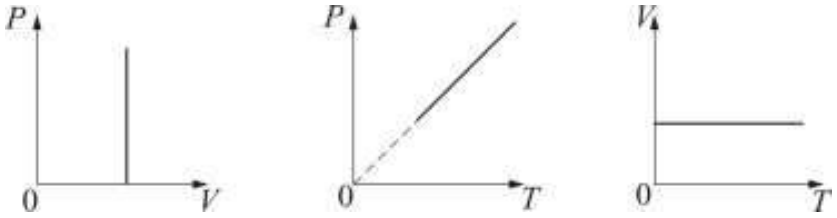


Рисунок 1.1 – Графики изохорического процесса

Изобарический процесс. Закон Гей-Люссака. P = const.

При постоянном давлении и неизменных значениях массы и газа и его молярной массы, отношение объёма газа к его абсолютной температуре остаётся постоянным: V/T = const.

График изобарического процесса на VT-диаграмме называется изобарой.

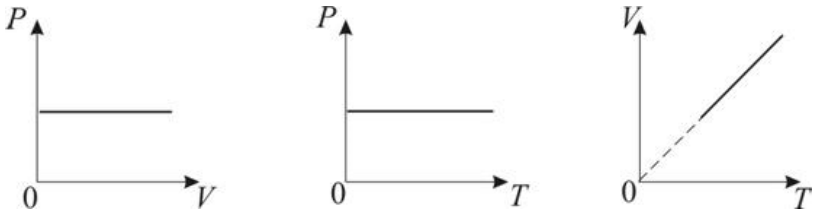


Рисунок 1.2 – Графики изобарического процесса

Уравнение изобары:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}.$$

2) **Изотермический процесс. Закон Бойля – Мариотта. T = const.**

При постоянной температуре и неизменных значениях массы газа и его молярной массы, произведение объёма газа на его давление остаётся постоянным: PV = const.

График изотермического процесса на PV-диаграмме называется изотермой.

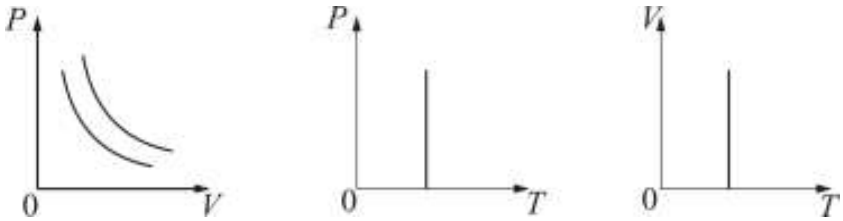


Рисунок 1.3 – Графики изотермического процесса

Уравнение изотермы:

$P_1V_1 = P_2V_2$.

3) **Адиабатный процесс (изоэнтропийный)** – это процесс, при котором рабочее тело не обменивается теплотой с окружающей средой *(dq=0)*. В соответствии с первым законом термодинамики $dq=c_v \cdot dT+p \cdot dv= c \cdot dT$, где *c* –

теплоёмкость термодинамического процесса. В адиабатном процессе $dq=0$, то есть $c \cdot dT=0$. Поэтому $c=0$. Значит в адиабатном процессе $k=\frac{c_p}{c_v}$.

Эту величину принято обозначать буквой k и называть показателем адиабаты. Поэтому в p-v координатах адиабатный процесс изображается неравнобокой гиперболой $v^k \cdot p=const$ (рис.) Так как $k>1$, то адиабата проходит круче гиперболы. Адиабатный процесс может протекать как с увеличением объёма (процесс 1-2), так и с уменьшением объёма (процесс 1-2').

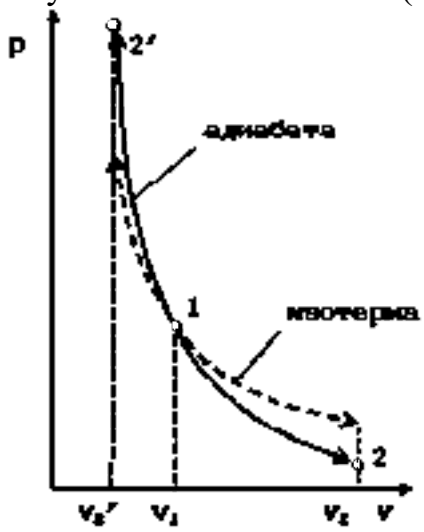


Рисунок 1.4 – График адиабатного процесса

4) **Политропный процесс -** процесс, при котором теплоёмкость газа остаётся постоянной. Политропный процесс – общий случай всех перечисленных выше процессов. В политропном процессе $dq=c_n \cdot dT$.

При $n=k$ имеем адиабатный процесс.

При $n=0$ имеем $p_1 \cdot v_1^0=p_2 \cdot v_2^0$, то есть изобарный процесс $(p_1=p_2)$.

При $n=1$ имеем $p_1 \cdot v_1= p_2 \cdot v_2$, то есть изотермический процесс.

При $n=\infty$ имеем $\nu_1 = \nu_2$, то есть изохорный процесс.

5) **Объединённый газовый закон (Закон Клапейрона).**

В соответствии с законами Бойля – Мариотта и Гей-Люссака можно сделать заключение, что для данной массы газа

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2} \quad \text{или} \quad \frac{PV}{T}=\text{const}.$$

6) Уравнение состояния идеального газа (Уравнение Клапейрона или уравнение Менделеева-Клапейрона) – формула, устанавливающая зависимость между давлением, молярным объемом и абсолютной температурой идеального газа

$$p \cdot V_M = R \cdot T,$$

где p -давление,

V_M - молярный объём,

R - универсальная газовая постоянная,

T - абсолютная температура, К.

В таблице 1.1 приведены значения газовой постоянной и молекулярные массы некоторых газов, необходимые при решении задач.

Таблица 1. 1

Газ	Химическая формула	Газовая постоянная Дж/кг К	Молекулярная масса
Кислород	O_2	259,8	32
Водород	H_2	4124	2
Азот	N_2	296,8	28
Окись углерода	CO	296,8	28
Воздух	-	287	28,9
Углекислый газ	CO_2	189	44
Водяной пар	H_2O	461,6	18,01
Аммиак	NH_3	488	17,03

Давление больше атмосферного называется избыточным ($p_{изб}$) или манометрическим давлением ($p_{ман}$) и определяется соотношением

$p_{изб} = p_{ман} = p_{абс} - p_{ат}$ (при $p_{абс} > p_{ат}$)

Давление меньше атмосферного называют разрежением или вакуумметрическим давлением ($p_{вак}$). За величину вакуума принимают недостаток давления до атмосферного

$p_{вак} = p_{ат} - p_{абс}$ (при $p_{абс} < p_{ат}$)

Задание: Используя изученные законы идеальных газов, решите следующие задачи:

	На оценку «3»	На оценку «4»	На оценку «5»
Номер задачи	1,2,3,4	1,2,3,4,5	1,2,3,4,5,6

1. Какой объем занимает (1 кг + 0,1*вариант) азота при температуре (70^0C + вариант) и давлении (0,2 + 0,01*вариант) МПа?
2. Во сколько раз объем определенной массы газа при температуре (-20 + вариант)^{0}C меньше, чем при температуре (+20 + вариант)^{0}C, если давление в обоих случаях одинаково?
3. Определить массу кислорода, содержащегося в баллоне емкостью (60 + вариант) л, если давление кислорода по манометру равно (1,08 + 0,01*вариант) МПа, а показания ртутного барометра при температуре (25 + 0,1*вариант)^{0}C равно 680 мм рт.ст.
4. Дымовые газы, образовавшиеся в топке парового котла, охлаждаются с (1200 + вариант)^{0}C до (250+ вариант)^{0}C. Во сколько раз уменьшается их объем, если давление постоянно?
5. Масса газа составляет (2,3+ 0,1*вариант) кг, он занимает объем (600 + вариант) литров. Определить его плотность и удельный объем при данных условиях.
6. Компрессор подает сжатый воздух в резервуар. Причем за время работы компрессора давление в резервуаре повышается от атмосферного до (0,7 +

0,01*вариант) МПа, а температура от (20+ 0,01*вариант)^{0}С до (25+ 0,01*вариант) ^{0}С. Объем резервуара V=(56 + 0,1*вариант) м^3. Атмосферное давление при н.у. равно 100 кПа. Определить массу воздуха, поданного компрессором в резервуар.

1.1 Примеры решения задач

1) Дымовые газы, образовавшиеся в топке парового котла, охлаждаются с 1200^{0}С до 250^{0}С. Во сколько раз уменьшается их объем, если давление постоянно?

Решение:

Уравнение изобарного процесса

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{или} \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{1200}{250} = 4{,}8$$

Ответ: объем уменьшится в 4,8 раза

2) Определить массу углекислого газа в сосуде объемом 4м^3 при температуре 80^{0}С. Давление газа по манометру составляет 0,04 МПа. Барометрическое давление p_a= 103990 Па.

Решение:

Абсолютное давление определяется как сумма барометрического и манометрического давлений

$p_{абс} = p_б + p_м$ = 103990 + 40000 = 143990 Па

Массу газа определим из уравнения Менделеева-Клапейрона PV = mRT:

$$m_г = \frac{P_г \times V_г}{R \times T_г} = \frac{143990 \times 4}{189 \times (80 + 273)} = 8{,}63 \text{ кг}$$

Ответ: $m_г$ = 8,63 кг

3) Компрессор подает сжатый воздух в резервуар. Причем за время работы компрессора давление в резервуаре повышается от атмосферного до 0,7 МПа, а температура от 20^{0}С до 25 ^{0}С. Объем резервуара V=56м^3. Атмосферное давление при н.у. равно 100 кПа. Определить массу воздуха, поданного компрессором в резервуар.

Решение:

По уравнению Менделеева-Клапейрона PV = mRT

Определим массу воздуха в начале и конце процесса

$$m_1 = \frac{P_1 \times V_1}{R \times T_1} = \frac{100\,000 \times 56}{287 \times (20 + 273)} = 66{,}59 \text{ кг}$$

$$m_2 = \frac{P_2 \times V_2}{R \times T_2} = \frac{700\,000 \times 56}{287 \times (25 + 273)} = 458{,}34 \text{ кг}$$

$\Delta m = m_2 - m_1$ = 458,34 – 66,59 = 391,75 кг

Ответ: Δm = 391,75 кг

2. Контрольные вопросы

1) Какие процессы называют изопроцессами?
2) Какой процесс называют изотермическим?
3) Какой процесс называют изохорным?
4) Какой процесс называют изобарным?
5) Какой процесс называют политропным?
6) Какой процесс называют адиабатным?
7) Закон Шарля?
8) Закон Гей-Люссака?
9) Закон Бойля-Мариотта?
10) Объединенный газовый закон.
11) Уравнение состояния идеального газа.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4.
Определение параметров влажного воздуха

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель работы. Изучение термодинамических свойств влажного воздуха и процессов изменения параметров влажного воздуха.

Основные положения. Влажный воздух представляет собой смесь сухого воздуха и водяного пара. Знание свойств влажного воздуха необходимо для расчетов процессов сушки влажных материалов и изделий, а также систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Влажный воздух можно рассматривать с некоторыми допущениями как газовую смесь, к которой применимы законы идеального газа.

Закон Дальтона формулируется так: общее давление смеси равно сумме парциальных давлений компонентов. Каждый газ ведет себя так, как если бы он был один в сосуде, занимая весь объем смеси:

$$B = p_в + p_п, \; Па \qquad (1)$$

где B − барометрическое давление;

$p_в$ и $p_п$ − парциальные давления, соответственно, сухого воздуха и водяного пара.

Уравнение состояния для идеального газа может быть использовано как для сухого воздуха, так и для водяного пара, находящегося во влажном воздухе, так как во влажном ненасыщенном воздухе влага находится в состоянии перегретого пара. Уравнение состояния можно записать в следующем виде:

$$p \cdot V = m \cdot R \cdot T \qquad (2)$$

или для 1 кг рабочего тела:

$$p \cdot v = R \cdot T \qquad (3)$$

где p − парциальное давление компонента, *Па*;

V − объем газовой смеси, $м^3$;

m − масса газа, *кг*;

R − характеристическая газовая постоянная, *Дж/(кг·град)*;

T − абсолютная температура, *°К*;

v − удельный объем газа, $м^3/кг$.

Содержание водяного пара во влажном воздухе может быть выражено по-разному: через абсолютную или относительную влажность, или влагосодержание.

Абсолютная влажность воздуха характеризует массу водяного пара, которая содержится в 1 $м^3$ влажного воздуха. Так как объем водяного пара в 1 $м^3$ влажного воздуха также составляет 1 $м^3$, то можно сказать, что абсолютная влажность численно равна плотности водяного пара в смеси $\rho_п$, $кг/м^3$. Таким образом, абсолютная влажность представляет собой объемную концентрацию пара. Концентрация влаги в воздухе может изменяться. Воздух, который способен поглощать водяной пар, называется ненасыщенным, причем эта его способность к насыщению зависит от температуры. Чем выше температура, тем больше движущая сила процесса сушки, определяемая разностью парциальных давлений паров растворителя над материалом и в окружающем воздухе. Влага переходит из материала в воздух до наступления состояния равновесия. При насыщении воздух не поглощает влагу, и избыточная влага начинает конденсироваться. Поэтому в процессе сушки очень важно знать способность воздуха к насыщению, которая характеризуется относительной влажностью φ.

Относительная влажность — это отношение концентрации водяного пара ненасыщенного воздуха или газа к концентрации водяного пара насыщенного воздуха или газа при одинаковых температурах и давлениях, т. е. это отношение плотности водяного пара при данных условиях к плотности, предельно возможной при той же температуре и том же барометрическом давлении:

$$\varphi = \frac{\rho_п}{\rho_н} \qquad (4)$$

где $\rho_п$ − плотность пара в ненасыщенном состоянии (перегретого пара), $кг/м^3$;

$\rho_н$ − плотность пара в состоянии насыщения (сухого насыщенного пара), $кг/м^3$.

Из уравнения (3) относительную влажность воздуха можно выразить с небольшой погрешностью отношением парциального давления пара в воздухе к парциальному давлению насыщенного водяного пара при той же температуре. Ошибка при предположении, что водяной пар является идеальным газом, составляет приблизительно 1,5%, что вполне допустимо при инженерных расчетах. Тогда относительная влажность воздуха при температуре t менее 100°C:

$$\varphi_{t<100°C} = \frac{\rho_п}{\rho_н} \cong \frac{p_п}{p_н} \qquad (5)$$

При температуре выше 100°C относительная влажность определяется по формуле:

$$\varphi_{t>100°C} = \frac{\rho_п}{\rho_{max}} \cong \frac{p_п}{B} \qquad (6)$$

где B − барометрическое давление, $Па$; $\rho_{max} = \frac{B}{R_п \cdot T}$, $кг/м^3$.

Для абсолютно сухого воздуха, когда $p_п = 0$, относительная влажность тоже равна 0. Для воздуха, насыщенного водяными парами, $p_п = p_н$ и $\varphi = 1$. Поэтому

можно сказать, что относительная влажность является показателем степени насыщения воздуха водяными парами.

Влагосодержание воздуха. Влагосодержанием влажного воздуха называется масса водяного пара в граммах, приходящаяся на 1 килограмм абсолютно сухого воздуха:

$$d = 1000 \cdot \frac{M_п}{M_в}, \; г/кг \; сух.воз \qquad (7)$$

где $M_п$ и $M_в$ — соответственно массы водяного пара и сухого газа, *кг*.

Используя уравнение состояния (2) для влажного воздуха, запишем:

$$d = 622 \cdot \frac{\varphi \cdot p_н}{B - \varphi \cdot p_н}, \; г/кг \; сух.воз. \qquad (8)$$

Величина B, входящая в формулу, зависит от географического положения местности (для центральных частей России B ≈ 745 *мм рт. ст.).*

Из уравнения (8) видно, что влагосодержание воздуха зависит от относительной влажности, парциального давления насыщенного водяною пара и барометрического давления. Для насыщенного воздуха (φ = 1) с возрастанием парциального давления (или температуры насыщения) увеличивается количество влаги в газе. С увеличением барометрического давления влагосодержание воздуха падает. При температуре более 100 °*C* $p_н$ = B, тогда формула (8) приобретает следующий вид:

$$d_{t>100 \cdot C} = 622 \cdot \frac{\varphi}{1 - \varphi}, \; г/кг \; сух.воз. \qquad (9)$$

т. е. величина d при t > 100 °*C* зависит только от φ.

Теплосодержание влажного воздуха, в котором содержится 1 *кг* сухого воздуха и d *г* влаги, можно представить как сумму теплосодержаний (энтальпий) сухого газа и перегретого водяного пара. Теплосодержание I влажного воздуха относится обычно к 1 *кг* сухого воздуха:

$$I = h_в + h_п \cdot \frac{d}{1000}, \; кДж/кг \qquad (10)$$

где $h_в$ = 1,006·t — энтальпия сухого воздуха, *кДж/кг* (1,006 — средняя удельная теплоемкость сухого воздуха при постоянном давлении, *кДж/(кг·град)*;

$h_п$ = (2500+1,97·t) — энтальпия водяного пара, равная сумме его теплосодержания при 0°C и тепла перегрева от 0° до t (1,97 — средняя удельная теплоемкость перегретого водяного пара, *кДж/(кг · град).*

Таким образом, теплосодержание влажного воздуха на 1 *кг* сухого воздуха определяется по формуле:

$$I = 1{,}006 \cdot t + 0{,}001 \cdot d \cdot (2500 + 1{,}97 \cdot t), \; кДж/кг \qquad (11)$$

Из этой формулы видно, что энтальпия влажного воздуха возрастает с увеличением его температуры и влагосодержания.

Температура точки росы является одной из характеристик влажного воздуха. По этой температуре можно определить относительную влажность воздуха. Температурой точки росы, или температурой насыщения, называется та температура, до которой следует охладить влажный воздух (при постоянном влагосодержании), чтобы он стал насыщенным. При этом водяной пар конденсируется и выпадает в виде росы (φ = 1). Парциальное давление водяного

пара $p_п$ равно давлению в состоянии насыщения $p_н$. Температуру точки росы можно определить по таблицам термодинамических свойств воды и водяного пара как температуру насыщенного воздуха при парциальном давлении насыщения $p_н$ или по I−d диаграмме влажного воздуха (рис. 3).

Схема и описание установки. Лабораторная установка (рис. 1) состоит из прозрачного пластмассового воздуховода 1, внутри которого установлен психрометр. Психрометр состоит из двух ртутных термометров: сухого 5 и так называемого мокрого 4.

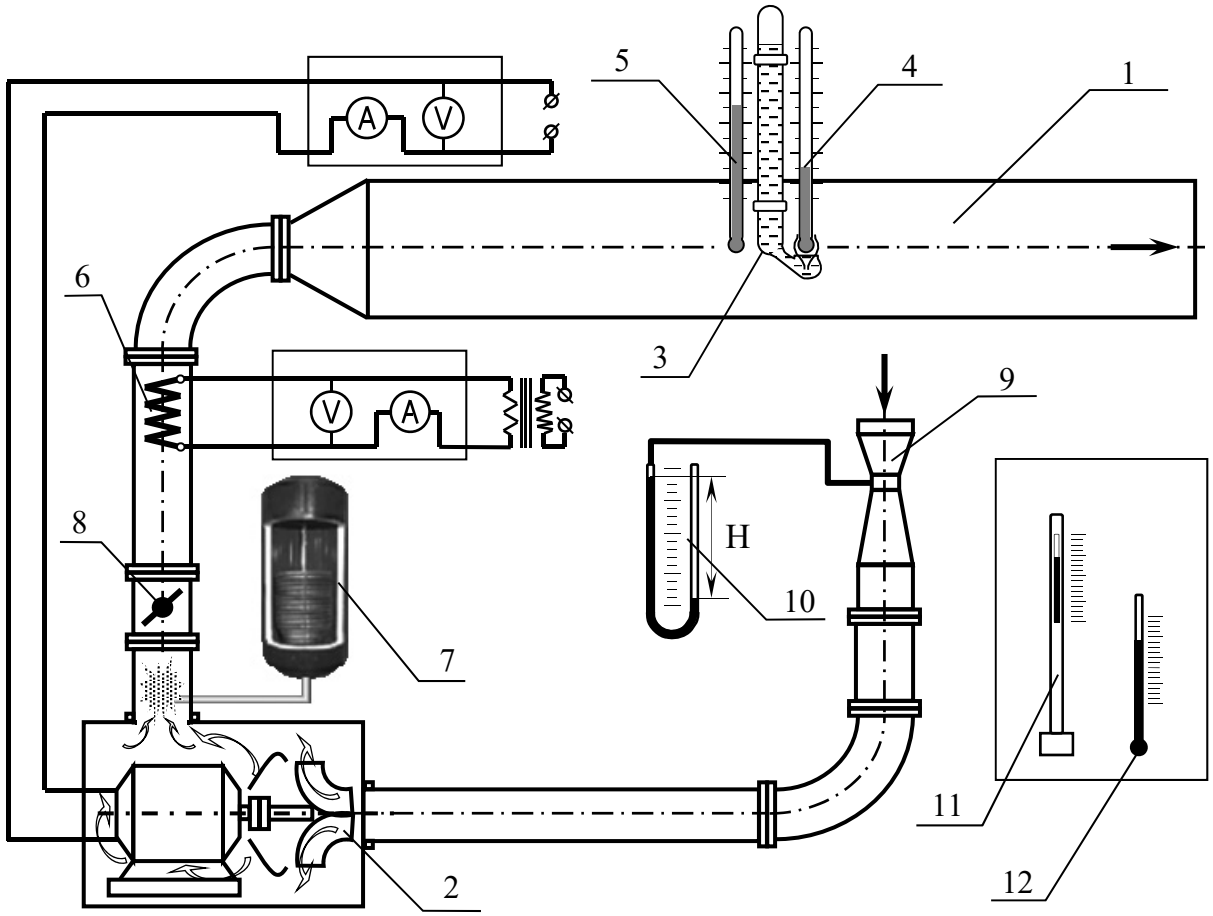


Рис. 1. Схема лабораторной установки.

Мокрый термометр отличается от сухого тем, что его ртутный термобаллончик обернут тканью, смоченной водой. Таким образом, мокрый термометр показывает температуру, которую имеет вода, содержащаяся во влажной ткани. Очевидно, что с поверхности мокрой ткани (если только влажный воздух не является насыщенным) происходит испарение воды. Убыль влаги в процессе испарения компенсируется ее поступлением под действием капиллярных сил из специального баллончика 3 с водой. Для уменьшения погрешности показаний мокрого термометра компрессором 2 создается поток воздуха, скорость которого измеряется расходомерным устройством типа труба «Вентури» 9 по показаниям U-образного вакуумметра 10. При достижении стационарного режима (разность показаний сухого и мокрого термометров не изменяется во времени) сухой термометр показывает истинное значение температуры влажного воздуха t_c, а мокрый − температуру испаряющейся с поверхности ткани воды $t_м$.

Причем, чем суше воздух, тем больше психрометрическая разность ($t_c - t_м$). Переход от одного режима к другому осуществляется путем изменения температуры воздуха с помощью электронагревателя 6. В работе предусмотрена возможность изменения скорости воздушного потока с помощью поворотной заслонки 8, а также изменение влагосодержания путем впрыскивания в поток воздуха водяного пара, генерируемого в автоклаве 7. Измерение параметров окружающей среды выполняется с помощью ртутного барометра 11 и термометра 12. Результаты наблюдений вносятся в протокол (таблица 1).

Таблица 1.

№ п/п	Измеряемая величина	Обозначение	Единицы измерен.	Номера опытов					
				1	2	3	4	5	6
1	Температура сухого термометра	t_c	$°C$						
2	Температура мокрого термометра	$t_м$	$°C$						
3	Разрежение в «горле» воздухомера	H	*мм вод.ст.*						
4	Показания барометра	B	*мбар*						
5	Температура окружающей среды	$t_{окр}$	$°C$						

Расчетные формулы и расчеты.

4.1. Приступая к вычислениям, необходимо рассчитать истинное значение температуры мокрого термометра $t_м'$ по формуле:

$$t'_м = t_м - \frac{\Delta \cdot (t_c - t_м)}{100},\ °C \qquad (12)$$

где $t_м$ − показание мокрого термометра в психрометре, $°C$;

Δ − ошибка в процентах от измеренной психрометрической разности ($t_c - t_м$), определяемая по графику рис. 2 в зависимости от скорости потока воздуха;

t_c – температура по сухому термометру, °*C*.

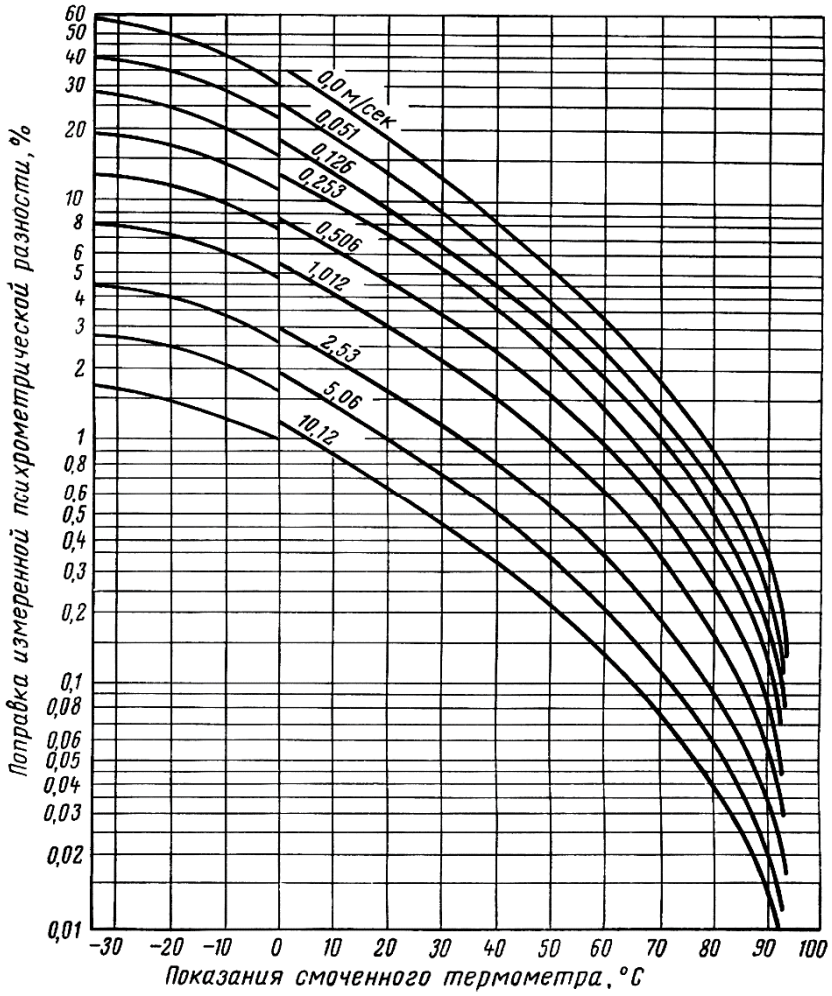


Рис. 2. График для определения величины ошибки к показаниям мокрого термометра при разной скорости воздуха

4.2. Атмосферное давление находится с учетом температурного расширения столбика ртути барометра по формуле:

$$P_{атм} = \frac{B \cdot 10^2}{1 + 1{,}815 \cdot 10^{-4} \cdot t_{окр}}, \; Па \qquad (13)$$

4.3. Перепад давления воздуха в воздухомере ΔP:

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot H, \; Па \qquad (14)$$

где ρ – плотность воды в U-образном вакуумметре, равная 1000 *кг/м*^{3};

g – ускорение свободного падения, равное 9,81 *м/сек*^{2};

H – показание вакуумметра («горло») воздухомера, *переведенное* в *м вод.ст.*

4.4. Плотность воздуха по состоянию в «горле» воздухомера $\rho_в$

$$\rho_в = \frac{(P_{атм} - \Delta P)}{R \cdot (t_1 + 273)}, \; кг/м^3 \qquad (15)$$

где R – характеристическая газовая постоянная воздуха, равная 287 *Дж/кг·°К*.

4.5. Расход воздуха G

$$G = 0{,}525 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{\rho_в \cdot \Delta P}\ , \textit{кг/сек} \qquad (16)$$

4.9. Средняя скорость потока W определяется по уравнению

$$W = \frac{G}{(\rho \cdot F)}, \textit{м/сек} \qquad (17)$$

где F – площадь проходного сечения для потока воздуха, равная величине 0,0177, $м^2$;

4.10. Плотность воздуха ρ в рассматриваемом сечении при атмосферном давлении по формуле

$$\rho = \frac{P_{атм}}{R \cdot (t_c + 273)}, \textit{кг/м}^3 \qquad (18)$$

4.11. Определение относительной влажности:

а) по психрометрической формуле

$$\varphi = \frac{p_п}{p_н} = \frac{p_м - A \cdot (t_c - t_м)}{p_н} \cdot 100\ , \% \qquad (19)$$

где $p_м$ − давление насыщения водяного пара при измеренной температуре мокрого термометра;

$p_н$ − давление насыщения водяного пара при температуре сухого термометра.

Величины $p_м$ и $p_н$ находятся по таблицам термодинамических свойств воды и водяного пара или по рекуррентной формуле полинома:

$$p = 610{,}41 + t \cdot (44{,}49 + t \cdot (1{,}143 + t \cdot (2{,}67 \cdot 10^{-2} + t \cdot (2{,}61 \cdot 10^{-4} + t \cdot 2{,}85 \cdot 10^{-6})))), \textit{Па} \qquad (20)$$

Поправочный коэффициент A, учитывающий влияние скорости воздуха, находится по формуле:

$$A = 0{,}00001 \cdot (65 + \frac{6{,}76}{W}) \cdot B\ , \qquad (21)$$

где B − барометрическое давление; W − скорость воздуха, *м/сек*.

Величины всех парциальных давлений p и барометрического давления B в формулах (19, 20 и 21) должны иметь одинаковую размерность (например бар или Па).

б) по I−d диаграмме (рис.3). Для нахождения относительной влажности на диаграмме следует найти точку пересечения изотерм t_c и $t_м'$. Затем путем интерполяции между линиями φ = const определяется относительная влажность в %. Кроме того, по I−d диаграмме влажного воздуха в соответствии с найденным положением точки изотерм t_c и $t_м'$, определяются: влагосодержание, теплосодержание, температура точки росы и парциальное давление водяного пара во влажном воздухе.

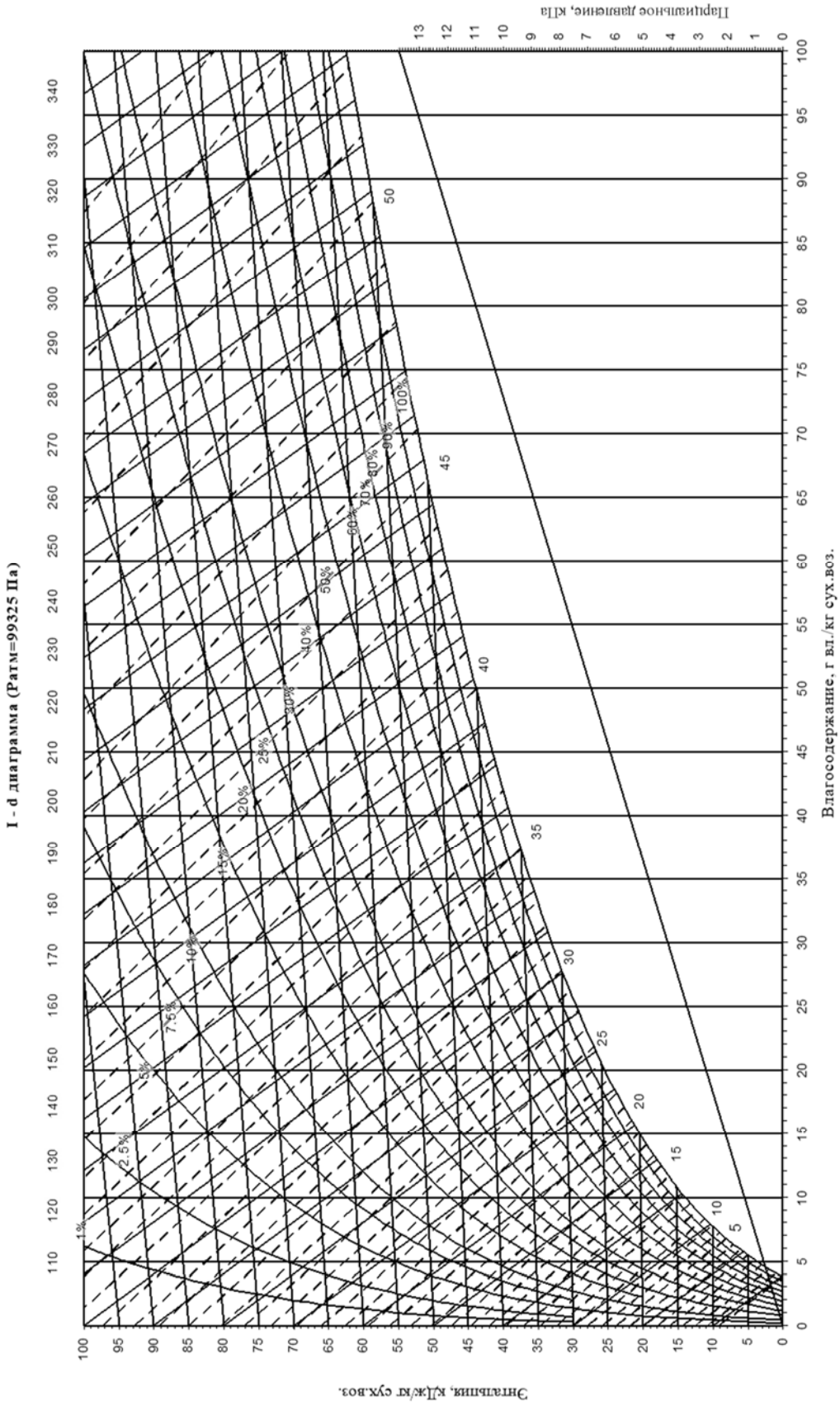


Рис. 3. I−d диаграмма

4.12. Абсолютная влажность воздуха $\rho_п$ определяется по уравнению состояния:

$$\rho_{п} = \frac{\varphi \cdot p_{н}}{R_{п} \cdot (273 + t_{с})}, \; кг/м^3 \qquad (22)$$

здесь и далее φ – относительная влажность в долях единицы;

$R_п$ – характеристическая газовая постоянная водяного пара равная 462 *Дж/(кг·град);*

$p_н$ − давление насыщения водяного пара при температуре сухого термометра, *Па*;

4.13. Влагосодержание воздуха определяется по формуле (8).

4.14. Теплосодержание (энтальпия) влажного воздуха находится по формуле (11).

4.15. Парциальное давление пара во влажном воздухе по формуле:

$$p_{п} = \varphi p_{н}, \; Па \qquad (23)$$

4.6. Результаты расчетов по формулам и найденные по I−d диаграмме влажного воздуха должны быть продублированы в форме сводной таблицы 2.

Таблица 2.

№ п/п	Расчетная величина	Обозначение	Единицы измерен.	Номера опытов											
				по расчету						по I – d диаграмме					
				1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	Истинное значение мокрого термометра	$t_м'$	*°C*												
2	Относительная влажность	φ	*%*												
3	Влагосодержание	d	*г/кг сух.воз.*												
4	Абсолютная влажность	$\rho_п$	$кг/м^3$							–	–	–	–	–	–
5	Теплосодержание (энтальпия)	I	*кДж/кг*												
6	Парциальное давление пара	$p_п$	*Па*												
7	Парциальное давление насыщения	$p_н$	*Па*												
8	Температура точки росы	$t_{тр}$	*°C*	–	–	–	–	–	–						

Контрольные вопросы.

5.1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?

5.2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.

5.3. Как Вы понимаете такие состояния, как насыщенный и ненасыщенный влажный воздух?

5.4. Как Вы относитесь к термину «пересыщенный» влажный воздух?

5.5. Как формулируется и записывается закон парциальных давлений для влажного воздуха?

5.6. Что называется абсолютной, относительной влажностью и влагосодержанием влажного воздуха?

5.7. Как выражается и из чего складывается теплосодержание (энтальпия) влажного воздуха?

5.8. Почему с увеличением температуры влажного воздуха его относительная влажность уменьшается?

5.9. Чем Вы можете объяснить влияние скорости воздуха на отклонение показания смоченного термометра от истинного значения температуры мокрого термометра?

5.10. Как устроена диаграмма I-d влажного воздуха и, каким образом определяются параметры влажного воздуха с помощью диаграммы по показаниям сухого и мокрого термометров?

5.11. Покажите на диаграмме и поясните процессы «сухого» нагрева и охлаждения влажного воздуха.

5.12. Покажите на диаграмме и поясните процесс адиабатного насыщения влажного воздуха.

5.13. Дайте определение понятию точки росы. Как определяется температура точки росы на диаграмме?

5.14. Какова связь между относительной влажностью воздуха и его влагосодержанием?

5.15. Дайте вывод аналитической формулы для расчета абсолютной влажности воздуха.

5.16. Дайте вывод аналитической формулы для расчета влагосодержания воздуха.

5.17. Дайте вывод аналитической формулы для расчета теплосодержания (энтальпии) воздуха.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5.
Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель работы: Изучение методики экспериментального определения коэффициента теплоотдачи и обработки опытных данных.

Задачи работы

Определение коэффициента теплообмена при свободном обтекании трубы воздухом. Анализ опытных данных.

Теоретические положения

По определению, коэффициентом теплоотдачи а называется удельный тепловой поток, возникающий между поверхностью твердого тела и жидкой средой и отнесенный к разности температур стенки и жидкости в один градус [1]:

$$\alpha = \frac{q}{\Delta t}, \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К} \qquad (1)$$

где q - удельный тепловой поток, под которым понимается тепловой поток в единицу времени, приходящийся на единицу поверхности теплообмена:

$$q = \frac{\Phi}{S}, \text{ Вт/м}^2 \qquad (2)$$

где Ф - тепловой лоток, передаваемый в единицу времени от поверхности трубы воздуху при конвективном теплообмене, Вт;

S - площадь поверхности теплообмена, м2;

Δt – разность температур, под действием которой происходит теплообмен:

$$\Delta t = t_{ср} - t_0, ^\circ\text{C} \qquad (3)$$

С учетом выражения 2 коэффициент теплообмена можно определить по формуле:

$$\alpha = \frac{\Phi}{S \cdot \Delta t}, \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К} \qquad (4)$$

Между трубой и воздухом теплообмен происходит путем конвекции, теплопроводности (в воздухе) и излучения. Конвекция и теплопроводность в жидкой среде объединяются под названием конвективного теплообмена. Таким образом, общий тепловой поток складывается из конвективного и лучистого потоков:

$$Q = \Phi + Q_л \qquad (5)$$

Аналогично и коэффициент теплоотдачи условно представляют как сумму конвективного и «лучистого» коэффициентов:

$$\alpha = \alpha_к + \alpha_л \qquad (6)$$

Для определения коэффициента теплообмена, характеризующего конвективный теплообмен, следует из общего теплового потока исключить количество тепла, передаваемого лучистым путем:

Общий тепловой поток Ф от трубы к воздуху при установившемся режиме будет равен количеству подводимой в единицу времени электроэнергии, т. е. может быть найден по показаниям приборов:

$$\Phi = I \cdot U, \text{ Вт} \qquad (7)$$

Где I - сила тока, А;

U- напряжение сети тока, В.

Поскольку коэффициент теплообмена зависит от большого числа факторов, для использования опытных данных на практике их следует обработать в критериальном виде. Конвективный теплообмен на границе со стенкой характеризуется критерием подобия Нуссельта (Nu). Подобие процессов свободной конвекции определяется критерием Грасгофа (Gr). Физиче¬ское подобие описывается критерием Прандтля (Pr), но физические параметры воздуха пренебрежимо мало зависят от температуры, и поэтому критерий Прандтля является практически постоянной величиной.

Зная эти критерии можно определить коэффициент теплообмена по формуле [1]:

$$\alpha = Nu\frac{\lambda}{d} \qquad (8)$$

где d - диаметр трубы (определяющий размер), м;

X - коэффициент теплопроводности теплоносителя, Вт/мК.

Описание лабораторной установки

Опытная установка (Рис. 1) представляет собой горизонтальную медную трубу 1, внутри которой вмонтирован электрический нагреватель 2. На поверхности трубы запаяны шесть термопар 3, подключенных к электронному измерителю температуры 13 (потенциометру).

Торцы опытной трубы защищены тепловой изоляцией, а пространство между трубой и нагревателем заполнено песком. Все холодные спаи термопар помещены в сосуд 10, где находится масло с постоянной температурой.

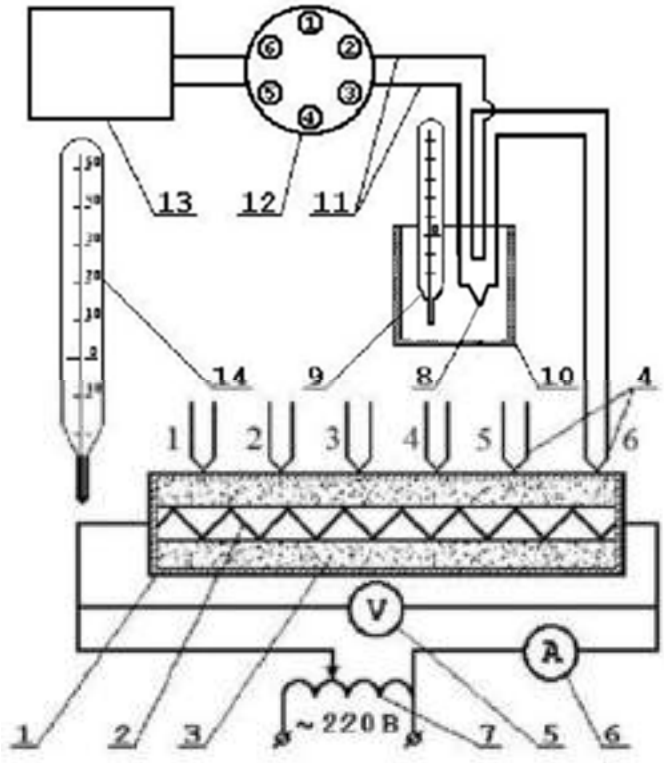


Рис. 1. Схема установки: 1 - горизонтальная труба; 2 - нагревательный элемент; 3 - заполнитель песок; 4 – горячие спаи термопар №1-6; 5 - вольтметр; 6 - амперметр; 7 - ЛАТР; 8 - холодные спаи термопар; 9 - термометр для замера температуры холодных спаев; 10 - сосуд Дьюара; 11 - компенсационные провода; 12 -

переключатель термопар; 13 - электронный измеритель температуры; 14 - термометр для замера температуры окружающей среды

При установившемся режиме весь тепловой поток от нагревателя передается через стенки трубы к окружающему воздуху. Вследствие нагревания трубы около ее поверхности возникает свободная конвекция. Мощность электронагревателя измеряется ваттметром или для определения мощности достаточно также измерять напряжение и силу тока в спирали.

Перед проведением испытания следует ознакомиться с установкой и измерительными приборами и составить схему установки. После включения электрической спирали необходимо дождаться наступления установившегося (стационарного) режима, характеризующегося стабильностью показаний потенциометра во всех точках

Проведение испытания

После установления стационарного режима приступают к опыту. Во время опыта записываются показания потенциометра последовательно для всех, термопар и показания ваттметра или заменяющих его амперметра 6 и вольтметра

Отмечается также показание термометра 14, измеряющего температуру окружающего воздуха на достаточном удалении от трубы, и температура холодных спаев. В процессе испытания проводятся несколько опытов для разных режимов. Каждый режим характеризуется определенным значением напряжения, устанавливаемого посредством трансформатора и кон¬тролируемого вольтметром. В опыте делается несколько замеров через 4...5 минут. Результаты наблюдений заносятся в одну таблицу. Для каждого опыта результаты усредняются. По среднему показанию потенциометра в каждой точке установки термопары может быть определена средняя температура стенки трубы:

$$t_{CP} = \frac{\sum t_{Ti}}{6}, ℃ \qquad (12)$$

где tTi - показания термопар по милливольтметру.

Если холодные спаи не погружены в тающий лед, а находятся на воздухе, показания потенциометра соответствуют разности температур стенки и помещения. Поэтому по показаниям измерителя 13 удобно определять разность температур и затем найти температуру стенки трубы. Если зависимость между температурами и соответствующими ТЭДС линейна, допустимо среднюю температуру стенки трубы определяют по среднему значению ТЭДС для трубы.

Обработка опытных данных

1) Находим общий тепловой поток Ф от трубы к воздуху по формуле 7.
2) Определяем среднюю температуру стенки трубы tCP по формуле 12.
3) По формуле 3. определяем разность температур At, под действием которой происходит теплообмен
4) Определяем коэффициент теплообмена а по формуле 4. Площадь поверхности теплообмена F берем из паспорта установки.

Оформление отчета

Отчет по работе должен включать цель работы, задачи работы, схему установки. Данные замеров и расчеты свести в таблицу 1.

Таблица 1**.** Таблица опытных данных

№ замера	**Напряжение, В**	**Сила тока, А**	**Показания потенциометра**						**Температура окружающей среды t_0**	К «*X* **но** *a* Он 0^**£** **а**<*DC*<*D***н**	**Разность температур** *At*
			1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**			

1.Контрольные вопросы

1)Какой физический смысл коэффициента теплоотдачи?

2)Какие виды теплообмена включает процесс теплоотдачи?

3) Почему для измерения температуры поверхности трубы используется не одна, а шесть термопар?

4)Как определяется тепловой поток, передаваемый от трубы воздуху?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6.
Расчет КПД цикла Карно

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель работы – познакомиться с принципами работы тепловых машин на примере цикла Карно.

Тепловая машина – устройство, преобразующее тепловую энергию в механическую. Примеры тепловых машин, созданных человеком: огнестрельное оружие, паровой двигатель, двигатель внутреннего сгорания и реактивный двигатель. В качестве «преобразователя» (рабочего тела) используется газ, поскольку газ занимает весь предоставленный ему объем и его давлением можно управлять с помощью измерения температуры в процессе теплообмена.

Преобразование энергии носит циклический характер: на стадии расширения газ получает тепло, на стадии сжатия отдает тепло и возвращается в исходное состояние. Цикл может быть закрытым (состав газа неизменен) или открытым (состав газа после каждого цикла обновляется). Полезная работа (A) равна площади замкнутой фигуры на P─V диаграмме (P ─ давление, V ─ объем).

Показателем эффективности цикл Карно является коэффициент полезного действия (КПД), равный отношению полезной работы к потребленной тепловой энергии $\eta=A/Q$.

В 1824 г. французский физик Сади Карно опубликовал «Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу», где впервые показано, что полезную работу можно получить лишь в случае, когда тепло переходит от нагретого тела («нагревателя») к более холодному («холодильнику»). Причем КПД ограничен отношением температур «холодильника» (T_2) и «нагревателя» (T_1): $\eta \leq 1-T_2/T_1$.

Идеальный цикл Карно включает следующие стадии: (1) изотермическое расширение при температуре «нагревателя» T_1, когда газ получает тепло от «нагревателя» Q_1; (2) адиабатическое расширение, когда газ не обменивается тепловой энергией с окружающей средой; (3) изотермическое сжатие при температуре «холодильника» T_2, когда газ отдает тепло «холодильнику» Q_2; (4) адиабатическое сжатие. Работа за цикл $A=Q_1-Q_2$.

Задание по выполнению лабораторной работы

Измеряя объем изотермического расширения от 1 л до 9 л (с шагом 1 л), исследуйте зависимости совершаемой за цикл работы и коэффициента полезного действия от объема изотермического расширения. Заполните таблицу и постройте два графика $A(\Delta V)$ и $\eta(\Delta V)$.

Выберите оптимальные режимы:

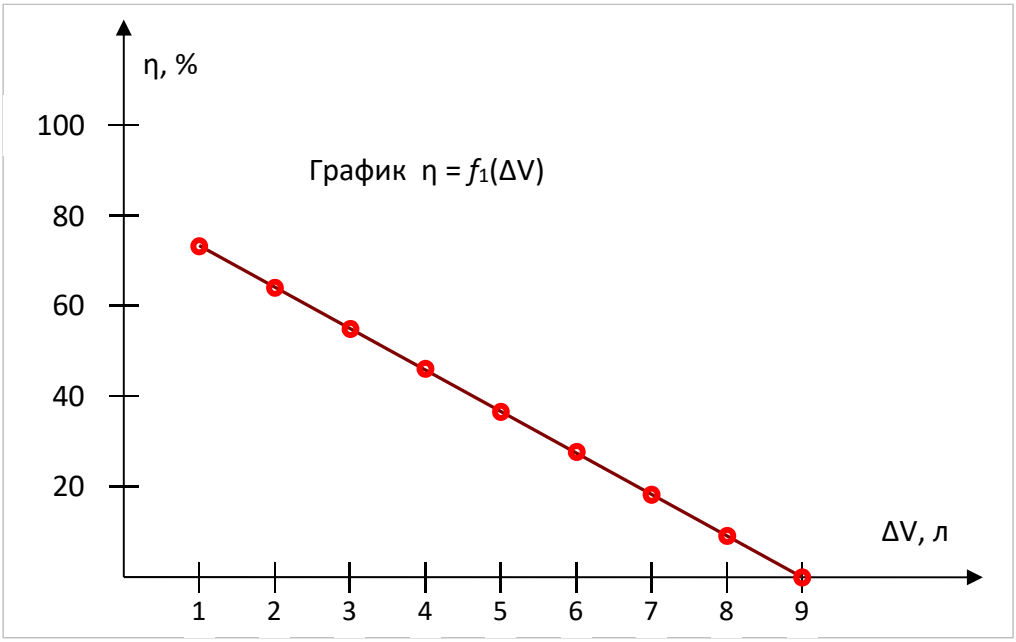
1) для достижения максимальной полезной мощности;

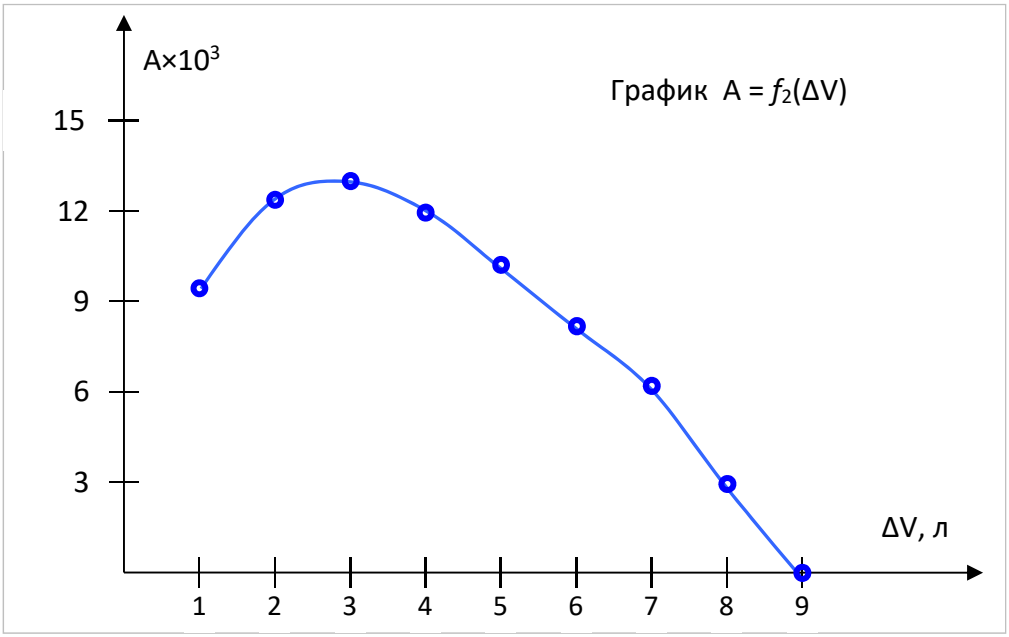
2) для максимальной экономии топлива.

Посчитайте, сколько моль газа составляет рабочее тело машины, если максимальное давление в цилиндре 10 атм, а минимальный объем 1 л.

Выполнение лабораторной работы

Полезная работа (A)	9178,6	12230,2	12819,6	11823,9	10273,7	8185,5	5715,9	2965,0	0,0
КПД (η)	66,2	55,7	46,2	36,7	28,7	21,0	13,7	6,7	0,0
Изотермическое расширение (ΔV).	1	2	3	4	5	6	7	8	9





Оптимальные режимы:

1) – Мощность находится в прямой зависимости от работы, поэтому максимальная полезная мощность достигается при изотермическом расширении
2) ΔV= 3 л., К.П η = 46,2%
3) – Максимальная экономия топлива достигается при высоком К.П.Д., полезная работа при этом равна А = 9178,6, изотермическое расширение ΔV= 1 л.

Расчет количества газа:

P =10 атм = $10\times1{,}013251\times10^5$ Н/М

V = 1 л. = 0,001 $м^3$

Из уравнения состояния идеального газа $\nu = \frac{m}{M} = \frac{pV}{RT}$

$$\nu = \frac{(10 \times 1.01325 \cdot 10^5\ Па) \times (1 \cdot 10^{-3}\ м^3)^3}{8.31 Дж/(моль \cdot К) \times T} = \frac{1.01325 \cdot 10^3}{8.31 \times T} \approx 121{,}9/T\ моль$$

Вывод по работе:

- Максимум полезной работы (12817,6 кДж) достигается при изотермическом расширении равном ΔV= 3.
- Связь между КПД и изотермическим расширением – обратная.

Для того, чтобы цикл был обратимым, из него должна быть исключена передача тепла при наличии разности температур. Передача тепла должна осуществляться в изотермическом процессе. Для того, чтобы менять температуру рабочего тела от температуры нагревателя до температуры холодильника и обратно, необходимо использовать адиабатические процессы. Единственным обратимым циклом является цикл Карно.

Контрольные вопросы

1. Что такое идеальный газ? Приведите примеры идеальных газов.

Идеальный газ — математическая модель газа, в которой предполагается, что потенциальной энергией взаимодействия молекул можно пренебречь по сравнению с их кинетической энергией. Между молекулами не действуют силы притяжения или отталкивания, соударения частиц между собой и со стенками сосуда абсолютно упруги, а время взаимодействия между молекулами пренебрежимо мало по сравнению со средним временем между столкновениями. Модель широко применяется для решения задач термодинамики газов и задач аэрогазодинамики. Например, воздух, азот, водород, гелий при атмосферном давлении и комнатной температуре с большой точностью описывается данной моделью. К идеальному газу близки разреженные реальные газы при температурах, далеких от температуры их конденсации. Зависимость давления идеального газа от его температуры и плотности выражается уравнением Менделеева - Клапейрона.

В случае экстремальных температур или давлений требуется применение более точной модели, например модели газа Ван-дер-Ваальса, в котором учитывается притяжение между молекулами.

Различают классический идеальный газ (его свойства выводятся из законов классической механики и описываются статистикой Больцмана) и квантовый идеальный газ (свойства определяются законами квантовой механики, описываются статистиками Ферми - Дирака или Бозе - Эйнштейна).

2. Что общего между различными процессами преобразования тепловой энергии в механическую? Приведите примеры.

Для того, чтобы работа производилась, нужен посредник, ***рабочее вещество***, которое было бы способно отобрать теплоту у нагревателя (более горячего тела) при более высокой температуре и отдать ее холодильнику (более холодному телу) – при более низкой. Анализируя механизм действия тепловых машин, Карно исходил из того, что для их работы нужно наличие ***разности температур*** и затем их выравнивание, так же, как для работы водяных машин необходима разность уровней воды.

Примеры тепловых машин:

Огнестрельное оружие. Рабочее вещество – пороховые газы;

Паровая машина. Первые практически действующие универсальные паровые машины были созданы русским изобретателем Иваном Ивановичем Ползуновым и англичанином Джемсом Уаттом. Главным недостатком первых паровых машин был низкий КПД. У паровозов КПД не превышал 9%. Рабочее тело – водяной пар.

Паровая турбина. Первая паровая турбина, нашедшая практическое применение, была изготовлена шведским инженером Густавом Лавалем в 1889 г. Для работы паровой турбины за счет энергии, освобождаемой при сжигании каменного угля или мазута, вода в котле нагревается и превращается в пар. Пар нагревается до температуры более 500 °С и при высоком давлении выпускается из котла через сопло. При выходе пара внутренняя энергия нагретого пара преобразуется в кинетическую энергию струи пара. Скорость струи пара может достигнуть 1000 м/с. Струя пара направляется на лопатки турбины и приводит турбину во вращение. На одном валу с турбиной находится ротор электрического генератора. Таким образом энергия топлива в конечном счете преобразуется в электрическую энергию. Современные паровые турбины обладают высоким КПД преобразования кинетической энергии струи пара в механическую энергию, превышающим 90%. Поэтому электрические генераторы практически всех тепловых и атомных электростанций мира, дающие более 80% всей вырабатываемой электроэнергии, приводятся в действие паровыми турбинами.

Двигатель внутреннего сгорания. Среди способов увеличения КПД тепловых двигателей один оказался особенно эффективным. Сущность его состояла в устранении части потерь теплоты перенесением места сжигания топлива и нагревания рабочего тела внутрь цилиндра. Отсюда и происхождение названия — «двигатель внутреннего сгорания». Первый двигатель внутреннего сгорания был создан в 1860 г. Французским инженером Этье-ном Ленуаром, но эта машина была еще весьма несовершенной. В 1862 г. французский изобретатель Бо де Роша предложил использовать в двигателе внутреннего сгорания четырехтактный цикл. Эта идея была использована немецким изобретателей Н. Отто, построившим в 1878 г. первый четырехтактный газовый двигатель внутреннего сгорания. КПД этого двигателя достигал 22%, что превосходило значения, полученные при использовании двигателей всех предшествующих типов.

Развитие нефтяной промышленности в конце XIX в. дало новые виды топлива — керосин и бензин. В бензиновом двигателе для более полного сгорания топлива перед впуском в цилиндр его смешивают с воздухом в специальных смесителях, называемых карбюраторами. Воздушно- бензиновую смесь называют горючей смесью.

Для полного сгорания в составе смеси на один килограмм бензина должно приходиться не менее пятнадцати килограммов воздуха. Это означает, что рабочим телом в двигателях внутреннего сгорания фактически является воздух, а не пары бензина. В отличие от паровых машин здесь топливо сжигается для нагревания газа, а не для превращения жидкости в пар.

Карбюраторные двигатели внутреннего сгорания широко применяются в автомобильном транспорте. Они приводят в движение почти все легковые и многие

грузовые автомобили. Дизельные двигатели используются в мощных грузовых автомобилях, тракторах, на судах речного и морского транспорта, тепловозах.

Газовая турбина. Все более широкое применение в современном транспорте получают газотурбинные двигатели. Газотурбинная установка состоит из воздушного компрессора, камер сгорания и газовой турбины 3. Компрессор состоит из ротора, укрепленного на одной оси с турбиной, и неподвижного направляющего аппарата.

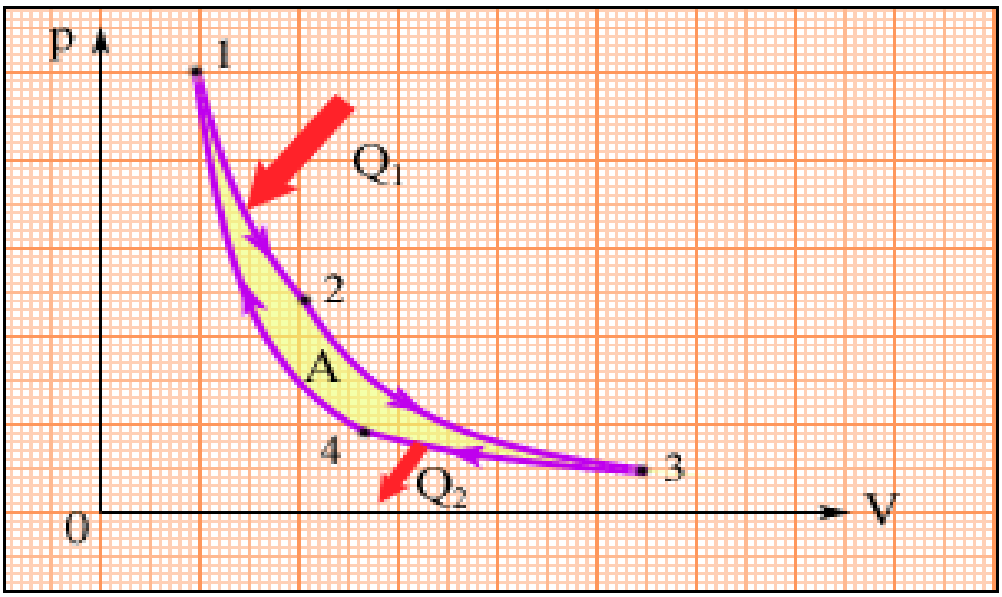
При работе турбины ротор компрессора вращается. Воздух засасывается в компрессор, несколько ступеней лопаток компрессора обеспечивают повышение давления воздуха в 5—7 раз. Процесс сжатия протекает адиабатно, поэтому температура воздуха повышается до температуры 200 °С и более. Сжатый воздух поступает в камеру сгорания. Одновременно через форсунку в нее впрыскивается под большим давлением жидкое топливо — керосин, мазут. При горении топлива воздух, служащий рабочим телом, получает некоторое количество тепла и нагревается до температуры 1500— 2200 °С. Нагревание воздуха происходит при постоянном давлении, поэтому воздух расширяется и скорость его движения увеличивается.

Движущийся с большой скоростью воздух и продукты горения направляются в турбину. Переходя от ступени к ступени, они отдают свою кинетическую энергию лопаткам турбины. Часть полученной турбиной энергии расходуется на вращение компрессора, а остальная используется для вращения винта самолета, винта морского корабля или колес автомобиля.

Вместо вращения винта самолета, теплохода или ротора электрогенератора газовая турбина может быть использована как реактивный двигатель. Воздух и продукты горения выбрасываются из газовой турбины с большой скоростью. Реактивная сила тяги, возникшая при этом, может быть использована для движения самолета, теплохода или железнодорожного транспорта.

3. Опишите стадии цикла Карно по диаграмме. Чем определяется совершенная работа и КПД?

В 1824 году французский инженер С. Карно рассмотрел круговой процесс, состоящий из двух изотерм и двух адиабат. Этот круговой процесс сыграл важную роль в развитии учения о тепловых процессах.



Цикл Карно совершает газ, находящийся в цилиндре под поршнем. На изотермическом участке (1–2) газ приводится в тепловой контакт с горячим тепловым резервуаром (нагревателем), имеющим температуру T_1. Газ изотермически расширяется, совершая работу A_{12}, при этом к газу подводится некоторое количество теплоты $Q_1 = A_{12}$. Далее на адиабатическом участке (2–3) газ помещается в адиабатическую оболочку и продолжает расширяться в отсутствие теплообмена. На этом участке газ совершает работу $A_{23} > 0$. Температура газа при адиабатическом расширении падает до значения T_2. На следующем изотермическом участке (3–4) газ приводится в тепловой контакт с холодным тепловым резервуаром (холодильником) при температуре $T_2 < T_1$. Происходит процесс изотермического сжатия. Газ совершает работу $A_{34} < 0$ и отдает тепло $Q_2 < 0$, равное произведенной работе A_{34}. Внутренняя энергия газа не изменяется. Наконец, на последнем участке адиабатического сжатия газ вновь помещается в адиабатическую оболочку. При сжатии температура газа повышается до значения T1, газ совершает работу A41 < 0. Полная работа A, совершаемая газом за цикл, равна сумме работ на отдельных участках:

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41}.$$

На диаграмме (p, V) эта работа равна площади цикла.

Как следует из первого закона термодинамики, работа газа при адиабатическом расширении (или сжатии) равна убыли ΔU его внутренней энергии. Для 1 моля газа:

$$A = -\Delta U = -C_V(T_2 - T_1),$$

где T_1 и T_2 – начальная и конечная температуры газа.

Отсюда следует, что работы, совершенные газом на двух адиабатических участках цикла Карно, одинаковы по модулю и противоположны по знакам

$$A_{23} = -A_{41}.$$

По определению, коэффициент полезного действия η цикла Карно есть:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{A_{12} + A_{34}}{Q_1} = \frac{Q_1 - |Q_2|}{Q_1} = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1}.$$

С. Карно выразил коэффициент полезного действия цикла через температуры нагревателя T_1 и холодильника T_2:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}.$$

Цикл Карно замечателен тем, что на всех его участках отсутствует соприкосновение тел с различными температурами. Любое состояние рабочего тела (газа) на цикле является квазиравновесным, т. е. бесконечно близким к состоянию теплового равновесия с окружающими телами (тепловыми резервуарами или термостатами). Цикл Карно исключает теплообмен при конечной разности температур рабочего тела и окружающей среды (термостатов), когда тепло может передаваться без совершения работы. Поэтому цикл Карно – наиболее эффективный круговой процесс из всех возможных при заданных температурах нагревателя и холодильника:

$$\eta Карно = \eta max.$$

Любой участок цикла Карно и весь цикл в целом может быть пройден в обоих направлениях. Обход цикла по часовой стрелке соответствует тепловому двигателю, когда полученное рабочим телом тепло частично превращается в полезную работу. Обход против часовой стрелки соответствует холодильной машине, когда некоторое количество теплоты отбирается от холодного резервуара и передается горячему резервуару за счет совершения внешней работы. Поэтому идеальное устройство, работающее по циклу Карно, называют обратимой тепловой машиной.

4. Что такое абсолютная температура? Мерой чего она является? Является ли температура понятием макро- или микроскопическим? Какие шкалы температур наиболее известны, чем они отличаются и как связаны?

Абсолютная температура (термодинамическая температура), температура Т, отсчитываемая от абсолютного нуля. Понятие абсолютной температуры было введено У. Томсоном (Кельвином), в связи с чем шкалу абсолютной температуры называют шкалой Кельвина или термодинамической температурной шкалой. Единица абсолютной температуры — кельвин (К). 1К = 1 °С. Значения абсолютной температуры связаны с температурой по Цельсия шкале (t °С) соотношением t = T — 273,15 К.

Температура (лат. temperature- надлежащее смещение, нормальное состояние) – физическая величина, характеризующая состояние термодинамического равновесия **макроскопической** системы.

Температурные шкалы, системы сопоставимых числовых значений температуры. Существуют абсолютные термодинамические температурные шкалы (шкала Кельвина) и различные эмпирические температурные шкалы, реализуемые при помощи свойств веществ, зависящих от температуры (тепловое расширение,

изменение электрического сопротивления с температурой и др.). Эмпирические температурные шкалы различаются начальными точками отсчета и размером применяемой единицы температуры: °C (шкала Цельсия), °R (шкала Реомюра), °F (шкала Фаренгейта). 1 °R=1,25 °C, 1F=5/9 °C. Температурная шкала, практически воспроизводящая шкалу Кельвина (1 К=1 °C), называется международной практической температурной шкалой.

Температура не является непосредственно измеряемой величиной; её значение определяют по температурному изменению какого-либо удобного для измерения физического свойства термометрического вещества. Выбрав термометрическое вещество и свойство, необходимо задать начальную точку отсчёта и размер единицы температуры — градуса. Таким образом определяют эмпирические температурные шкалы. В температурных шкалах обычно фиксируют две основные температуры, соответствующие точкам фазовых равновесий однокомпонентных систем (так называемые реперные или постоянные точки), расстояние между которыми называется основным температурным интервалом шкалы. В качестве реперных точек используют: тройную точку воды, точки кипения воды, водорода и кислорода, точки затвердевания серебра, золота и др. Размер единичного интервала (единицы температуры) устанавливают как определённую долю основного интервала. За начало отсчёта температурной шкалы принимают одну из реперных точек. Так можно определить эмпирическую (условную) температурную шкалу по любому термометрическому свойству.

В шкале Цельсия, например, за начало отсчёта принята температура затвердевания воды (таяния льда), основной интервал между точками затвердевания и кипения воды разделён на 100 равных частей.

В простейшем случае температурные шкалы различаются числовыми значениями, принятыми для одинаковых реперных точек. Так, в шкалах Цельсия (°C), Реомюра (°R) и Фаренгейта (°F) точкам таяния льда и кипения воды при нормальном давлении приписаны разные значения температуры.

5. Что такое внутренняя энергия идеального газа? Что такое теплоемкость? В каком случае теплоемкость будет больше: при постоянном давлении или при постоянном объеме?

Чтобы изменить состояние некоторого заданного объема газа (например, нагреть или охладить его), надо либо совершить над ним механическую работу, либо передать ему некоторое количество тепла за счет контакта с другими телами. Количественно эти изменения выражаются с помощью первого начала термодинамики, которое отражает важнейший закон природы: сохранение механической и тепловой энергии тела. Формулировку первого начала для бесконечно малого квазистатического процесса можно представить в виде.

$$dQ = dU + dA$$

Здесь dQ – элементарное количество тепла, передаваемое телу, dU – изменение его внутренней энергии, $dA = pdV$ – элементарная работа, совершаемая газом при изменении его объема (эта работа равна с обратным знаком элементарной работе, совершаемой внешними силами над газом). Обозначение dU соответствует

полному дифференциалу от переменной U. Это означает, что приращение внутренней энергии при переходе газа из некоторого состояния 1 в состояние 2 можно представить в виде интеграла

$$\int_1^2 dU = U_2 - U_1$$

Обозначения dQ и dA означают, что в общем случае интеграл от них нельзя представить в виде разности соответствующих значений в конечном и начальном состоянии газа, поэтому интегрирование по всему процессу приводит к соотношению

Q = U2 – U1 + A

Вводится понятие теплоемкости газа как количества тепла, которое нужно сообщить газу, чтобы повысить его температуру на один градус Кельвина. Тогда по определению

$$C = \frac{\delta Q}{dT}$$

Далее под C подразумевается теплоемкость, отнесенная к одному молю газа, или молярная теплоемкость. Внутренняя энергия U также определена для одного моля газа. Если газ нагревается при постоянном объеме (изохорический процесс), т.е. совершаемая газом работа равна нулю, то

$$C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V$$

Если состояние газа меняется при постоянном давлении (изобарический процесс), то

$$C_p = \frac{dU}{dT} + p\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$$

Использование уравнение состояния идеального газа (3) при v = 1 дает

$$\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p = \frac{R}{p}$$

Следовательно, молярные теплоемкости идеального газа при постоянном давлении и при постоянном объеме связаны соотношением Cp = Cv + R. При нагревании при постоянном давлении часть теплоты идёт на производство работы расширения тела, а часть — на увеличение его внутренней энергии, тогда как при нагревании при постоянном объёме вся теплота расходуется только на увеличение внутренней энергии; в связи с этим Cp всегда больше, чем Cv.

dA = pdV – элементарная работа, совершаемая газом при изменении его объема (эта работа равна с обратным знаком элементарной работе, совершаемой внешними силами над газом).

Внутренняя энергия газа, в общем случае, состоит из кинетической энергии поступательного и вращательного движения молекул, энергии внутреннего (колебательного) движения атомов в молекуле, а также потенциальной энергии взаимодействия молекул. В случае идеального газа вкладом последнего слагаемого в полную энергию можно пренебрегать.

В классической статистической механике доказывается так называемая теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы молекул, согласно которой на каждую степень свободы молекулы в состоянии теплового равновесия в среднем приходится энергия, равная (1/2)kT.

Для газов, состоящих из одноатомных молекул, (например, инертные газы) средняя кинетическая энергия, приходящаяся на один атом, соответствует лишь поступательному движению атомов, (3 степени свободы). В этом случае

$$U = \frac{3}{2} N_A kT = \frac{3}{2} RT, \quad C_V = \frac{3}{2} R$$

Существенно, что для идеального газа одноатомных молекул внутренняя энергия зависит только от температуры и не зависит от объема.

Для линейных двухатомных молекул число степеней свободы равно пяти (на одну степень свободы меньше, чем для системы двух независимых атомов, поскольку в молекуле эти атомы связаны жесткой связью) Дополнительные две степени свободы описывают вращательное движение молекулы относительно двух взаимно-перпендикулярных осей. При этом

$$U = \frac{5}{2} RT, \quad C_V = \frac{5}{2} R$$

Если атомы в молекуле совершают еще и колебания, то, согласно классической теории, наличие колебательного движения вносит вклад в среднюю энергию молекулы, равный kT (по kT/2, приходящийся на кинетическую и потенциальную энергии колебаний. Тогда в случае молекулы, образованной из i атомов,

$$U = \frac{i}{2} RT, \quad C_V = \frac{i}{2} R$$

6. Как объясняется давление газа на основе молекулярно-кинетической теории? В чем измеряется давление?

Давление, производимое газом на стенки сосуда, объясняется ударами движущихся молекул. При ударе о стенку молекулы газа отдают ей определенный импульс; стенка при этом испытывает действие некоторой силы. Удар каждой молекулы о стенку сосуда производит очень небольшое действие. Но молекул газа очень много, удары о стенки сосуда происходят беспрерывно, поэтому в результате получается значительное давление. А хаотичность движения молекул приводит к тому, что давление газа одинаково во всех направлениях.

	Паскаль (Pa, Па)	Бар (bar, бар)	Техническая атмосфера (at, ат)	Физическая атмосфера (atm, атм)	Миллиметр ртутного столба (mmHg)
1 Па	1 Н/м^2	10^{-5}	$10{,}197\times10^{-6}$	$9{,}8692\times10^{-6}$	$7{,}5006\times10^{-3}$
1 бар	10^5	1×10^6 дин/см^2	1,0197	0,98692	750,06
1 ат	98066,5	0,980665	1 кгс/см^2	0,96784	735,56
1 атм	101325	1,01325	1,033	1 атм	760
1 mmHg	133,322	$1{,}3332\times10^{-3}$	$1{,}3595\times10^{-3}$	$1{,}3158\times10^{-3}$	1 mmHg

Единицы давления имеют размерность силы, деленной на площадь; в Международной системе единиц единица давления — н/м^2, в МКГСС системе единиц — кгс/см^2. Существуют внесистемные единицы давления: атмосфера физическая (атм), атмосфера техническая (am), бар, а также мм вод. ст. и мм рт. ст. (тор), с помощью которых измеряемое давление сравнивают с давлением столба жидкости (воды, ртути); см. табл.

7. Сформулируйте закон сохранения энергии для идеального газа. Можно ли передать некоторое количество теплоты газу и при этом понизить его температуру? Каким образом?

Полная энергия термодинамической системы (ТС) состоит из механической энергии системы как целого, внутренней энергии совокупности взаимодействующих между собой и хаотически движущихся частиц и энергии ядерного взаимодействия нуклонов атомов системы. С точки зрения термодинамики под внутренней энергией тела понимают сумму кинетической энергии хаотического движения составляющих ее частиц и потенциальной энергии их взаимодействия**.**

Практика показывает, что существует два способа обмена энергией между закрытой системой и внешними телами:

- путем совершения работы;
- путем теплообмена.

Первый из этих способов связан с макроскопическими перемещениями частей системы, а второй - с совокупностью микропроцессов, связанных с обменом энергии между отдельными частицами системы и внешней средой. Теплообмен, в свою очередь, может происходить путем конвекции, теплопроводности или излучения.

Обратим внимание, что работа и количество теплоты имеют смысл только в связи с изменением состояния ТС, обусловленного обменом энергии, но не характеризуют само это состояние. Передача энергии от внешних тел системе, в свою очередь, определяет изменение ее внутренней энергии ΔU. Величина ΔU при возвращении ТС в исходное состояние после совершения произвольного термодинамического цикла равняется нулю, а само значение внутренней энергии характеризует состояние системы. Следовательно, внутренняя энергия есть функция состояния ТС.

Для конечных величин изменения параметров ТС, т.е. для случая перехода системы из состояния 1 в состояние 2 можно записать следующее равенство, позволяющее рассчитать изменение внутренней энергии ΔU_{1-2}:

$\Delta U_{1-2} = Q_{1-2} + A_{1-2}' = Q_{1-2} - A_{1-2}$
$Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} + A_{1-2}$,

где A_{1-2} - работа, совершаемая системой против действия внешних сил;
A_{1-2}' - работа, совершаемая внешними силами над системой
Q_{1-2} - количество теплоты, сообщенное системе.

При переходе к бесконечно малым изменениям будет справедливо следующее равенство: $\Delta Q = dU + \Delta A$ (1)
где величины элементарного количества теплоты ΔQ и работы и ΔA положительны, если теплота подводится к системе и система совершает работу над внешними силами.

Формула (1) является выражением **закона сохранения энергии**. Действительно, исходя из опыта, для любого способа перехода ТС из состояния 1 в состояние 2 изменение внутренней энергии не зависит от способа такого перехода. Для бесконечно малых приращений параметров состояния первое начало термодинамики можно сформулировать, исходя из формулы (1): элементарное количество теплоты, сообщенное термодинамической системе, идет на изменение ее внутренней энергии и совершение системой работы.

Если в изолированной ТС не происходит никаких превращений энергии, кроме теплообмена между телами, входящими в эту систему, то количество теплоты, отданное охлаждающимися при этом телами, равно количеству теплоты, полученному телами, которые нагреваются. Суммарная внутренняя энергия системы при этом не меняется, т.е. $\Delta U_{1-2} = 0$. Это выражение называется **уравнением теплового баланса**.

Для идеального газа выражение (1) окажется справедливым для расчета изменения внутренней энергии для любых процессов. Действительно, поскольку изменение внутренней энергии обусловлено только изменением кинетической энергии частиц ТС (температурой), а потенциальная энергия их взаимодействия при любом состоянии газа равна нулю, то дополнительный фактор, связанный с изменением объема (расстояния между частицами), не приведет к изменению выражения для расчета величины dU.

Для идеального газа $\mathbf{dU = (m/\square)\cdot C_v \cdot dT}$ для любых термодинамических процессов.

Если идеальный газ заставить принудительно расширяться, то в этом случае произойдет понижение его температуры. Расширение будет происходить за счет внешней работы, и закон сохранения энергии в данном случае будет выполнятся.

8. Может ли КПД замкнутого цикла превышать 100%? Как Вы это объясните?

В настоящее время КПД замкнутого цикла может превышать 100% только в теории, использование природных ресурсов (ветра, энергии солнца), вечный двигатель второго рода. Если круговой процесс происходит в обратном направлении, т.е. устройство работает как **холодильная машина** или **тепловой насос**, тепловые потоки изменяют свои направления: там, где раньше рабочее тело отдавало тепло, теперь получает его от внешнего резервуара, а там, где получало, теперь отдает тепло. Таким образом, уже не рабочее тело совершает работу, равную разности подводимых и отводимых количеств теплоты, а за счет внешней работы, совершаемой над рабочим телом, тепло, отбираемое от внешнего тела с меньшей температурой (холодильника), передается внешнему телу с большей температурой (нагревателю). Тепловой насос оказывается более эффективным устройством для обогрева помещений, чем электрические нагреватели с коэффициентом полезного действия в 100%. Количество тепла ***Q2***, полученное с помощью теплового насоса, равно

$$\boldsymbol{Q2 = A + Q1.}$$

Получается, что КПД теплового насоса, работающего в качестве нагревателя, больше 100%.

9. Импульс, передаваемый частицей газа стенке, пропорционален скорости частицей, а давление – кинетической энергией, то есть квадрат скорости, почему?

Молекулярно-кинетическая теория (МКТ) устанавливает связи между макро- и микропараметрами идеального газа. Основное уравнение МКТ выражает связь давления газа со средней кинетической энергией поступательного движения молекул. **Давление газа** на стенки сосуда является результатом многочисленных ударов молекул. При каждом ударе стенка получает силовой импульс, величина

которого зависит от скорости молекул и, следовательно, от энергии их движения. При огромном числе ударов создается постоянное давление газа на стенку. Число ударов зависит от концентрации молекул **n**. Таким образом, можно ожидать, что давление газа связано с концентрацией молекул и с энергией их движения.

Пусть атом газа заключен в кубическом ящике со стороной, равной L, и движется хаотически, ударяясь о стенки под разными углами. Из хаотичности движения молекул следует, что все направления их движения равновероятны. Это подтверждается тем, что давления на стенки сосуда одинаковы. Проследим за компонентной скорости, направленной по оси x, и посмотрим, что происходит при ударе атома о стенки, перпендикулярные оси x, импульс атома соответственно равен $M\upsilon_x$ и - $M\upsilon_x$, изменение импульса для атома равно $2M\upsilon_x$. Средняя сила, действующая на любую стенку ящика от удара N частиц, равна $F_{ср}=(1/3)NM\upsilon^2_{ср}/L$. Давление равно: $p=F/S=(1/3)F_{ср}/S$, где S – площадь стенки. Подставив сюда значение средней силы, получаем: $NM\upsilon^2_{ср}/LS=(1/3)NM\upsilon^2_{ср}/V$, где V- объем ящика (V=LS). Тогда уравнение можно преобразовать $PV=(1/3)\ MN\upsilon^2_{ср}$. Это соотношение по форме напоминает закон Бойля-Мариотта. Произведения давления на объем при постоянной температуре есть величина постоянная.

Значит, от температуры зависит правая часть, т.е. квадрат средней скорости. Средняя кинетическая энергия атома в ящике $E_{кин.ср.}=(1/2)M\upsilon^2_{ср}$. Тогда уравнение PV можно переписать так:

$$PV=(2/3)N(1/2)M\upsilon^2_{ср}=(2/3)NE_{кин.ср.}$$

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7.
Исследование процесса истечения из суживающегося сопла

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель работы. Исследование зависимости массового расхода воздуха через суживающееся сопло от отношения давления за соплом к давлению перед соплом.
Основные положения. Канал, в котором с уменьшением давления скорость газового потока возрастает, называется *сплом;* канал, в котором скорость газа уменьшается, а давление возрастает, называется *диффузором*. Поскольку назначением сопла является преобразование потенциальной энергии рабочего тела в кинетическую, для анализа происходящего в нем процесса начальная скорость потока является несущественной, и можно принять $W_1 = 0$. Тогда уравнение первого закона термодинамики при адиабатном истечении рабочего тела через сопло принимает вид:

$$l_0 = \frac{W_0^2}{2} = -\int_{p_1}^{p_2} v \cdot dp = h_1 - h_2, \qquad (1)$$

где W_0 —теоретическая скорость потока в выходном сечении сопла;

P_1 — начальное давление рабочего тела;

P_2 — давление среды, в которую происходит истечение.

Разность энтальпий ($h_1 - h_2$) при истечении через сопла также называется располагаемым теплопадением и обозначается через h_0. Она соответствует тому максимуму кинетической энергии, который может быть получен лишь в идеальных условиях истечения, а фактически из-за неизбежных потерь, связанных с необратимостью процесса, никогда не достигается.

Исходя из равенства $W_0^2/2 = h_0$, теоретическую скорость истечения рабочего тела через сопло в рассматриваемом случае можно определить по формуле:

$$W_0 = \sqrt{2 \cdot 1000 \cdot h_0} = 44{,}72 \cdot \sqrt{h_0}\ , \textit{м/сек} \qquad (2)$$

Здесь h_0 выражено в *кДж/кг*. Это соотношение справедливо для любого рабочего тела.

Рассмотрим адиабатное истечение газа через суживающееся сопло из резервуара (рис.1) достаточно большого объема, в котором изменением давления можно пренебречь ($P_1 \approx$ const).

В резервуаре газ имеет параметры P_1, T_1, v_1 (ρ_1), а на выходе из сопла P_2, T_2,

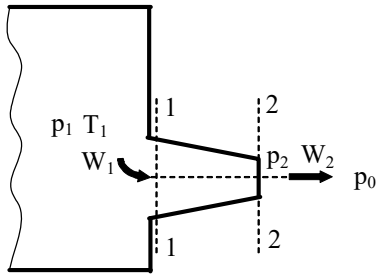


Рис. 1. Истечение газа из резервуара через суживающееся сопло.

v_2 (ρ_1), W_2. Давление среды, в которую происходит истечение газа, обозначим P_0. Основной характеристикой процесса истечения является отношение конечного давления к начальному, т. е. величина $\beta = P_0/P_1$.

В зависимости от отношения давлений можно выделить три характерных режима истечения газа: при $\beta > \beta_{кр}$ – докритический, при $\beta = \beta_{кр}$ – критический и при $\beta < \beta_{кр}$ – сверхкритический режимы.

Значение β, при котором расход газа достигает максимума, называется критическим $\beta_{кр}$, и находится по формуле:

$$\beta_{кр} = \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}, \qquad (3)$$

Как и показатель адиабаты, величина $\beta_{кр}$ является физической константой газа, т. е. одной из характеристик его физических свойств.

При докритическом режиме истечения ($\beta > \beta_{кр}$) в сопле происходит полное расширение газа с понижением давления от P_1 до P_0, на срезе сопла $P_2 = P_0$, скорость на выходе меньше скорости звука (рис. 2,а), располагаемая работа, соответствующая площади 1'-1-2-2'-1', полностью расходуется на увеличение кинетической энергии газа. При критическом режиме ($\beta = \beta_{кр}$) также происходит полное расширение газа в пределах сопла, на срезе сопла $P_2 = P_{кр} = P_1 \cdot \beta_{кр} = P_0$, скорость на выходе равна критической скорости – скорости звука (рис. 2,б), располагаемая работа полностью расходуется на увеличение кинетической энергии газа. При сверхкритическом режиме ($\beta < \beta_{кр}$) в пределах сопла происходит неполное расширение газа, давление понижается только до критического, на срезе сопла

$P_2=P_{кр}=P_1\cdot\beta_{кр}>P_0$, скорость на выходе равна критической скорости – местной скорости звука (рис.2, *в*). Дальнейшее расширение газа и понижение его давления до P_0 осуществляется за пределами сопла. На увеличение кинетической энергии расходуется только часть располагаемой работы, соответствующая площади 1'-1-2-2'-1', другая ее часть, соответствующая площади 2'-2-2_0 -2_0'-2', в суживающемся сопле остается не реализуемой.

Скорость газа на выходе из суживающегося сопла определяется по формулам:

для первого случая, когда $\beta>\beta_{кр}$ $P_2 = P_0$:

$$W_0 = \sqrt{2\cdot\frac{k}{k-1}\cdot P_1\cdot v_1\cdot\left(1-\beta^{\frac{k-1}{k}}\right)}, \qquad (4)$$

для второго и в третьего случаев, когда $\beta = \beta_{кр}$, а $P_2 = P_{кр} = P_1\cdot\beta_{кр} = P_0$ и $\beta<\beta_{кр}$,

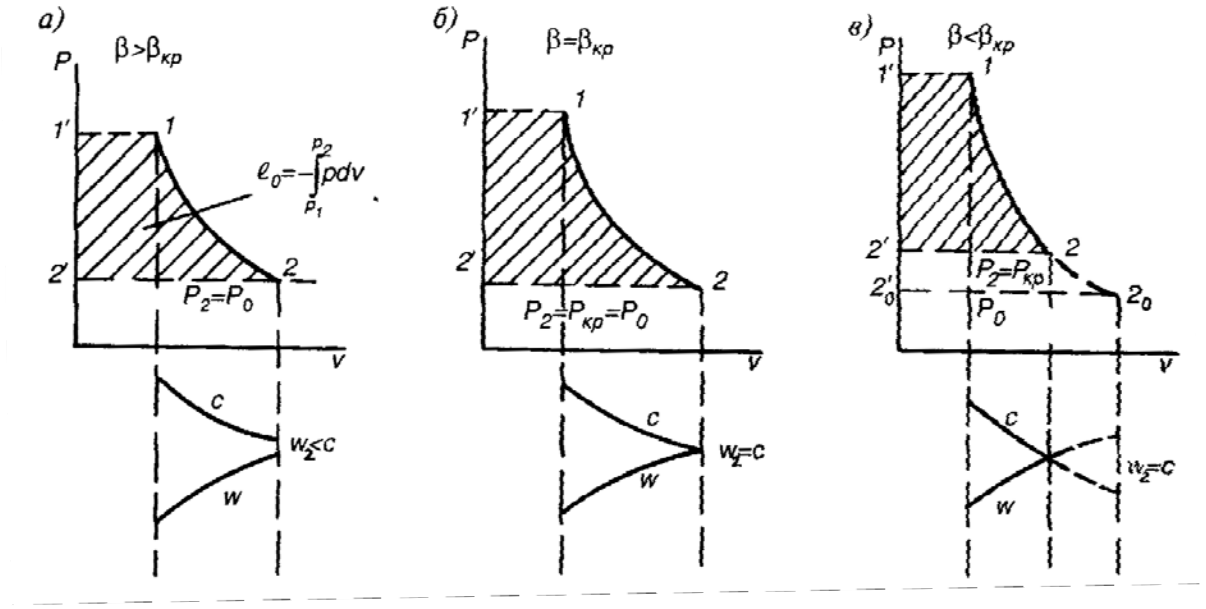


Рис.2. Процесс истечения газа в vp – координатах и характер изменения скорости звука и скорости истечения газа

а – при $\beta>\beta_{кр}$; *б* – при $\beta = \beta_{кр}$; *в* – при $\beta<\beta_{кр}$

а $P_2=P_{кр}=P_1\cdot\beta_{кр}>P_0$

$$W_{кр} = \sqrt{2\cdot\frac{k}{k-1}\cdot P_1\cdot v_1\cdot\left(1-\beta_{кр}^{\frac{k-1}{k}}\right)}, \qquad (5)$$

или, подставив значение $\beta_{кр}$ из формулы (3), получим:

$$W_{кр} = \sqrt{2\cdot\frac{k}{k+1}P_1\cdot v_1}, \qquad (6)$$

тогда при условиях адиабатного истечения

$$W_{кр} = \sqrt{2\cdot\frac{k}{k+1}P_{кр}\cdot v_{кр}\cdot\left(\frac{2}{k+1}\right)^{-1}} = \sqrt{k\cdot P_{кр}\cdot v_{кр}} = C, \qquad (7)$$

Полученная формула показывает, что критическая скорость истечения газа из сопла равна скорости распространения звуковой волны в этом газе при его параметрах $P_{кр}$ и $v_{кр}$, т е местной скорости звука C в выходном сечении сопла.

В этом содержится физическое объяснение тому, что при снижении внешнего давления P_0 ниже $P_{кр}$ скорость истечения не изменяется, а остается равной $W_{кр}$.

Действительно, если $P_0 > P_{кр}$, то $W_0 < W_{кр}$ или $W_0 < C$, то всякое понижение давления P_0 передается вдоль сопла в направлении, обратном движению потока, со скоростью $(C - W_0) > 0$. При этом происходит перераспределение давления и скоростей по всей длине сопла· в каждом промежуточном сечении устанавливается новая скорость, соответствующая большему расходу газа. Если же P_0 снизится до $P_{кр}$, то дальнейшее понижение его уже не сможет распространяться вдоль сопла, поскольку скорость его распространения навстречу потоку снизится до нуля $(C - W_{кр}) = 0$. Поэтому в промежуточных сечениях сопла расход газа не изменится, не изменится он и в выходном сечении, т е скорость истечения останется постоянной и равной $W_{кр}$.

Зависимость скорости и расхода газа на выходе из суживающегося сопла от отношения давлений $\beta = P_0/P_1$ показана на рис. 3. Экспериментально эта зависимость была получена А.Сен-Венаном в 1839 году.

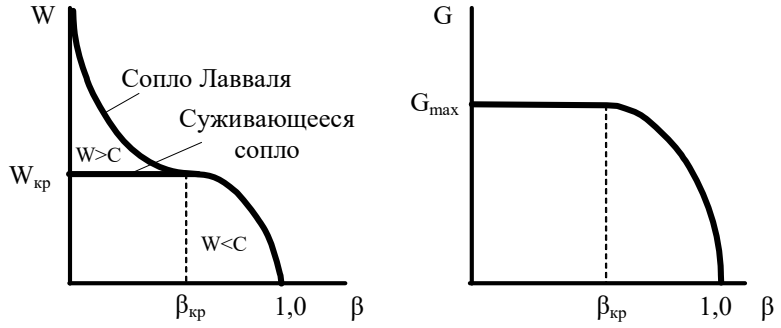


Рис. 3. Изменение скорости истечения и расхода газа через суживающееся сопло и сопло Лаваля от отношения давлений.

В отличие от теоретического изоэнтропийного действительный процесс истечения реального газа происходит при трении частиц газа между собой и о стенки канала. При этом работа, затрачиваемая на преодоление сил трения, преобразуется в теплоту, в результате чего температура и энтальпия газа в выходном сечении канала возрастают.

Истечение газа с трением становится необратимым процессом и сопровождается увеличением энтропии.

На рис. 4 в sh - координатах представлены процессы расширения газа 1-2 при истечении без трения и 1-2∂ при истечении с трением. При одинаковом перепаде давлений $P_1 - P_2$ действительный теплоперепад $\Delta h_\partial = h_1 - h_{2\partial}$ меньше располагаемого $\Delta h = h_1 - h_2$. В результате этого действительная скорость истечения газа оказывается меньше теоретической.

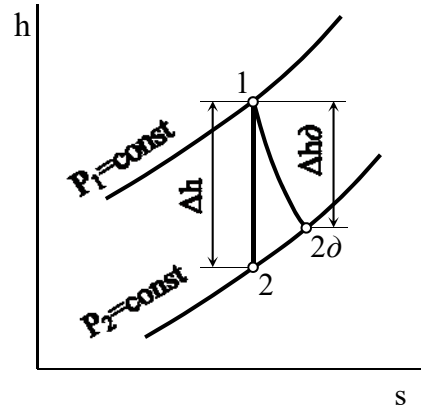


Рис. 4. Изоэнтропийный и действительный процессы истечения газа в sh – диаграмме

Отношение разности располагаемого и действительного теплоперепадов (потери теплоперепада) к располагаемому теплоперепаду называется *коэффициентом потери энергии*

$$\zeta_c = (\Delta h - \Delta h_\partial)/\Delta h \qquad (8)$$

Отсюда

$$\Delta h_\partial = (1 - \zeta_c)\cdot\Delta h \qquad (9)$$

Коэффициентом потери скорости называется отношение действительной скорости истечения к теоретической

$$\varphi_c = \frac{W_\partial}{W}, \qquad (10)$$

Коэффициент потери скорости, учитывающий уменьшение действительной скорости по сравнению с теоретической, в современных соплах равен 0,95 - 0,98 .

Отношение действительного теплоперепада Δh_∂ к теоретическому Δh, или действительной кинетической энергии $W_\partial^2/2$ к теоретической $W^2/2$ называется *коэффициентом полезного действия* канала

$$\eta_к = \frac{\Delta h_\partial}{\Delta h} = \frac{W_\partial^2}{W^2}, \qquad (11)$$

С учетом выражений (8) и (10)

$$\eta_к = \varphi_c^2 = 1 - \zeta_c, \qquad (12)$$

Схема и описание установки. Воздух от ресивера поршневого компрессора (на схеме не показан) (рис. 5) по трубопроводу поступает через измерительную диафрагму 1 к суживающемуся соплу 2. В камере 3 за соплом, куда происходит истечение, можно устанавливать различные давления выше барометрического путем изменения проходного сечения для воздуха с помощью вентиля 5. А затем воздух направляется в атмосферу. Сопло выполнено с плавным сужением. Диаметр выходного сечения сопла 2,15 *мм*. Суживающийся участок сопла заканчивается коротким цилиндрическим участком с отверстием для отбора и регистрации давления $P_{2м}'$ и температуры $t_{2\partial}$ в выходном сечении сопла (прибор 12).. Измерительная диафрагма 1 представляет собой тонкий диск с круглым отверстием по центру и вместе с дифманометром 7 служит для измерения расхода воздуха.

Температура и давление воздуха в окружающей среде измеряются соответственно термометром 8 и чашечным ртутным барометром 6.

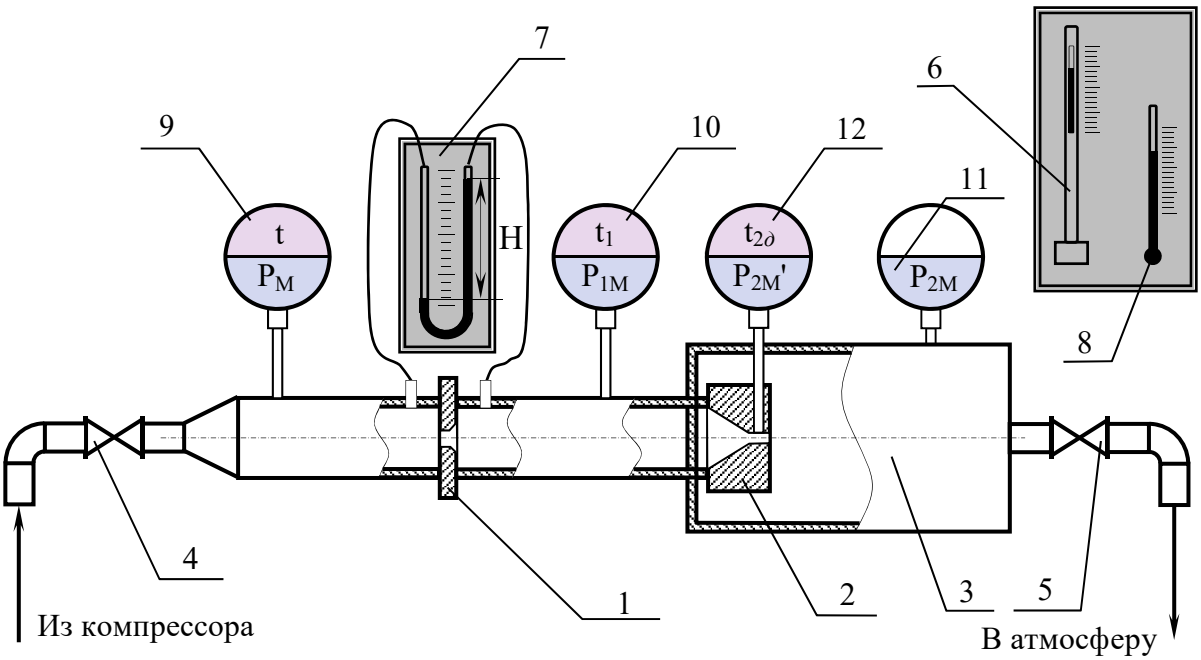


Рис. 5. Схема установки.

Температура и давление воздуха перед измерительной диафрагмой замеряется с помощью комбинированного прибора 9 , а перед соплом − прибором 10. Давление за соплом измеряется манометрической частью комбинированного прибора 11. Все показания приборов заносятся в протокол наблюдений (таблица 1).

Таблица 1.

№ п/п	Измеряемая величина	Обозначение	Единицы измерен.	Номера опытов										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Показание манометра перед диафрагмой	$P_м$	*ати*											
2	Показание манометра перед соплом	$P_{1м}$	*ати*											
3	Показание манометра в выходном сечении сопла	$P_{2м}'$	*ати*											
4	Показание манометра за соплом	$P_{2м}$	*ати*											
5	Показания дифманометра	H	*мм вод.ст.*											

№ п/п	Измеряемая величина	Обозначение	Единицы измерен.	Номера опытов										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	Температура перед диафрагмой	t	°*C*											
7	Температура перед соплом	t_1	°*C*											
8	Температура в выходном сечении сопла	$t_{2д}$	°*C*											
9	Температура окружающей среды	$t_в$	°*C*											
10	Показания барометра	B	*мбар*											

Расчетные формулы и расчеты.

4.1. Атмосферное давление находится с учетом температурного расширения столбика ртути барометра по формуле

$$P_{атм} = \frac{B \cdot 10^2}{1 + 1{,}815 \cdot 10^{-4} \cdot t_{окр}}, \; Па \qquad (13)$$

4.2. Перевод показаний образцовых манометров $P_м$, $P_{1м}$, $P_{2м}'$ и $P_{2м}$ в абсолютные значения давлений по формуле

$$P = P_{атм} + P_{мj} = P_{атм} + g \cdot P_{мj} \cdot 10^4, \; Па \qquad (14)$$

где g − ускорение свободного падения, равное 9,81 *м/сек*^{2};

$P_{мj}$ − показания одного из четырех манометров из табл. 1.

4.3. Перепад давления воздуха на диафрагме

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot H, \; Па \qquad (15)$$

где ρ – плотность воды в U-образном вакуумметре, равная 1000 *кг/м*^{3};

H – показание дифманометра, <u>переведенное</u> в *м вод.ст.*

4.4. Плотность воздуха по состоянию перед диафрагмой:

$$\rho_в = \frac{P}{R \cdot (t + 273)}, \; кг/м^3 \qquad (16)$$

где R – характеристическая газовая постоянная воздуха, равная 287 *Дж/кг·°К.*

4.5. Действительный расход воздуха через диафрагму (следовательно, через сопло):

$$G_д = 2{,}745 \cdot 10^{-5} \cdot \sqrt{\rho_в \cdot \Delta P}, \; кг/сек \qquad (17)$$

4.6. Теоретическая скорость истечения в выходном сечении сопла:

$$W_2 = 44{,}72\cdot\sqrt{(h_1 - h_2)} = 44{,}72\cdot\sqrt{\Delta h}\ ,\ м/сек \qquad (18)$$

4.7. Значения энтальпий воздуха h_1 и h_2 в сечениях на входе и на выходе из сопла определяется по общему уравнению:

$$h_j = c_p \cdot t_j,\ кДж/кг \qquad (19)$$

где c_p – теплоемкость воздуха при постоянном давлении, которая может быть принята не зависящей от температуры и равной 1,006 *кДж/(кг·°С)*;

t_j – температура в рассматриваемом сечении, *°С*;

j – индекс рассматриваемого сечения.

4.8. Теоретическое значение температуры в выходном сечении сопла находится из условия адиабатного процесса истечения по формуле:

$$T_2 = T_1\cdot\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} = T_1\cdot(\beta)^{\frac{k-1}{k}},\ °К\ ,\ \text{а}\ \ t_2 = T_2 - 273,\ °С \qquad (20)$$

где β – значение отношения давлений. Величину β принимают по данным таблицы результатов расчета (таблица 2) для конкретного опыта, когда режим истечения докритический, т.е. $\beta > \beta_{кр}$; для всех остальных опытов, когда $\beta = \beta_{кр}$ − критический и $\beta < \beta_{кр}$− сверхкритический режимы, величина β в формуле (20) равна $\beta_{кр}$ (*<u>независимо от данных таблицы 2</u>*) и находится по уравнению (3) при k = 1,4.

4.9. Действительный процесс истечения сопровождается увеличением энтропии и температуры $T_{2д}$ (рис. 4).Действительная скорость истечения при этом также уменьшается и может быть найдена по уравнению

$$W_{2д} = 44{,}72\cdot\sqrt{\Delta h_д} = 44{,}72\cdot\sqrt{h_1 - h_{2д}}\ ,\ м/сек \qquad (21)$$

4.10. Коэффициент потери энергии находится по формуле (8) .

4.11. Коэффициент потери скорости находится по формуле (10).

4.12. Коэффициент полезного действия канала рассчитывается по формуле (11) или (12).

4.13. Результаты расчетов должны быть продублированы в форме сводной таблицы 2.

Таблица 2.

№ п/п	Измеряемая величина	Обозначение	Единицы измерен.	Номера опытов										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Давление перед диафрагмой	P	*Па*											
2	Давление перед соплом	P_1	*Па*											
3	Давление в выходном сечении сопла	P_2'	*Па*											

№ п/п	Измеряемая величина	Обозначение	Единицы измерен.	Номера опытов										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	Давление за соплом	P_2	*Па*											
5	Отношение давлений	β	–											
6	Перепад давления на диафрагме	ΔP	*Па*											
7	Плотность воздуха перед диафрагмой	ρ	*кг/м³*											
8	Действительный расход воздуха (*с точностью до трех значащих цифр*)	$G_д$	*кг/сек*											
9	Теоретическая температура в выходном сечении сопла	T_2	°*К*											
10	Действительная температура в выходном сечении сопла	$T_{2д}$	°*К*											
11	Теоретическая скорость истечения	W_2	*м/сек*											
12	Действительная скорость истечения	$W_{2д}$	*м/сек*											
13	Коэффициент потери энергии	ζ_c	–											

№ п/п	Измеряемая величина	Обозначение	Единицы измерен.	Номера опытов										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14	Коэффициент потери скорости	φ_c	–											
15	Коэффициент полезного действия канала	$\eta_к$	–											

4.14. По результатам расчетов построить в соответствующем масштабе график зависимости расхода газа от отношения давлений.

Контрольные вопросы.

5.1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?

5.2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.

5.3. Дайте определение процессов истечения и дросселирования.

5.4. Напишите уравнение первого закона термодинамики применительно к процессу истечения.

5.5. Напишите уравнение первого закона термодинамики применительно к процессу дросселирования.

5.6. Как изменяется скорость истечения через суживающееся сопло при изменении β от 1 до 0 (покажите качественное изменение на графике расхода)?

5.7. Чем объясняется проявление критического режима при истечении?

5.8. В чем различие теоретического и действительного процессов истечения?

5.9. Как изображается теоретический и действительный процессы истечения в координатах h-s?

5.10. Почему отличаются теоретическая и действительная температуры воздуха на выходе из сопла при истечении?

5.11. На каком основании процесс дросселирования используется при измерении расхода воздуха?

5.12. Как может изменяться температура воздуха в процессе дросселирования?

5.13. От чего зависят величины коэффициентов: потери скорости φ_c, потери энергии ζ_c и полезного действия канала $\eta_к$?

5.14. Какие каналы называются соплами?

5.15. От каких параметров зависят расход и скорость газа при истечении через сопло?

5.16. Почему температуры воздуха перед диафрагмой и перед соплом равны?

5.17. Как изменяются энтальпия и энтропия потока газа, при прохождении через диафрагму?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8.
Расчет КПД паровых теплосиловых установок

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель работы: Приобретение практических навыков определения КПД паросиловой установки и эффекта от повышения начальных параметров состояния пара и уменьшения конечных, от введения промежуточного перегрева пара.

1. Общие сведения

В паросиловых установках в качестве рабочего тела используются пары различных жидкостей (вода, ртуть и т. п.), но чаще всего водяной пар.

В паровом котле паросиловой установки за счет подвода теплоты Q_1, получаемой за счет сгорания топлива в топке, образуется пар при постоянном давлении p_1. В пароперегревателе он дополнительно нагревается и переходит в состояние перегретого пара. Из пароперегревателя пар поступает в паровой двигатель (например, в паровую турбину), где полностью или частично расширяется до давления p_1 с получением полезной работы L_1. Отработанный пар направляется в холодильник-конденсатор, где он полностью или частично конденсируется при постоянном давлении p_2. Конденсация пара происходит в результате теплообмена между отработавшим паром и охлаждающей жидкостью, протекающей через холодильник-конденсатор.

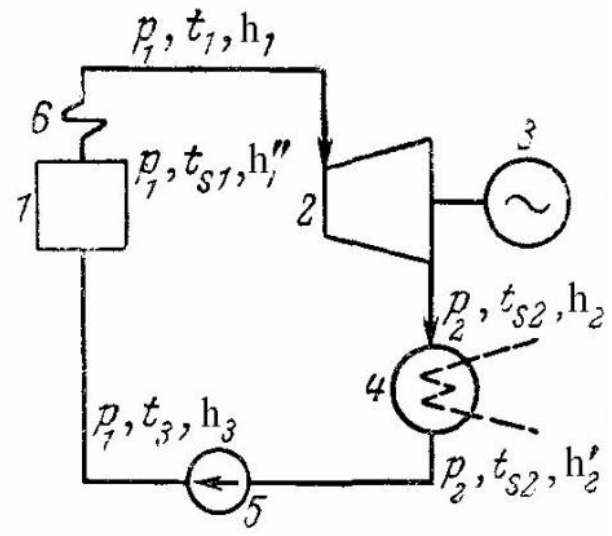


Рисунок 1 - Схема паросиловой установки: 1 – паровой котел; 2 – паровая турбина; 3 – электрогенератор; 4 – конденсатор; 5 – питательный насос; 6 - пароперегреватель

В основе работы паросиловой установки лежит идеальный цикл Ренкина. Он был предложен в 50-х гг. XXв. почти одновременно шотландским инженером и физиком У.Ренкиным и выдающимся немецким физиком Р.Клаузиусом. Обычно его называют циклом Ренкина. Он состоит из следующих процессов:

- нагревания воды в котле до кипения;
- испарения воды в парообразных трубах котла;
- расширения пара в турбине с совершением полезной внешней работы;
- конденсации отработавшего пара в конденсаторе с отводом теплоты охлаждающей воды;
- сжатия конденсата питательным насосом до первоначального давления воды, поступающей в котел.

В этом цикле нет потерь на трение, нет потерь тепла в котле, турбине и трубопроводах, все процессы протекают обратимо, в частности процесс расширения пара в турбине происходит без теплообмена с внешней средой (т. е. адиабатно). На диаграмме p-v и T-S этот цикл представлен на рисунках 2 и 3 соответственно.

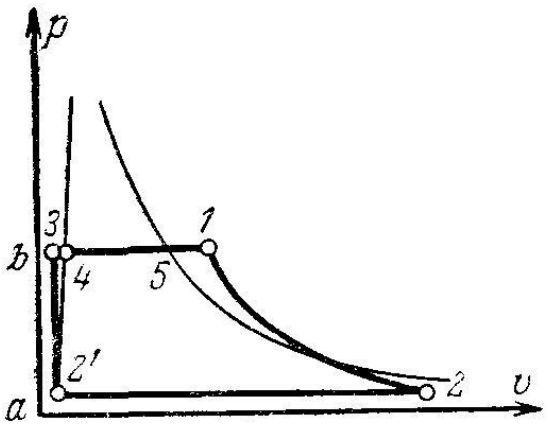


Рисунок 2 – Цикл Ренкина (p-v)

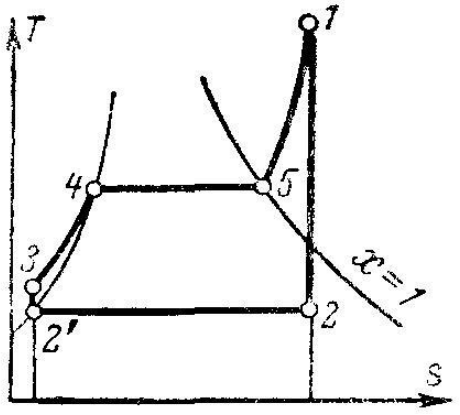


Рисунок 3 – Цикл Ренкина (T-S)

1-2 – адиабатное расширение пара в паровой турбине до давления в конденсаторе p_2;

2-2' – конденсация пара в конденсаторе, отвод тепла при $p_2 = const$.

В результате отвода тепла отработавший пар полностью конденсируется, а образовавшийся конденсат водяным насосом подается в котел. Т.к. при давлениях, применяемых обычно в теплотехнике, изменением объема воды при её сжатии можно пренебречь, то процесс адиабатического сжатия воды в насосе происходит практически при постоянном объеме воды и может быть представлен изохорой 2'-3.

3-4 – процесс нагревания воды в котле при $p_1 = const$ до температуры кипения;

4-5 – парообразование;

5-1 – перегрев пара в пароперегревателе.

Процессы нагревания воды до кипения и парообразование происходят при постоянном давлении (P = const, T = const) .

Поскольку процессы подвода и отвода теплоты в рассмотренном цикле осуществляется по изобарам, а в изобарном процессе количество подведенной (отведенной) теплоты = разности энтальпий рабочего тела в начале и конце процесса:

$$q_1 = h_1 - h_4 \; ; \; q_2 = h_2 - h_3.$$

где h_1 – энтальпия перегретого пара на выходе из котла;

h_4 – энтальпия воды на входе в котел;

h_2 – энтальпия влажного пара на выходе из турбины;

h_3 – энтальпия конденсата на выходе из конденсатора.

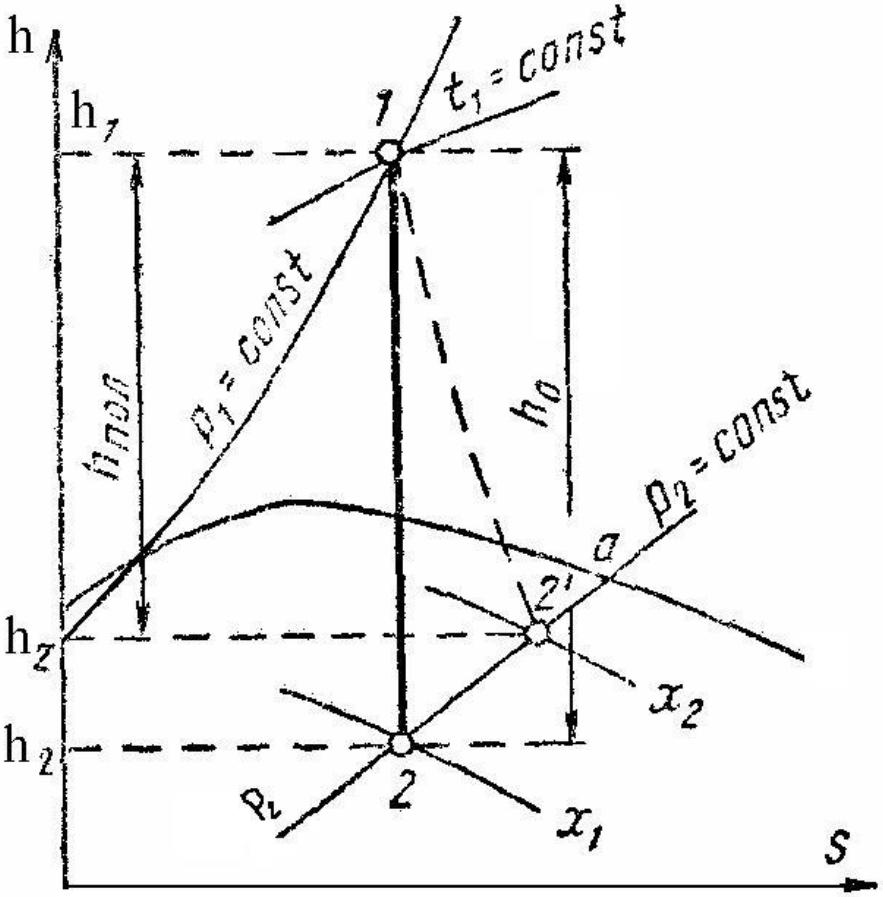
Термический КПД цикла:

$$\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{(h_1 - h_4) - (h_2 - h_3)}{(h_1 - h_4)} = \frac{(h_1 - h_2) - (h_4 - h_3)}{(h_1 - h_4)}$$

где h_1-h_2 – располагаемый перепад энтальпий, превращенный в полезную работу в турбине;

h_4-h_3 – техническая работа насоса.

Термический КПД цикла Ренкина удобно определять, пользуясь h-s диаграммой. На пересечении изобары p_1 и изотермы t_1 находят точку 1, соответствующую состоянию пара перед входом в турбину. Энтальпию h_1 пара, состояние которого отображается этой точкой, определяют по шкале на оси ординат. Затем из точки 1 проводят вертикальную прямую — адиабату до ее пересечения в точке 2 с изобарой p_2 и находят энтальпию h_2 пара, состояние которого отображается точкой 2.



Задание. По заданному варианту решите следующие задачи

На оценку «3»	На оценку «4»	На оценку «5»
1,2,3	1,2,3,4	1,2,3,4,5

1. В цикле паросиловой установки с турбиной Р-25-90/18 начальные параметры пара p_1= (8,82 + 0,1*вариант) МПа и t_1=(535 + вариант)^{0}С. Давление в конце процесса расширения (1,76 + 0,1*вариант) МПа. Определить термический к.п.д. и работу 1 кг пара (задача решается как 2-125) [1].

Значения энтальпии водяного пара в начале и конце процесса определяются по диаграмме состояния водяного пара. 1 МПа = 10 бар.

2. Начальные параметры пара в цикле паросиловой установки p_1= (9,0 + 0,01*вариант) МПа, t_1=(530 + вариант)^{0}С и в конце расширения p_2=(3,5 + 0,1*вариант) кПа. Определить термический к.п.д. Как изменится термический к.п.д. цикла, если расширение в турбине будет происходить до давления p_2= (0,2 + 0,1*вариант) МПа? (задача решается как 2-126) [1].

Значения энтальпии водяного пара в начале и конце процесса определяются по диаграмме состояния водяного пара.

3. Определить увеличение термического к.п.д. паросиловой установки при переходе от начальных параметров пара (3,5 + 0,1*вариант) МПа и (435 + 10*вариант)^{0}С к параметрам (13,0 + 0,1*вариант) МПа и (565 + 10*вариант)^{0}С. Давление в конденсаторе принять одинаковым и равным 4,0 кПа (задача решается как 2-127) [1].

Значения энтальпии водяного пара в начале и конце процесса определяются по диаграмме состояния водяного пара. Вначале определяется термический к.п.д. при первых начальных параметрах, а затем – при вторых. Полученные значения сравниваются.

4. Сравнить термический к.п.д. локомотивной и стационарной паросиловых установок при одинаковых начальных параметрах пара p_1=(1,6 + 0,1*вариант) МПа и , t_1=(380 + 10*вариант)^{0}С, если давление конца расширения в локомотивной паровой машине 0,115 МПа, а в стационарной – 0,01 МПа(задача решается как 2-128) [1].

По начальным параметрам определяется значение энтальпии в начале процесса, а затем значения энтальпии в конце процесса при двух значениях давления p_2. Затем определяются термические к.п.д. установок и сравниваются полученные значения.

5. Определить изменение термического к.п.д. и полезной работы 1 кг пара в цикле паросиловой установки с введением вторичного перегрева пара. Начальные параметры пара в цикле p_1=3,5 МПа и , t_1=450^{0}С и p_2=4,0 кПа. Вторичный перегрев пара производится при давлении 0,5 МПа до температуры 430^{0}С. Работу насоса не учитывать (задача решается как 2-129) [1].

Контрольные вопросы

1) Из каких узлов и механизмов состоит паросиловая установка?
2) Из каких процессов состоит цикл Ренкина?
3) При каком процессе происходит совершение полезной внешней работы?
4) Чему равен термический к.п.д. цикла Ренкина?
5) Как можно определить термический к.п.д. и полезную внешнюю работу цикла Ренкина?

Пример решения задачи

2-129. Определить изменение термического к. п. д. и полезной работы 1 кг пара в цикле паросиловой установки с введением вторичного перегрева пара. Начальные параметры пара в цикле: $p_1 = 3{,}5$ МПа; $t_1 = 450°C$ и $p_2 = 4{,}0$ кПа. Вторичный перегрев пара производится при давлении 0,5 МПа до температуры 430°С. Работу насоса не учитывать.

Решение. Для цикла без вторичного перегрева пара по is-диаграмме определяем

$i_1 = 3340$ кДж/кг; $i_2 = 2110$ кДж/кг; $i'_2 = 121{,}4$ кДж/кг.

При этом получим:

$$l = i_1 - i_2 = 3340 - 2110 = 1230 \text{ кДж/кг.}$$

$$\eta_t = \frac{i_1 - i_2}{i_1 - i'_2} = \frac{3340 - 2110}{3340 - 121{,}4} = 0{,}383.$$

Для цикла со вторичным перегревом (рис. 2-3) по is-диаграмме определяем

$$i_1 = 3340 \text{ кДж/кг}; \quad i_m = 2830 \text{ кДж/кг};$$

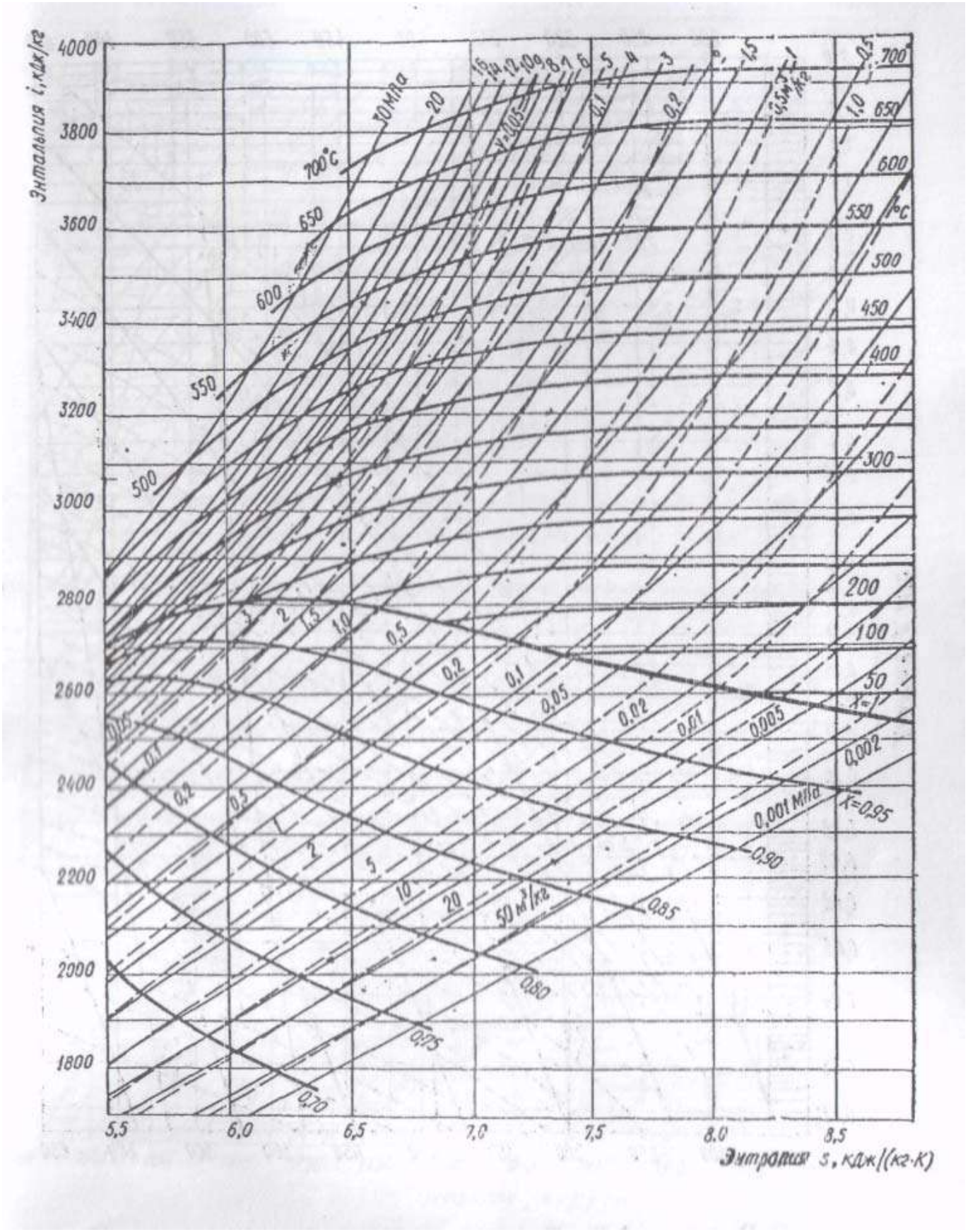
$$i_n = 3340 \text{ кДж/кг}; \quad i_2 = 2375 \text{ кДж/кг};$$

$$i'_2 = 121{,}4 \text{ кДж/кг}.$$

Тогда $l = (i_1 - i_m) + (i_n - i_2) = (3340 - 2830) + (3340 - 2375) = 1475$ кДж/кг.

$$\eta_t = \frac{l}{(i_1 - i'_2) + (i_n - i_m)} =$$

$$= \frac{1475}{(3340 - 121{,}4) + (3340 - 2830)} = 0{,}395.$$


Энтальпия i, кДж/кг
4000
3800
3600
3400
3200
3000
2800
2600
2400
2200
2000
1800
5,5
6,0
6,5
7,0
7,5
8,0
8,5
Энтропия s, кДж/(кг·К)
30 МПа
20
16
14
12
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1,5
1,0
0,5
0,1
0,2
0,5 м³/кг
v=0,05
700°C
650
600
550
500
450
400
300
200
100
50
°C
700
650
600
550
500
450
400
300
x=1
0,002
0,001 МПа
x=0,95
0,90
0,85
0,80
0,75
0,70
0,005
0,01
0,02
0,05
0,1
0,2
0,5
1
2
5
10
20
50 м³/кг

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9.
Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала (метод цилиндрического слоя)

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель работы. Освоение одного из методов определения коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов (метод цилиндрического слоя) и закрепление знаний по теории теплопроводности.

Основные положения. Теплота является наиболее универсальной формой передачи энергии, возникающей в результате молекулярно-кинетического (теплового) движения микрочастиц - молекул, атомов, электронов. Универсальность тепловой энергии состоит в том, что любая форма энергии (механическая, химическая, электрическая, ядерная и т.п.) трансформируется, в конечном счете, либо частично, либо полностью в тепловое движение молекул (теплоту). Различные тела могут обмениваться внутренней энергией в форме теплоты, что количественно выражается первым законом термодинамики.

Теплообмен − это самопроизвольный процесс переноса теплоты в пространстве с неоднородным температурным полем.

Температурным полем называют совокупность мгновенных значений температуры во всех точках рассматриваемого пространства. Поскольку температура − скалярная величина, то температурное поле − скалярное поле.

В общем случае перенос теплоты может вызываться неоднородностью полей других физических величин (например, диффузионный перенос теплоты за счет разности концентраций и др.). В зависимости от характера теплового движения различают следующие виды теплообмена.

Теплопроводность - молекулярный перенос теплоты в среде с неоднородным распределением температуры посредством теплового движения микрочастиц.

Конвекция − перенос теплоты в среде с неоднородным распределением температуры при движении среды.

Теплообмен излучением − теплообмен, включающий переход внутренней энергии тела (вещества) в энергию излучения, перенос излучения, преобразование энергии излучения во внутреннюю энергию другого тела (вещества).

В зависимости от времени теплообмен может быть:

стационарным, если температурное поле не зависит от времени;

нестационарным, если температурное поле меняется во времени.

Для количественного описания процесса теплообмена используют следующие величины:

Температура Т в данной точке тела, осредненная: по поверхности, по объему, по массе тела. Если соединить точки температурного поля с одинаковой температурой, то получим *изотермическую поверхность*. При пересечении изотермической поверхности плоскостью получим на этой плоскости *семейство изотерм* − линий постоянной температуры.

Перепад температур ΔT − разность температур между двумя точками одного тела, двумя изотермическими поверхностями, поверхностью и окружающей средой, двумя телами. Перепад температуры вдоль изотермы равен нулю. Наибольший перепад температуры происходит по направлению нормали к изотермической поверхности. Возрастание температуры по нормали к изотермической поверхности характеризуется градиентом температуры.

Средний градиент температуры $\frac{\Delta T}{\Delta n}$ − отношение перепада температур между двумя изотермическими поверхностями ΔT к расстоянию между ними Δn, измеренному по нормали n к этим поверхностям (рис. 1).

Истинный градиент температуры $\frac{\partial T}{\partial n}$ − средний градиент температуры при $\Delta n \to 0$ или это есть вектор, направленный по нормали к изотермической поверхности в сторону возрастания температуры, численно равный первой производной температуры по этой нормали.:

$$\frac{\partial T}{\partial n} = \lim_{\Delta n \to 0} \frac{\Delta T}{\Delta n} = \text{grad}T = \nabla T , \qquad (1)$$

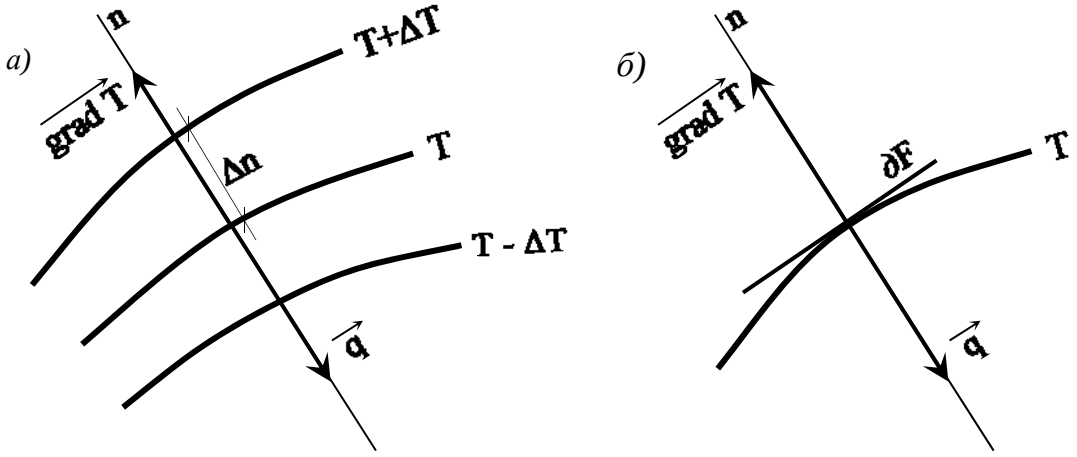


Рис. 1. Изотермы температурного поля, градиент температуры, тепловой поток.
а) положение нормали и направление градиента температуры и теплового потока; б) n - нормаль к изотермической поверхности ∂F, q – удельный тепловой поток, мощность теплового потока $\partial Q = q \cdot \partial F$.

Количество теплоты − ∂Q, *Дж*, *мощность теплового потока* $\frac{\partial Q}{\partial \tau}$, *Вт* − количество теплоты, проходящее в единицу времени, *удельный тепловой поток* $q = \frac{\partial Q}{\partial \tau \cdot \partial F}$, *Вт/м²* – количество теплоты, проходящее в единицу времени через единицу площади изотермической поверхности.

Перенос теплоты теплопроводностью выражается эмпирическим законом Био-Фурье, согласно которому вектор удельного теплового потока прямо пропорционален градиенту температуры:

$$\vec{q} = -\lambda \cdot \text{grad}\vec{T} . \qquad (2)$$

Знак «минус» в уравнении (2) показывает, что направление теплового потока противоположно направлению градиента температуры.

Коэффициент пропорциональности λ в уравнении (2) характеризует способность тел проводить теплоту и называется *коэффициентом теплопроводности*. Количественно коэффициент теплопроводности λ - тепловой поток (*Вт*), проходящий через единицу поверхности ($м^2$) при единичном градиенте температур (*град/м*), и имеет размерность *Вт/(м·град)*.

Коэффициент теплопроводности - физическая характеристика, зависящая от химического состава и физического строения вещества, его температуры, влажности и ряда других факторов. Коэффициент теплопроводности имеет максимальные значения для чистых металлов и минимальные для газов.

Теплоизоляционные материалы. К числу теплоизоляционных материалов могут быть отнесены все материалы, обладающие низким коэффициентом теплопроводности (менее 5 *Вт/(м·град)* при t = 0 °*С*).

Теплоизоляционные материалы могут быть неорганического происхождения (асбест, шлаки, глины, пески, минералы и т.д.), органического (шерсть, хлопок, дерево, кожа, резина, текстолит и т.д.) и смешанными, т.е. состоящими одновременно из органических и неорганических веществ. Материалы органического происхождения используют в области температур, не превышающих +150 °*С*. Для более высоких температур применяются материалы неорганического происхождения.

Теплопроводность твердых теплоизоляционных материалов, как правило, определяется их пористостью (т.е. общим объемом газовых включений, отнесенным к единице объема изоляционного материала), размером пор и влажностью. С ростом влажности теплопроводность увеличивается. Теплопроводность пористых тел сильно возрастает с температурой; при температурах более 1300°С тепловые изоляторы становятся проводниками тепла. Сплошные диэлектрические материалы, например стекло, имеют более высокую теплопроводность по сравнению с пористыми материалами.

Установлено также, что чем выше плотность материала, тем больше его теплопроводность.

Однослойная стенка (трубка) при λ = const. Рассмотрим цилиндрическую стенку (трубку) длиной *l* с внутренним r_1 и внешним r_2 радиусами (рис. 2).

Заданы температуры T_1 внутренней и T_2 наружной поверхностей стенки. Условием одномерности теплового потока будет условие $l >>> r_2$, откуда следует $\partial q/\partial l = 0$.

Дифференциальное уравнение теплопроводности в полярных координатах при λ=const и отсутствии внутреннего источника теплоты ($Q_v = 0$) имеет вид:

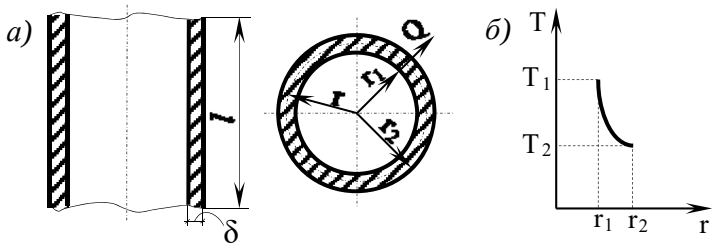


Рис. 2 Температурное поле и тепловой поток в цилиндрической стенке:
а)- цилиндрическая стенка; *б)* – температурное поле

$$\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial T}{\partial r} = 0 . \qquad (3)$$

При заданных граничных условиях:

$r = r_1$; $T = T_1$;

$r = r_2$; $T = T_2$.

получим

$$\bar{\theta} = \frac{T - T_1}{T_2 - T_1} = \frac{\ln\left(\frac{r}{r_1}\right)}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}. \qquad (4)$$

Согласно уравнению (4) температура цилиндрической стенки меняется по логарифмической зависимости (рис. 2).

Удельный тепловой поток q через единицу площади цилиндрической поверхности будет величиной переменной:

$$q = -\frac{\lambda}{r} \cdot \frac{T_2 - T_1}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}. \qquad (5)$$

Мощность теплового потока $Q=q \cdot F$ через цилиндрическую поверхность площадью $F=2\pi \cdot r \cdot l$ (l - длина цилиндрической стенки) есть постоянная величина, равная:

$$Q = -2\pi \cdot \lambda \cdot l \cdot \frac{T_2 - T_1}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}. \qquad (6)$$

Формулу (6) можно записать, используя понятие *термического сопротивления*:

$$Q = -2\pi \cdot l \cdot \frac{(T_2 - T_1)}{R_l}, \qquad (7)$$

где $R_l = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)$ − термическое сопротивление цилиндрической стенки.

Удельный тепловой поток на единицу длины стенки $q_l = Q/l$:

$$q_l = \frac{Q}{l} = -2\pi \cdot \lambda \cdot \frac{(T_2 - T_1)}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}. \qquad (8)$$

Таким образом, предлагаемый экспериментальный метод определения коэффициента теплопроводности основан на измерении:

- мощности теплового потока, проходящего через цилиндрический слой;
- перепада температур между внутренней и наружной поверхностями слоя тепловой изоляции;
- геометрических характеристик слоя тепловой изоляции.

Схема и описание установки. Исследуемый материал 1 (рис. 3) нанесен в виде цилиндрического слоя (d_1 = 0,05, *м;* d_2 = 0,02, *м)* на наружную поверхность металлической трубы 2. Длина цилиндра тепловой изоляции составляет 1 *м*, что

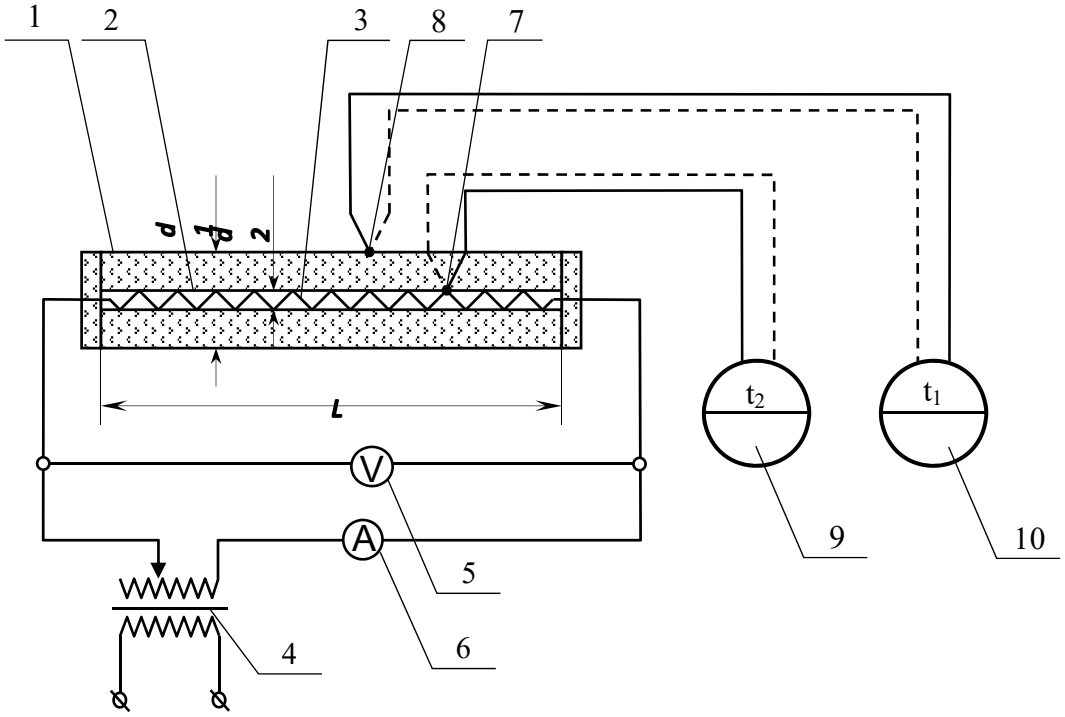


Рис. 3 Схема лабораторной установки

значительно больше наружного диаметра.

Источником теплового потока служит электронагреватель 3, который включен в электрическую цепь через автотрансформатор 4. Для определения мощности теплового потока служат вольтметр 5 и амперметр 6. Для измерения температур на внутренней и наружной поверхностях тепловой изоляции применяются хромель-копелевые термопары 7 и 8 в комплекте с вторичными приборами 9 и 10.

Результаты измерений при достижении стационарного режима заносятся в протокол наблюдений (табл. 1). Стационарность режима оценивается по неизменности температур t_1 и t_2 во времени.

Исследуемый материал ..... Таблица 1.

№ п/п	Измеряемая величина	Обозначение	Единицы измерен.	Номера опытов				
				1	2	3	4	5
1	Сила тока	I	*а*					
2	Напряжение	U	*в*					
3	Температура внутренней поверхности слоя изоляции	t_2	*°C*					

4	Температура наружной поверхности слоя изоляции	t_1	°*C*					

Расчетные формулы и расчеты.

4.1. Все расчеты сводятся к вычислениям коэффициента теплопроводности на основе выражения (6) по формуле:

$$\lambda = \frac{Q \cdot \ln\left(\frac{d_1}{d_2}\right)}{2\pi \cdot l \cdot (t_2 - t_1)}, \; Вт/(м \cdot град) \qquad (9)$$

4.2. Мощность теплового потока по формуле:

$$Q = I \cdot U, \; Вт \qquad (10)$$

4.3. Средняя температура тепловой изоляции:

$$t_{ср} = \frac{(t_1 + t_2)}{2}, \; °C \qquad (11)$$

4.4. Результаты расчетов должны быть продублированы в форме сводной таблицы 2.

Исследуемый материал ..... Таблица 2.

№ п/п	Измеряемая величина	Обозначение	Единицы измерен.	Номера опытов				
				1	2	3	4	5
1	Тепловой поток	Q	*Вт*					
2	Средняя температура исследуемого материала	$t_{ср}$	°*C*					
3	Коэффициент теплопроводности исследуемого материала	λ	*Вт/(м·град)*					
4	Температурный коэффициент	β	*1/град*					

4.5. По результатам расчетов построить в соответствующем масштабе график зависимости коэффициента теплопроводности от средней температуры тепловой изоляции. Пользуясь графиком, определить коэффициент β, характеризующий влияние температуры на теплопроводность материала. При обработке графического материала характер зависимости представить в виде уравнения прямой линии:

$$\lambda_t = \lambda_0 \cdot (1 + \beta \cdot t_{ср}). \qquad (12)$$

Контрольные вопросы.

5.1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?

5.2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.

5.3. Какие величины следует измерять в данной работе, чтобы вычислить коэффициент теплопроводности?

5.4. Какова физическая сущность передачи тепла теплопроводностью?

5.5. Сформулируйте понятия: температурное поле, изотермическая поверхность, градиент температуры, мощность теплового потока, удельный тепловой поток.

5.6. Покажите на схеме установки, как направлен вектор теплового потока и градиента температуры?

5.7. Каков физический смысл коэффициента теплопроводности, и от каких факторов он зависит?

5.8. Каков характер изменения температуры по толщине плоской и цилиндрической стенок?

5.9. Какова взаимосвязь между коэффициентом теплопроводности и наклоном температурной кривой по толщине тепловой изоляции?

5.10. Дайте определение понятию термического сопротивления стенки.

5.11. Как зависит коэффициент теплопроводности различных веществ (металлов, неметаллов, жидкостей и газов) от температуры? Ответ обосновать.

5.12. Сформулируйте основной закон теплопроводности. В чем его сущность?

5.13. Каковы основные трудности тепловых расчетов при переносе тепла теплопроводностью?

5.14. Как влияет форма стенки на величину её термического сопротивления?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 10.

Решение задач конвективного теплообмена

(Время выполнения работы - 3 часа)

Задача 1.

В вертикальной трубе квадратного сечения (а = 50 мм), высотой 6 м движется снизу вверх воздух. Определить коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенке трубы, если средняя скорость воздуха 1,0 м/с, температура воздуха на входе 190°С, на выходе - 50°С, средняя температура стенки 40°С.

Задача 2.

Определить коэффициент теплоотдачи и тепловой поток при течении воды в трубе диаметром 40 мм, длиной 3 м со скоростью 1 м/с, если средняя температура воды 80 0С, а температура стенки 65 0С.

Задача 3.
Как изменятся значения коэффициента теплоотдачи и теплового потока, если труба изогнута в виде змеевика диаметром 1000 мм, а остальные условия, как в задаче 2?

Задача 4.
Определить коэффициент теплоотдачи и тепловой поток на единицу длины в поперечном потоке воздуха для трубы диаметром 30 мм, если температура ее поверхности 80°С, температура воздуха 20°С и скорость 5 м/с.

Задача 5.
Гладкая плита длиной 1,5 м и шириной 1 м обдувается продольным потоком воздуха со скоростью 5 м/с. Определить коэффициент теплоотдачи и тепловой поток, отданный плитой воздуху, если температура поверхности плиты 110°С, а температура обдувающего потока воздуха 20°С.

Задача 6.
Определить коэффициент теплоотдачи вертикальной стенки высотой 2 м воздуху, если средняя температура стенки 120°С, а температура воздуха вдали от стенки 20°С.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 11.

Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопроводе

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель работы. Изучение процессов теплообмена при свободной и вынужденной конвекции на горизонтальном трубопроводе. Экспериментальное определение коэффициентов теплоотдачи и сравнение их с вычисленными по критериальным уравнениям.

Основные положения. При знании величины мощности теплового потока Q в теплообмене поверхности с обтекающей ее средой становится возможным определение коэффициента теплоотдачи α из уравнения Ньютона-Рихмана:

$$Q = \alpha \cdot F \cdot \Delta t , \qquad (1)$$

где F - поверхность, участвующая в теплообмене;

Δt – средний температурный напор.

В условиях, когда по горизонтально расположенному трубопроводу движется воздух под напором, а с внешней стороны трубопровода существует контакт с окружающим воздухом, внутри трубопровода теплообмен определяется условиями вынужденной конвекции, а с внешней стороны - естественной конвекции. Обозначим мощность теплового потока при вынужденной конвекции Q_1, а при естественной конвекции – Q_2. и, соответственно, коэффициенты

теплоотдачи α_1 и α_2.

Введем также обозначения:

- $F_{вн}$ - внутренняя поверхность трубопровода, которая участвует в теплообмене при вынужденной конвекции;
- $F_{нар}$ – внешняя поверхность трубопровода, обменивающаяся теплом с окружающей средой в процессе естественной конвекции;
- Δt_1 - температурный напор со стороны внутренней поверхности;
- Δt_2 - температурный напор со стороны наружной поверхности трубопровода.

Таким образом, в опыте должны быть определены Q_1 и Q_2, Δt_1 и Δt_2, а также заданы $F_{вн}$ и $F_{нар}$. В таком случае из опыта становится возможным определение $\alpha_{1оп}$ и $\alpha_{2оп}$, которые затем могут быть сравнены со значениями $\alpha_{1расч}$ и $\alpha_{2расч}$, полученными из соответствующих характеру теплообмена критериальных уравнений. Электрический ток при прохождении по трубе совершает работу, которая полностью переходит в тепло $Q_э$. В таком случае уравнение первого закона термодинамики, как частный случай закона сохранения энергии, приобретает вид:

$$Q_э = Q_1 + Q_2 + Q_3, \qquad (2)$$

где Q_1 - мощность теплового потока, переданная воздуху, движущемуся внутри трубы;

Q_2 - мощность теплового потока, переданная воздуху, окружающему трубу;

Q_3 - мощность теплового потока, затраченная на нагрев (охлаждение) трубы.

Тепловой поток Q_3 имеет место только при нестационарном режиме работы установки, а при достижении стационарного режима, когда температура трубы t_x = const, $Q_3 = 0$ и уравнение упрощается:

$$Q_э = Q_1 + Q_2, \qquad (3)$$

Мощность теплового потока Q_1, переданная воздуху, движущемуся внутри трубы, может быть определена по уравнению первого закона термодинамики для участка от сечения I-I до сечения II-II (рис. 1):

$$Q_1 = G \cdot (\Delta h + \Delta Э_{кин} + \Delta Э_{пот} + l_т), \; Вт \qquad (4)$$

При выполнении расчетов следует иметь ввиду, что изменение потенциальной энергии потока равна *нулю* и техническая работа, совершаемая потоком, также равна *нулю*.

Тогда

$$\alpha_{1,оп} = \frac{Q_1}{F_{вн} \cdot \Delta t_1}, \qquad (5)$$

и

$$\alpha_{2,оп} = \frac{Q_2}{F_{нар} \cdot \Delta t_2}, \qquad (6)$$

Для расчета средних значений коэффициентов теплоотдачи при конвективном теплообмене в воздушной среде рекомендуются следующие формулы на основе критериальных уравнений.

Для расчета средних величин критериев Нуссельта *конвективного теплообмена потока воздуха в трубах* рекомендуются уравнения:

а) для ламинарного режима $Re<2 \cdot 10^3$:

$$\overline{Nu}_{1п,d} = 0{,}15 \cdot Re_п^{0,33} \cdot Pr_п^{0,43} \qquad (7)$$

б) для развитого турбулентного режима $Re>10^4$:

$$\overline{Nu}_{1_{п,d}} = 0{,}021 \cdot Re_{п}^{0,8} \cdot Pr_{п}^{0,43}, \qquad (8)$$

где $\overline{Nu}_{1\,п,d} = \dfrac{\overline{\alpha}_{1расч} \cdot d_{вн}}{\lambda}$ – средний критерий Нуссельта;

$Re_{п} = \dfrac{w \cdot d_{вн}}{\upsilon}$ – критерий Рейнольдса;

$Pr_{п} = \dfrac{\upsilon_{п}}{a_{п}}$ – критерий Прандтля при температуре потока воздуха в трубе.

Для *горизонтальных труб* при естественной конвекции в неограниченном пространстве в диапазоне изменения (Gr·Pr) от 10^3 до 10^8:

$$\overline{Nu}_{2\,п,d} = 0{,}5 \cdot (Gr_{п} \cdot Pr_{п})^{0,25}, \qquad (9)$$

где $\overline{Nu}_{2\,п,d} = \dfrac{\overline{\alpha}_{2расч} \cdot d_{нар}}{\lambda}$ – средний критерий Нуссельта;

$Gr_{п,d} = \dfrac{g \cdot d_{нар}^3}{\upsilon^2} \beta_{п} \cdot \Delta T$ – критерий Грасгофа;

$Pr_{п} = \dfrac{\upsilon_{п}}{a_{п}}$ – критерий Прандтля при температуре потока окружающей среды.

Схема и описание установки. Воздух, являющийся в данном случае рабочим телом, забирается компрессором 1 из окружающей среды (рис. 1). Параметры воздуха в окружающей среде измеряются ртутным барометром и термометром, расположенными на панели 11 «Окружающая среда».

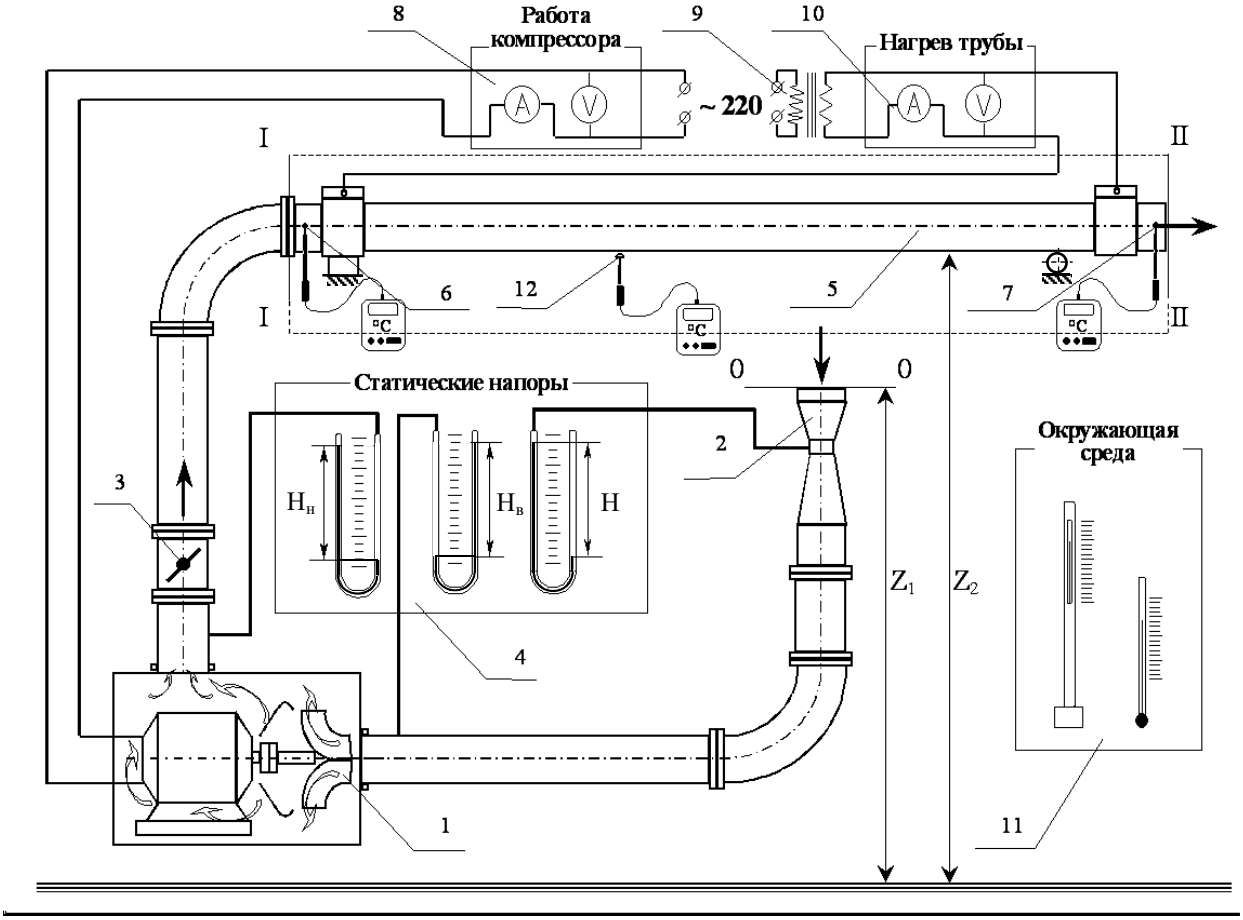


Рис. 1 Схема лабораторной установки

Далее поток воздуха через сечение 0−0 направляется в воздухомерное устройство 2 типа «труба Вентури». Количество проходящего воздуха регулируется заслонкой 3. По системе соединительных трубопроводов поток воздуха поступает во входное сечение I−I исследуемого участка горизонтальной металлической трубы 5. К потоку воздуха, проходящему через компрессор, на участке от сечения 0−0 до сечения I−I подводится работа сжатия и тепло за счет охлаждения электродвигателя компрессора, поэтому его температура повышается и измеряется погружной термопарой 6 в комплекте с потенциометром. С помощью U-образных манометров, расположенных на панели 4 «Статические напоры», измеряются разрежение в «горле» воздухомера и давление в сечении на выходе из компрессора – на входе в горизонтальную трубу. Горизонтальный участок трубы нагревается за счет электрического тока, подводимого через трансформатор 9.

Температура на выходе из трубы в сечении II−II измеряется погружной термопарой 7 в комплекте с потенциометром. Мощность теплового потока, затраченная на нагрев трубы, находится по показаниям амперметра и вольтметра, расположенных на панели 10 «Нагрев трубы». Температура трубы измеряется контактной термопарой 12 в комплекте с потенциометром.

При достижении стационарного режима показания всех необходимых приборов заносятся в протокол наблюдений (табл. 1). О стационарности режима можно судить по показанию прибора для измерения температуры трубы.

Таблица 1

№ п/п	Измеряемая величина	Обозначение	Единицы измерен.	Номера опытов				
				1	2	3	4	5
1	Удлинение трубы	Δl	*мм*					
2	Температура воздуха при входе в трубу (сечение I - I)	t_1	°*C*					
3	Температура воздуха при выходе из трубы (сечение II - II)	t_2	°*C*					
4	Температура трубы	t_x	°*C*					
5	Показания вакуумметра (горло воздухомера)	H	*мм вод.ст.*					
7	Показания пьезометра (после компрессора)	$H_н$	*мм вод.ст.*					
8	Напряжение и сила тока, потребляемого на нагрев трубы	$U_н$	*в*					
		$I_н$	*а*					
9	Показания барометра	B	*мбар*					
10	Температура окружающей среды	$t_{окр}$	°*C*					

4. Расчетные формулы и расчеты.

4.1. Атмосферное давление находится с учетом температурного расширения столбика ртути барометра по формуле:

$$P_{атм} = \frac{B \cdot 10^2}{1 + 1{,}815 \cdot 10^{-4} \cdot t_{окр}}, \; Па \qquad (10)$$

где B – показание барометра, *мбар*;

$t_{окр}$ – температура окружающей среды, равная температуре воздуха при входе в воздухомер, °*C*.

4.2. Перепад давления воздуха в воздухомере:

$$\Delta P = \rho \cdot gH, \; Па \qquad (11)$$

где ρ – плотность воды в U-образном вакуумметре, равная 1000 *кг/м*^{3};

g – ускорение свободного падения, равное 9,81 *м/сек*^{2};

H – показание вакуумметра (горло воздухомера), <u>переведенное</u> в *м вод.ст*.

4.3. Плотность воздуха по состоянию в «горле» воздухомера

$$\rho_в = \frac{(P_{атм} - \Delta P)}{R \cdot (t_{окр} + 273)}, \; кг/м^3 \qquad (12)$$

где R – характеристическая газовая постоянная воздуха, равная 287 *Дж/кг·°К*.

4.4. Расход воздуха:

$$G = 0{,}525 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{\rho_в \cdot \Delta P}\ , \textit{кг/сек} \qquad (13)$$

4.5. Абсолютное давление в сечении I-I:

$$P_1 = P_{атм} - \rho \cdot g \cdot H_н\ , \textit{Па} \qquad (14)$$

где $H_н$ - показание пьезометра (после компрессора), *переведенное* в *м вод.ст*.

4.6. Плотность воздуха по состоянию на входе в горизонтальную трубу:

$$\rho_1 = \frac{P_1}{R \cdot (t_1 + 273)}\ , \textit{кг/м}^3 \qquad (15)$$

где t_1 – температура воздуха при входе в трубу (сечение I-I), °*C*.

4.7. Плотность воздуха по состоянию на выходе из горизонтальной трубы ρ_2

$$\rho_2 = \frac{P_{атм}}{R \cdot (t_2 + 273)}\ , \text{кг/м}^3 \qquad (16)$$

где t_2 – температура воздуха на выходе из трубы (сечение II-II), °*C*.

4.8. Значение энтальпии воздуха в сечениях I и II определяется по общему уравнению:

$$h_j = c_p \cdot t_j\ , \textit{кДж/кг} \qquad (17)$$

где c_p – теплоемкость воздуха при постоянном давлении, которая может быть принята не зависящей от температуры и равной 1,006 *кДж/(кг·°C);*

t_j – температура в рассматриваемом сечении, °C;

j – индекс рассматриваемого сечения (I или II).

4.9. Средняя скорость потока в сечениях I-I и II-II определяется по общему уравнению:

$$W_j = \frac{G}{(\rho_j \cdot F)} = , \textit{м/сек} \qquad (18)$$

где F – площадь проходного сечения для потока воздуха, одинаковая для сечений I-I и II-II и равная $1{,}35 \cdot 10^{-3}$, $м^2$;

ρ_j – плотность воздуха в рассматриваемом сечении, $кг/м^3$;

j − индекс рассматриваемого сечения (I-I или II-II).

4.10. Мощность теплового потока, переданного вынужденной конвекцией, от внутренней поверхности трубы находится с учетом (4) по формуле:

$$Q_1 = G \cdot (\Delta h + \Delta Э_{кин})\ , \textit{Вт} \qquad (19)$$

4.11. Тогда с учетом формулы (3) мощность теплового потока, переданного естественной конвекцией от наружной поверхности трубы:

$$Q_2 = Q_э - Q_1\ , \textit{Вт} \qquad (20)$$

4.10. Мощность теплового потока, выделенная на участке от сечения I-I до сечения II-II находится по показаниям вольтметра и амперметра:

$$Q_э = U_н \cdot I_н\ , \textit{Вт} \qquad (21)$$

где $I_н$ – сила тока, потребляемая на нагрев трубы, *а*;

$U_н$ – напряжение, подаваемое на нагрев трубы, *в*.

Опытные значения коэффициентов теплоотдачи получаем по формулам (5) и (6), в которых $F_{вн}$ – внутренняя поверхность трубы, равная 0,352, $м^2$; $F_{нар}$ – наружная поверхность трубы, равная 0,386, $м^2$; средний температурный напор при вынужденной конвекции $\Delta t_1 = t_x - 0{,}5 \cdot (t_1 + t_2)$, °*C*; средний температурный напор при естественной конвекции $\Delta t_2 = t_x - t_{окр}$, °*C*.

4.12. Расчетные значения коэффициента теплообмена для вынужденной конвекции находим с учетом (7) или (8) по формуле:

$$\bar{\alpha}_{1п,d} = \overline{Nu}_{1п,d} \cdot \frac{\lambda}{d_{вн}}, \; Вт/(м^2 \cdot град) \qquad (22)$$

При вычислении критериев подобия по уравнениям (7) или (8) и коэффициента теплоотдачи по формуле (22) все теплофизические свойства воздуха (приложение 1) находятся по *определяющей температуре − средней температуре потока в трубе* равной $t_п = 0{,}5 \cdot (t_1 + t_2)$; определяющим размером в формулах является внутренний диаметр трубы $d_{вн} = 0{,}0415$, *м*.

4.13. Расчетные значения коэффициента теплообмена для свободной конвекции находим с учетом (9) по формуле:

$$\alpha_{2расч} = \frac{\lambda \cdot \overline{Nu}_{2п,d}}{d_{нар}}, \; Вт/(м^2 \cdot град) \qquad (23)$$

При вычислении критериев подобия по уравнению (9) и коэффициента теплоотдачи по формуле (23) все теплофизические свойства воздуха (приложение 1) находятся по *определяющей температуре − средней температуре потока, окружающего трубу* равной $t_п = 0{,}5 \cdot (t_х + t_{окр})$; определяющим размером в формулах является наружный диаметр трубы $d_{нар} = 0{,}0455$, *м*.

4.14. Пояснения к расчетам некоторых величин при заполнении таблицы результатов расчета:

К строке 10: $\Delta h = 1{,}006 \cdot (t_1 - t_2) \cdot 10^3$, *Дж/кг*

К строке 11: $\Delta Э_{кин} = \frac{W_2^2 - W_1^2}{2}$, *Дж/кг*

4.15. Результаты расчетов должны быть продублированы в форме сводной таблицы 2.

Таблица 2.

№ п/п	Измеряемая величина	Обозначение	Единицы измерен.	Номера опытов				
				1	2	3	4	5
1	Атмосферное давление	$P_{атм}$	*Па*					
2	Перепад давления воздуха в воздухомере	ΔP	*Па*					
3	Плотность воздуха по состоянию в горле воздухомера	$\rho_в$	*кг/м³*					
4	Расход воздуха	G	*кг/с*					
5	Плотность воздуха в сечении I - I	ρ_1	*кг/м³*					
6	Средняя скорость потока воздуха в сечении I - I	W_1	*м/с*					
7	Плотность воздуха при выходе из трубы (сечение II)	ρ_2	*кг/м³*					

№ п/п	Измеряемая величина	Обозначение	Единицы измерен.	Номера опытов				
				1	2	3	4	5
8	Средняя скорость потока при выходе из трубы (сечение II)	W_2	*м/с*					
9	Теплота, вносимая электрическим током в систему (нагрев трубы)	$Q_э$	*Вт*					
10	Изменение энтальпии воздуха по потоку в системе (трубе)	Δh	*Дж/кг*					
11	Изменение кинетической энергии потока воздуха в трубе	$\Delta Э_{кин}$	*Дж/кг*					
12	Теплота, передаваемая потоку воздуха в трубе	Q_1	*Вт*					
13	Теплота, передаваемая окружающему трубу воздуху	Q_2	*Вт*					
14	Средний температурный напор в условиях внутреннего теплообмена	Δt_1	*°C*					
15	Средний температурный напор в условиях внешнего теплообмена	Δt_2	*°C*					
16	Критерий Рейнольдса	$Re_п$	–					
17	Критерий Прандтля в условиях вынужденной конвекции	$Pr_{1п}$	–					
18	Критерий Нуссельта в условиях вынужденной конвекции	$Nu_{1п,d}$	–					
19	Критерий Грасгофа	$Gr_п$	–					
20	Критерий Прандтля в условиях естественной конвекции	$Pr_{2п}$	–					
21	Критерий Нуссельта в условиях естественной конвекции	$Nu_{2п,d}$	–					
22	Коэффициент теплоотдачи в условиях внутреннего теплообмена (вынужденная конвекция)	$\alpha_{1\ оп}$	*Вт/(м^2·°C)*					
		$\alpha_{1\ расч}$	*Вт/(м^2·°C)*					

№ п/п	Измеряемая величина	Обозначение	Единицы измерен.	Номера опытов				
				1	2	3	4	5
23	Коэффициент теплоотдачи в условиях внешнего теплообмена (свободная конвекция)	$\alpha_{2\ оп}$	$Вт/(м^2 \cdot °C)$					
		$\alpha_{2\ расч}$	$Вт/(м^2 \cdot °C)$					

Контрольные вопросы.

5.1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?

5.2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.

5.3. Какими методами измеряется температура в данной работе?

5.4. Как измеряется и регулируется расход воздуха в данной работе?

5.5.По каким признакам можно судить о стационарном режиме теплообмена с окружающей средой?

5.6. Как осуществляется выбор контрольной оболочки рассматриваемой термодинамической системы?

5.7.Дайте формулировку и математическое выражение уравнения первого закона термодинамики, используемого для решения задачи данного опыта.

5.8. Укажите способы определения величин, входящих в уравнение 1-го закона термодинамики, используемого для решения задачи данного опыта, с полным обоснованием используемых расчетных формул.

5.9. Какие существуют методы и приборы для измерения температуры, давления и расхода?

5.10. Как определяется плотность воздуха в условиях лабораторной установки?

5.11. Какие виды конвекции существуют, в чем их различие?

5.12. В чем сущность "Теории подобия" и как с ее помощью определяются коэффициенты теплоотдачи?

5.13. Как составляются критериальные уравнения?

5.14. Составьте в общем виде критериальные уравнения для вынужденной и свободной (естественной) конвекции.

5.15. Каков физический смысл критериев подобия, входящих в уравнение для свободной конвекции?

5.16. Каков физический смысл критериев подобия, входящих в уравнение для вынужденной конвекции?

5.17. Что такое "определяемый" и "определяющий" критерий?

5.18. Как выбирается определяющий (характерный) размер и определяющая температура при расчете критериев подобия?

Приложение 1

В приложении приведены интерполяционные формулы для расчета теплофизических свойств сухого воздуха в зависимости от температуры:

- теплопроводность

  $\lambda_t = 0{,}000074 \cdot t_п + 0{,}0245$, $Вт/(м \cdot °C)$;

- кинематическая вязкость
  $\nu_t = (0{,}000089 \cdot t_п^2 + 0{,}088 \cdot t_п + 13.{,}886) \cdot 10^{-6}$, *м²/с*;
- критерий Прандтля Pr

$$Pr = 0{,}00000051 \cdot t_п^2 - 0{,}0002493 \cdot t_п + 0{,}7086.$$

Информационное обеспечение обучения

1. Брюханов, О. Н. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики : учебник / О. Н. Брюханов, В. И. Коробко, А. Т. Мелик-Аракелян. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 254 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-005354-7. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2129030

2. Быстрицкий, Г. Ф. Основы теплотехники и энергосиловое оборудование промышленных предприятий : учебник для среднего профессионального образования / Г. Ф. Быстрицкий. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 305 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-12281-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/518440-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/1896828.

Приложение 2.1.13
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ОП 08. ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ

2025

Методические рекомендации по выполнению практических разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее ФГОС) и в соответствии с рабочей программой по дисциплине, входящей в общепрофессиональный цикл, ОП 08 «Процессы формообразования в машиностроении» для специальности среднего профессионального образования (далее СПО) **15.02.09 Аддитивные технологии** (базовая подготовка).

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Ринейская Я.В., - преподаватель СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Пояснительная записка

Методические рекомендации по выполнению практических занятий составлены в соответствии с рабочими программами по общепрофессиональному циклу ОП 08 «Процессы формообразования в машиностроении» для профессии 15.02.09 Аддитивные технологии.

Выполнение практических занятий по общепрофессиональному циклу для профессии 15.02.09 Аддитивные технологии. является одним из важнейших условий реализации основной профессиональной образовательной программы.

Целью выполняемых работ является получение умений и знаний, которые необходимы обучающемуся для овладения им соответствующего вида профессиональной деятельности.

При выполнении практических работ основными задачами являются:

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2) выработка практических навыков самостоятельной работы;
3) подготовка обучающихся к будущей практической работе.

Содержание

№ п.п.	Название практической работы	Стр.
1.	Изучение основных элементов литейного производства (литейная форма, формовочные смеси, литниковая система, прибыль, литейный стержень и стержневой ящик).	5
2.	Изучение технологии изготовления отливки в песчано-глинистой форме.	6
3.	Разработка по чертежу готовой детали чертежа отливки, модели стержневого ящика и формы в сборе.	9
4.	Изучение основных видов горячей объемной штамповки.	17
5.	Разработка по чертежу готовой детали чертежа для получения поковки горячей объемной штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе в открытом штампе.	24
6.	Изучение конструктивных элементов токарных резцов.	32
7.	Изучение геометрических параметров токарных резцов.	33
8.	Изучение принципа работы измерительных приборов (штангенциркуля, угломера).	34
9.	Рассчитать скорость резания, частоту вращения шпинделя, глубину резания, машинное время при точении.	38
10.	Определение рациональных режимов резания при протягивании.	40
11.	Изучение конструктивных элементов спирального сверла.	42
12.	Изучение геометрических параметров спирального сверла.	43
13.	Определить режимы резания при сверлении, зенкеровании и развертывании.	44
14.	Рассчитать режимы резания при резьбонарезании.	46
15.	Определение рациональных режимов резания при шлифовании.	48
16.	Изучение геометрических параметров фрез.	50
17.	Рассчитать режимы резания при фрезеровании.	57
18.	Выполнение тестов по темам ОП.06. Диф.зачет. (оформлено отдельным документом)	-
19.	Список литературы	65

Практическое занятие №1
Изучение основных элементов литейного производства (литейная форма, формовочные смеси, литниковая система, прибыль, литейный стержень и стержневой ящик)

Цель практического занятия – усвоение основных терминов и определений, формирование навыков в изучении основных элементов литейного производства.

Порядок выполнения практического занятия:

1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник) и заполните письменно задания.
2. Выполните задание №1 вписав недостающие слова.
3. Выполните задание №2 выбрав правильный ответ.
4. Выполните задание №3 установив соответствие.
5. Выполните задание №4 вычеркнув лишнее понятие.

1. Впишите в пробелы недостающие слова.

Литейное производство – это отрасль машиностроения, продукцией которой являются _____, получаемые в литейных формах при заполнении их жидким _____ заданного химического состава. При охлаждении _____ затвердевает, сохраняя конфигурацию полости формы.

2. Прочитайте вопросы и выберите правильный ответ.

а) что является основным инструментом литейного производства?

б) что используется для получения полости в отливке?

в) что используется для заполнения рабочей полости литейной формы расплавом?

Впишите в таблицу варианты ответов

1) литниковая система;

2) литейная форма;

3) стержень.

вопрос	а	б	в
ответ			

3. Установите стрелками соответствие между видами литейных форм и их назначением:

а) служит один раз, разрушают при удалении отливки;	1) постоянная;
б) позволяет получить несколько отливок;	2) разовая;
в) позволяет получить до нескольких сотен отливок.	3) полупостоянная.

4. Исключите лишнее понятие.

Расплав имеет следующие литейные свойства:

а) усадка; б) кристаллизация; в) ползучесть; г) жидкотекучесть.

Подчеркните неправильный ответ.

Практическое занятие №2
Изучение технологии изготовления отливки в песчано-глинистой форме

Цель практического занятия – усвоение основных терминов и определений, формирование навыков в изучении технологии изготовления отливки в песчано-глинистой форме.

Порядок выполнения практического занятия:

1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните письменно задания.

1. Заполните таблицу, соблюдая правильную последовательность технологии изготовления отливки в песчано-глинистые формы.

Этапы	1	2	3	4	5
Ответ					

а) устанавливаются стержни и собираются опоки. При сборке опоки базируются по базовым штифтам и зажимаются болтами. Для улучшения газопроницаемости формовочной смеси шилом протыкают вентиляционные каналы;

б) по чертежу отливки изготавливают модель. Она выполняется из двух половинок. Для обеспечения точного положения стержня в полости формы на модели и у стержня изготавливают знаки;

в) аналогично выполняют верхнюю полуформу;

г) по чертежу детали разрабатывается чертеж отливки (с учетом припусков на последующую механическую обработку);

д) изготавливают нижнюю полуформу: на модельную плиту устанавливают опоку (жесткую рамку); заполняют опоку формовочной смесью; утрамбовывают смесь; устанавливают элементы литниковой системы и половинку модели.

2. Перечислите состав формовочной смеси для изготовления литейной формы:

_____

_____

3. Литниковая система состоит из следующих элементов:

а) чаша, стояк, питатель, шлакоуловитель;
б) чаша, прибыль, питатель, выпор;
в) стояк, питатель, выпор, шлакоуловитель;
г) стояк, прибыль, питатель, чаша, шлакоуловитель, выпор;
д) чаша, стояк, прибыль, питатель, опока, выпор, шлакоуловитель.
Подчеркните правильный ответ.

4. Расположите этапы изготовления отливки в оболочковые формы в правильной технологической последовательности и заполните таблицу:

этапы	1	2	3	4	5	6
ответ						

а) переворачивают бункер на 180^0. Смесь накрывает плиту с моделями. Смола плавится, обволакивая песчинки и связывая их между собой. Образуется оболочка, толщина которой зависит от времени выдержки;

б) производят заливку расплавом. После охлаждения отливки оболочку снимают;

в) оболочки склеивают, присоединяют литниковую систему (полученную аналогично). Полученную форму помещают в опоку с чугунной дробью;

г) готовится формовочная смесь. Она содержит огнеупорный материал (кварцевый песок) и 3-9% термоактивных смол. Смола при 70^0 размягчается, при 120^0 плавится, превращаясь в жидкую клейкую массу. При дальнейшем увеличении температуры смола затвердевает, образуя совместно с кварцевым песком твердую прочную корку. При 450^0 смола выгорает, что облегчает разрушение оболочки;

д) оболочки склеивают, присоединяют литниковую систему (полученную аналогично). Полученную форму помещают в опоку с чугунной дробью;

е) бункер переворачивают на 180^0. Остатки смеси падают на дно. Плиту вместе с оболочкой снимают с бункера и помещают в печь до полного отвердевания оболочки.

5. Напишите, какие выделяют виды литья под давлением:

а) _____

б) _____

г) _____

6. Заполните таблицу 1.1 по методам литья в одноразовые формы. Проведите сравнительный анализ и сделайте вывод.

Таблица 1.1 – Методы литья в одноразовые формы

Методы	литье в песчаные формы	литье в оболочковые формы	литье по выплавляемым моделям
достоинства метода			
недостатки метода			

Вывод:_____

_____

_____

_____

7. Решите, для изготовления, каких видов отливок предназначены следующие виды кокилей:

а) неразъемный вытряхной;

б) с вертикальной плоскостью разъема;

в) с горизонтальной плоскостью разъема.

Укажите, используя таблицу ответов, соответствие понятий и следующих вариантов определения:

1) несложные отливки с небольшими выступами;

2) крупные отливки простой конфигурации;

3) отливки простой конфигурации.

вопрос	а	б	в
ответ			

8. Заполните таблицу 1.2 по методам литья в многоразовые формы. Проведите сравнительный анализ и сделайте вывод:

Таблица 1.2 - Методы литья в многоразовые формы

Метод	литье в кокиль	литье под давлением	литье центробежное
достоинства метода			
недостатки метода			

Вывод:_____

_____

_____

_____

Практическое занятие №3
Разработка по чертежу готовой детали чертежа отливки, модели стержневого ящика и формы в сборе

Цель практического занятия – разработка чертежа отливки и модельного комплекта. Затем описать последовательность изготовления литейной формовки и в заключении приводит эскиз готовой формы.

Порядок выполнения практического занятия:

1. Из задания вычертить чертеж детали.
2. Спроектировать чертеж отливки.
3. Разработать и начертить конструкцию верхней и нижней частей модели.
4. Выполнить эскизы стержневого ящика и стержня.
5. Рассчитать элементы литниковой системы.
6. Описать последовательность изготовления песчано-глинистой формы и стержня при ручной формовке.
7. Разработать чертеж литейной формы в сборе.

1. Чертеж детали.

Чертеж детали выполняют из задания по масштабу и указывают все размеры. Недостающие размеры студент устанавливает самостоятельно, определив масштаб чертежа на задание (масштаб чертежа – отношение линейных размеров изображенного предмета на чертеже к его действительным размерам). Поверхности детали, которые подвергаются механической обработке, условно обозначают

знаком шероховатости. Дают название детали и указывают марку материала, из которого она сделана. Расшифруют марку, указав ее химический состав по справочнику, и механические свойства. Рассчитывают массу детали по формуле

$$m = V \times \rho,$$

где V – объем детали, см^3, ρ – плотность металла детали, г/см^3.

Для удобства расчета объема детали, ее разбивают на элементарные геометрические фигуры и определяют сумму этих объемов. Формулы определения объемов некоторых геометрических фигур приведены в прил. 2. На рис. 62, *а* приведен эскиз детали, изготовляемой из серого чугуна.

2. Разработка чертежа отливки.

Правила выполнения чертежей элементов литейной формы и отливки регламентированы ГОСТ 3.1125-88. *Чертеж отливки выполняется на основе чертежа детали.* Разработка чертежа отливки начинается с выбора положения детали при заливке и определения плоскости ее разъема.

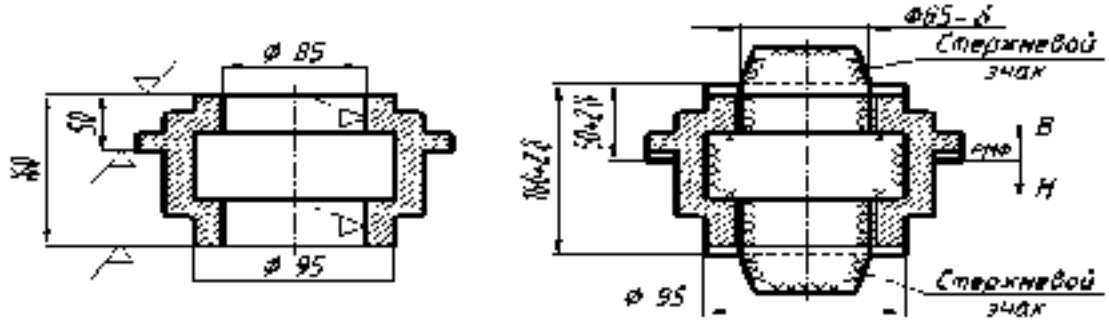


Рис. 1. Эскизы детали и отливки

При выборе *плоскости разъема формы* следует руководствоваться следующими правилами:

а) обрабатываемые поверхности отливки лучше располагать в нижней части формы или вертикально, так как в верхней части отливки скапливаются дефекты – газовые раковины и шлаковые включения;

б) плоскость разъема должна обеспечить извлечение модели из формы без ее разрушения;

в) разъем должен быть прямолинейный, чтобы не затруднять сборку формы;

г) при изготовлении отливок типа тел вращения разъем выбирается в основном в плоскости двух наибольших взаимно перпендикулярных размеров.

После выбора плоскости разъема модели и литейной формы следует вычертить контур детали. На чертеже указывают плоскость разъема модели и формы (РМФ) в виде линии, на которой стрелками и буквами указывают верх (В) и низ (Н) по отношению к плоскости разъема. Затем на этот чертеж наносят припуски

на механическую обработку, литейные уклоны, стержень и стержневые знаки, а также проставляют все необходимые для построения чертежа размеры.

Назначать припуск δ (рис. 1) следует только на те поверхности, которые подлежат в дальнейшем механической обработке (где стоит знак шероховатости – V (рис. 1). Припуски указывают тонкими линиями и более мелкой штриховкой. Величину припуска определяют по ГОСТу, причем на верхние поверхности дается больший припуск, чем на нижние. При выполнении этого задания величину припусков можно выбрать по табл. 14. На чертеже отливки неотливаемые отверстия, попадающие в разрез, штрихуют. Наклон штриховки обрабатываемых отверстий должен совпадать с наклоном штриховки разрезов и сечений детали.

Литейные уклоны назначаются на вертикальные поверхности, перпендикулярные плоскости разъема. Они облегчают извлечение модели из формы. Поскольку отливку получают путем заливки формы жидким металлом и последующим его затвердеванием, то литейные уклоны, получаемые в отливке, будут соответствовать уклонам модели. Величина уклона составляют от 0,5° до 3°, причем она уменьшается с возрастанием высоты поверхности, на которую она назначается. На обрабатываемые поверхности литейные уклоны назначают только сверх припуска на механическую обработку.

Стержень, который формирует внутреннюю полость отливки, на чертеже обозначают короткой, тонкой перекрестной штриховкой по контуру и обязательно указывают стержневые знаки (рис. 1). Величина стержневых знаков определена ГОСТом в зависимости от длины стержня (смотри ниже).

Припуски на обработку резанием отливки

Габаритный размер, мм	Положение поверхности при заливке	Материал отливки		
		Чугун	Сталь	Цветные сплавы
До 120	Верх Низ, бок	4 3	5 4	3
121-260	Верх Низ, бок	4,5 3,5	6 5	5
261-500	Верх Низ, бок	5 4	7 5	6

3. При разработке чертежа модели сначала вычерчивают наружный контур отливки со стержневыми знаками.

Стержневые знаки на модели предназначаются для получения соответствующих отпечатков в форме. При сборке литейной формы в полученные отпечатки вставляется стержень своими знаковыми частями. Стержневые знаки обеспечивают устойчивость стержня в форме и точную их фиксацию в процессе заполнения формы жидким металлом.

Размеры знаков зависят от положения стержня в форме. Стержневые знаки для цилиндрических стержней, на моделях выполняются коническими, что облегчает их извлечение из литейной формы.

После определения конфигурации стержня и величины его знаков вычерчивается модель. Поскольку модели в основном изготавливают разъемными, то целесообразно вычерчивать верхнюю и нижнюю части отдельно. Затем проставляются все размеры моделей с учетом усадки сплава, из которого получают отливку. Например, для стали линейная усадка составляет – 1,8–2,2%, для серого чугуна – 0,8–1,2%, медных сплавов – 1,25–1,5%, алюминиевых сплавов – 1,0–1,5%

Следует иметь в виду, что при определении размеров по длине или высоте знаков модели величина усадки не прибавляется.

В местах пересечения поверхностей на модели выполняется закругление и галтели. Галтели облегчают извлечение модели из формы, предотвращают появление трещин и усадочных раковин в отливке.

Пример изображения модели и простановки ее размеров показан на рис. 2.

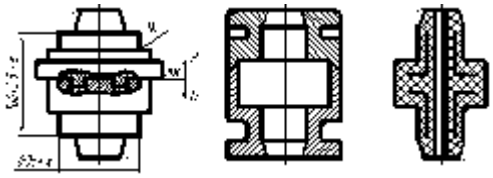


Рис. 2. Эскизы модели, стержневого ящика и стержня

Размеры моделей (за исключением величины знаков) определяются по формуле:

$$\bar{A} = A + \frac{A}{100}a,$$

где В и А – размеры модели и отливки, мм, α – усадка сплав

Например, на чертеже отливки из серого чугуна размер был равен 250 мм. Величина соответствующего размера на модели будет составлять:

$$\bar{A} = 250 + \frac{250}{100} \times 1 = 252,75 \text{ мм.}$$

4. Стержневой ящик.

В стержневом ящике изготавливают стержень. При конструировании стержневого ящика надо учитывать:

1. В зависимости от формы и размера отверстия стержневой ящик может состоять из нескольких элементов для удобства набивки его стержневой смесью. На рис. 2 стержневой ящик состоит из двух половин.

2. На стенках стержневого ящика предусматривают уклоны, обеспечивающие легкое удаление из него стержня.

Эскиз готового стержня (в разрезе) приведен на рис. 2. Для увеличения прочности в стержень можно установить проволочные каркасы, а с целью увеличения ее газопроницаемости в центре делается газоотводящий канал.

7. Собранная форма. По конфигурации модели и отливки вычерчивается литейная форма в сборе (вертикальный разрез), состоящая из верхней и нижней полуформ с уплотненной формовочной смесью. На чертеже показываются стержень (заштриховать точками), элементы литниковой системы, выпоры, вентиляционные наколы. Каналы литниковой системы и полость формы не штрихуются. Обозначаются все элементы литейной формы и специфицируются соответствующим элементу названием.

Пример оформления чертежа литейной формы в сборе для разъемной модели показан на рис. 3.

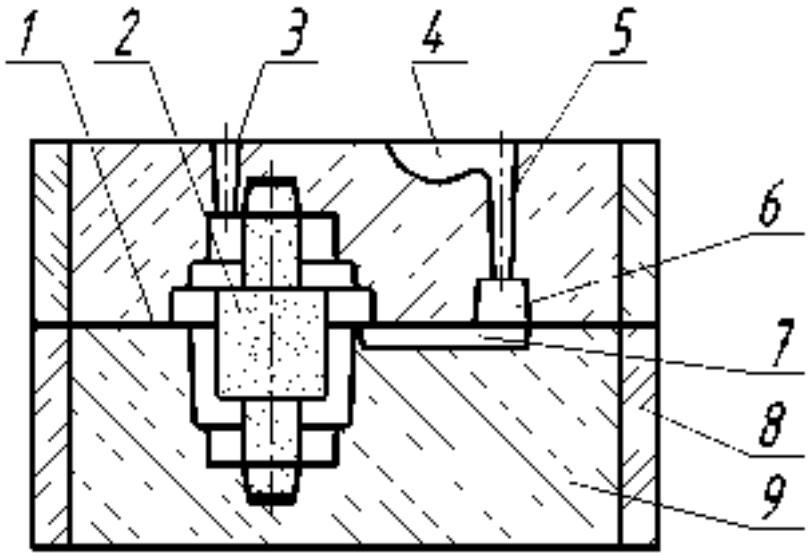


Рис. 3. Литейная форма в сборе:
1 – плоскость разъема формы; *2* – стержень; *3* – выпор; *4* – литниковая чаща; *5* – стояк; *6* – шлакоуловитель; *7* – питатель; *8* – опока; *9* – формовочная смесь

При расчете опоки учитываются следующие допустимые расстояния при массе отливки 5-100 кг:

1) от верха и низа модели до верха и низа опоки – 40-90 мм;
2) от модели до стенок опоки – 30-50 мм;
3) от кромки стояка до стенки опока – 30-60 мм;
4) между кромками шлакоуловителя до кромки модели – 30-50 мм.

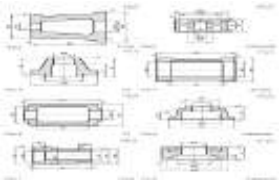


Схема 1

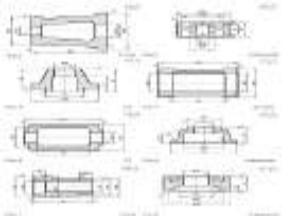


Схема 3

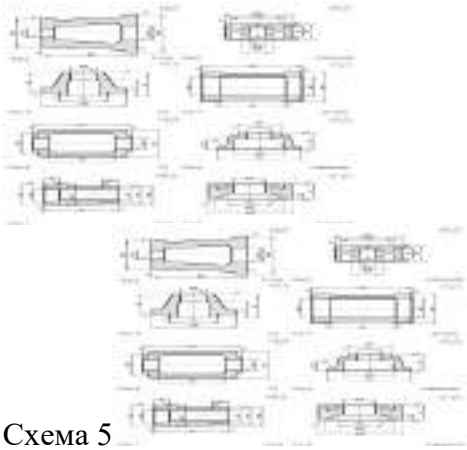


Схема 5

Схема 7

Схема 9

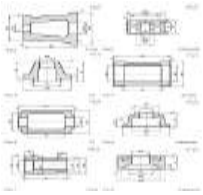


Схема 2

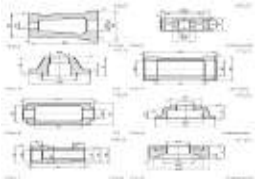


Схема 4

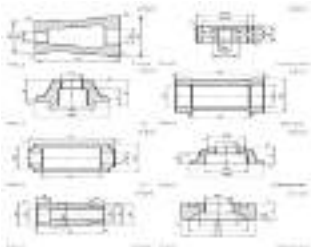


Схема 6

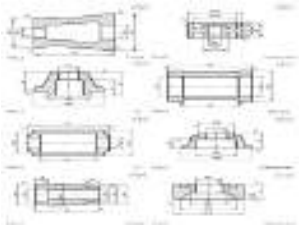


Схема 8

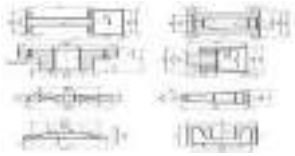


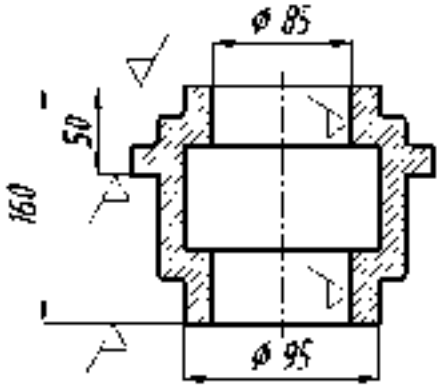
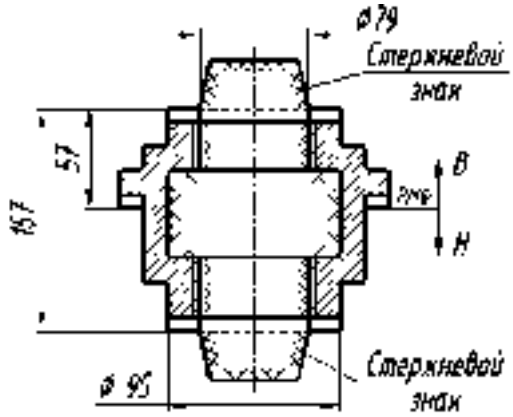
Схема 10

Рис. 4. Чертежи деталей для практического задания № 6-№8

Приложения

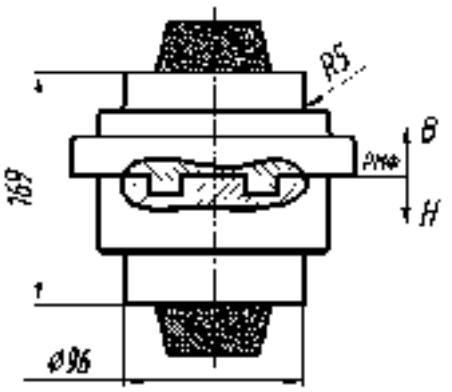
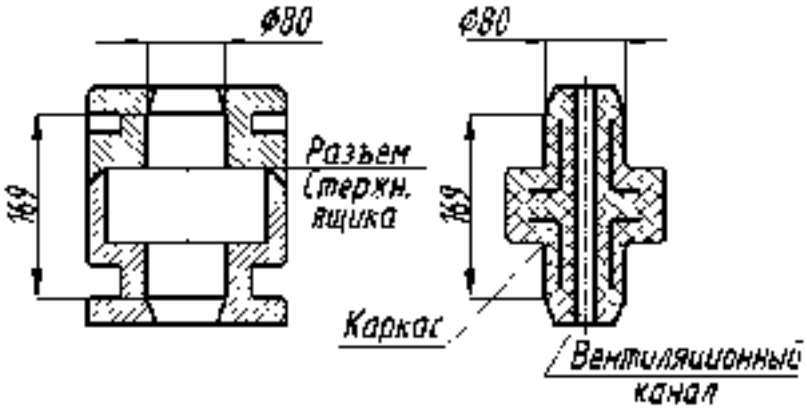
Приложение 1

Пример оформления упрощенной технологической карты получения отливки

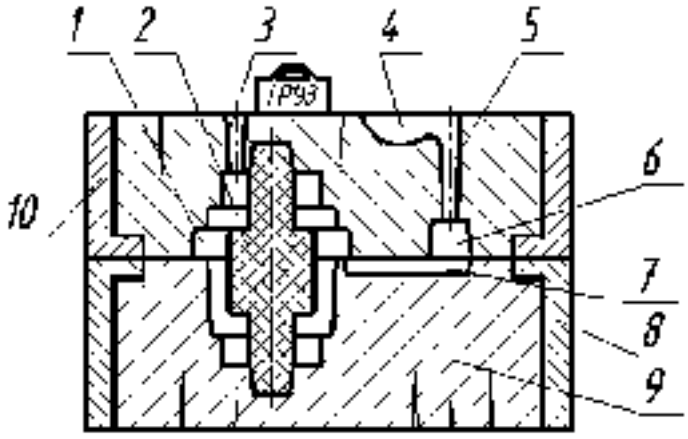
<table>
<tr><td colspan="2">Упрощенная технологическая карта получения отливки «корпус»</td></tr>
<tr><td colspan="2">Материал: СЧ 20; масса: 14 кг
 
</td></tr>
<tr><td>№</td><td>Эскиз отливки ее краткая характеристика</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td></tr>
<tr><td>1</td><td> 

Отливка детали «корпус»
Материал отливки – СЧ 20.
Механические свойства: $\sigma_в$ = 200 МПа, НВ - 140−229.
Отливка изготавливается в двух опоках.
Линейная усадка сплава – 1%</td></tr>
</table>

Продолжение прил. 1

1	2
2	 Модель отливки «корпус» Модель отливки разъемная по плоскости, обозначенной буквами «РМ». Материал модели – дерево. В размерах модели учтена усадка сплава – 1%
3	 а б Стержневой ящик (а) и стержень (б) отливки «корпус» Стержневой ящик состоит из двух частей: Нижняя часть – корпус и верхняя часть – кольцо. В размерах ящика учтена усадка сплава – 1%. Материал ящика – алюминий. Стержень изготавливается из стержневой смеси. Каркас стержня – проволока диаметром 5 мм.

Окончание прил. 1

1	2
4	 Литейная форма изготавливается песчано-глинистой смеси. 1. Полость литейной формы 2. Стержень 3. Выпор 4. Литниковая чаша 5. Стояк 6. Шлакоуловитель 7. Питатель 8. Нижняя полуформа 9. Уплотненная формовочная смесь 10. Верхняя полуформа

Практическое занятие №4
Изучение основных видов горячей объемной штамповки

Цель практического занятия – изучение основных видов горячей объемной штамповки.

Порядок выполнения практического занятия:

1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Ответьте письменно на вопросы.

Теоретический материал

Горячая объемная штамповка

Объемной штамповкой называют процесс получения поковок, при котором формообразующую полость штампа, называемую ручьем, принудительно заполняют металлом исходной заготовки и перераспределяют его в соответствии с заданной чертежом конфигурацией.

Применение объемной штамповки оправдано при серийном и массовом производстве. При использовании этого способа значительно повышается производительность труда, снижаются отходы металла, обеспечиваются высокие точность формы изделия и качество поверхности. Штамповкой можно получать очень сложные по форме изделия, которые невозможно получить приемами свободной ковки.

Объемную штамповку осуществляют при разных температурах исходной заготовки и, в соответствии с температурой, делят на холодную и горячую. Наиболее широкое распространение получила горячая объемная штамповка (ГОШ), которую ведут в интервале температур, обеспечивающих снятие упрочнения.

Исходным материалом для горячей объемной штамповки являются сортовой прокат, прессованные прутки, литая заготовка, в крупносерийном производстве – периодический прокат, что обеспечивает сокращение подготовительных операций.

Формообразование при горячей объемной штамповке

Основная операция ГОШ может быть выполнена за один или несколько переходов. При каждом переходе формообразование осуществляется специальной рабочей полостью штампа – *ручьем (гравюрой*). Переходы и ручьи делятся на две группы: заготовительные и штамповочные. Схема технологического процесса получения сложной заготовки в нескольких ручьях представлена на рис. 1.

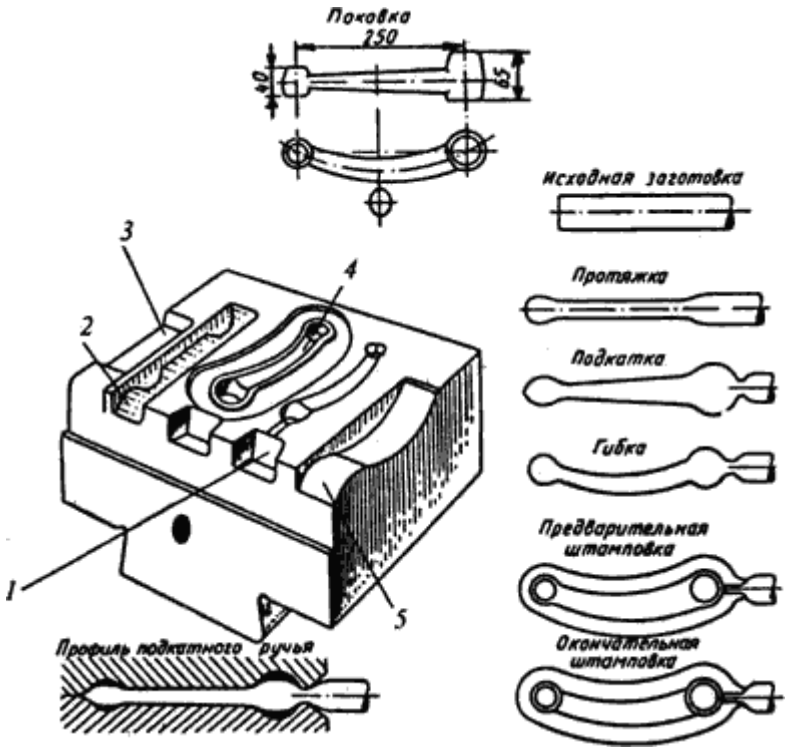


Рис. 1. Стадии получения сложной поковки в нескольких ручьях

1 – черновой ручей; 2 – подкатной ручей; 3 – протяжной ручей; 4 – чистовой ручей, 5 – гибочный ручей

Заготовительные ручьи предназначены для фасонирования в штампах.

Фасонирование– перераспределение металла заготовки с целью придания ей формы, обеспечивающей последующую штамповку с малым отходом металла.

К заготовительным ручьям относятся протяжной, подкатной, гибочный и пережимной, а также площадка для осадки.

Протяжной ручей предназначен для увеличения длины отдельных участков заготовки за счет уменьшения площади их поперечного сечения, выполняемого воздействием частых слабых ударов с кантованием заготовки.

Подкатной ручей служит для местного увеличения сечения заготовки (набора металла) за счет уменьшения сечения рядом лежащих участков, то есть для распределения объема металла вдоль оси заготовки в соответствии с распределением его в поковке. Переход осуществляется за несколько ударов с кантованием.

Пережимной ручей предназначен для уменьшения вертикального размера заготовки в местах, требующих уширения. Выполняется за 1…3 удара.

Гибочный ручей применяют только при штамповке поковок, имеющих изогнутую ось. Служит для придания заготовке формы поковки в плоскости разъема. Из гибочного ручья в следующий заготовку передают с поворотом на 90^0.

При штамповке поковок, имеющих в плане форму окружности или близкую к ней, часто применяют осадку исходной заготовки до требуемых размеров по высоте и диаметру. Для этого на плоскости штампа предусматривают *площадку для осадки*.

Штамповочные ручьи предназначены для получения готовой поковки. К штамповочным ручьям относятся черновой (предварительный) и чистовой (окончательный).

Черновой ручей предназначен для максимального приближения формы заготовки к форме поковки сложной конфигурации. Глубина ручья несколько больше, а поперечные размеры меньше, чем у чистового ручья (чтобы заготовка свободно укладывалась в чистовой ручей). Радиусы скругления и уклоны увеличиваются. В открытых штампах черновой ручей не имеет облойной канавки. Применяется для снижения износа чистового ручья, но может отсутствовать.

Чистовой ручей служит для получения готовой поковки, имеет размеры «горячей поковки», то есть больше, чем у холодной поковки, на величину усадки. В открытых штампах по периметру ручья предусмотрена облойная канавка, для приема избыточного металла. Чистовой ручей расположен в центре штампа, так как в нем возникают наибольшие усилия при штамповке.

Технологический процесс ГОШ отличается значительным разнообразием и определяется выбором самого изделия и применяемым оборудованием.

Технологический процесс зависит от формы поковки. По форме в плане поковки делятся на две группы: диски и поковки удлиненной формы.

К первой группе относятся круглые или квадратные поковки, имеющие сравнительно небольшую длину: шестерни, диски, фланцы, ступицы, крышки и др. Штамповка таких поковок производится осадкой в торец исходной заготовки с применением только штамповочных переходов.

Ко второй группе относятся поковки удлиненной формы: валы, рычаги, шатуны и др. Штамповка таких поковок производится протяжкой исходной заготовки (плашмя). Перед окончательной штамповкой таких поковок в штамповочных ручьях требуется фасонирование исходной заготовки в заготовительных ручьях штампа, свободной ковкой или на ковочных вальцах.

Так как характер течения металла в процессе штамповки определяется типом штампа, то этот признак можно считать основным для классификации способов штамповки. В зависимости от типа штампа выделяют штамповку в открытых и закрытых штампах (рис. 2).

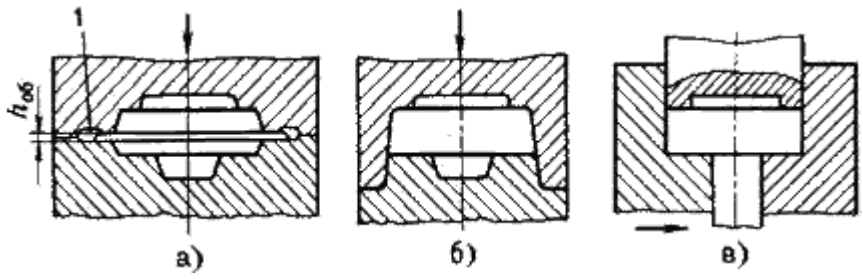


Рис. 2. Схемы штамповки в открытых и закрытых штампах: 1 – облойная канавка

Штамповка в открытых штампах (рис.2.а) характеризуется переменным зазором между подвижной и неподвижной частями штампа. В этот зазор вытекает часть металла – облой, который закрывает выход из полости штампа и заставляет остальной металл заполнить всю полость. В конечный момент деформирования в облой выжимаются излишки металла, находящиеся в полости, что позволяет не предъявлять высокие требования к точности заготовок по массе. Штамповкой в открытых штампах можно получить поковки всех типов.

Штамповка в закрытых штампах (рис.2.б) характеризуется тем, что полость штампа в процесс деформирования остается закрытой. Зазор между подвижной и неподвижной частями штампа постоянный и небольшой, образование в нем облоя не предусмотрено. Устройство таких штампов зависит от типа машины, на которой штампуют. Например, нижняя половина штампа может иметь полость, а верхняя – выступ (на прессах), или верхняя – полость, а нижняя – выступ (на молотах). Закрытый штамп может иметь две взаимно перпендикулярные плоскости разъема (рис. 3.в).

При штамповке в закрытых штампах необходимо строго соблюдать равенство объемов заготовки и поковки, иначе при недостатке металла не заполняются углы полости штампа, а при избытке размер поковки по высоте будет больше требуемого. Отрезка заготовок должна обеспечивать высокую точность.

Существенное преимущество штамповки в закрытых штампах – уменьшение расхода металла из-за отсутствия облоя. Поковки имеют более благоприятную структуру, так как волокна обтекают контур поковки, а не перерезаются в месте выхода металла в облой. Металл деформируется в условиях всестороннего неравномерного сжатия при больших сжимающих напряжениях, это позволяет получать большие степени деформации и штамповать малопластичные сплавы.

Чертеж поковки

Чертеж поковки является основным документом при разработке технологического процесса и проектировании штампа. Его выполняют на основе чертежа детали по ГОСТ 7505 – Поковки стальные штампованные.

Сначала необходимо выбрать поверхность разъема, т.е. поверхность, по которой соприкасаются между собой верхняя и нижняя половины штампа. Обычно эта поверхность является плоскостью или сочетанием плоскостей. Она необходима для установки исходной заготовки и удаления из штампа готовой поковки. Поверхность разъема устанавливают в плоскости двух наибольших габаритных размеров, при этом полости штампа имеют наименьшую глубину.

При штамповке в открытых штампах плоскость разъема должна обеспечивать контроль сдвига верхней и нижней частей штампа после обрезки облоя. Для этого она должна пересекать вертикальную поверхность поковки (рис. 13.3.а). Желательно плоскость разъема располагать так, чтобы естественные уклоны облегчали удаление поковки из штампа (рис. 13.3.б) даже без выталкивателей и без существенного упрощения формы детали.

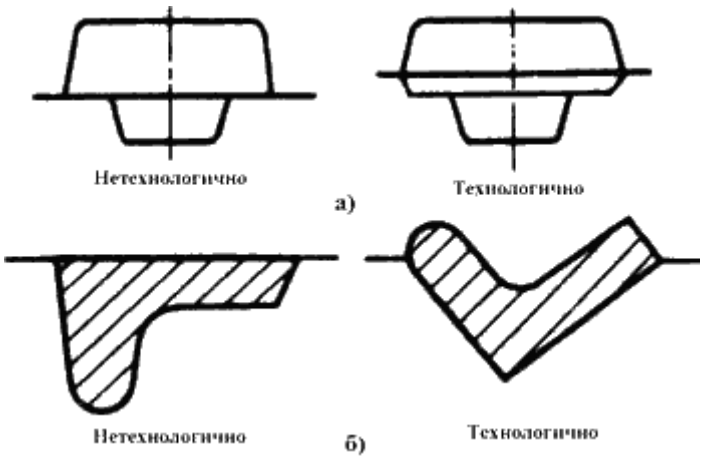


Рис. 3. Выбор плоскости разъема штампа

В некоторых случаях положение плоскости разъема определяется макроструктурой металла. Например, при штамповке шестерен плоскость разъема должна быть перпендикулярна к оси детали. В этом случае макроструктура получается одинаковой у всех зубьев шестерни и обеспечивает их высокую прочность. На рис. 4 показан выбор положения разъема штампа по условиям работы детали. Если деталь работает на срез по линии *а – а*, то волокна металла должны располагаться перпендикулярно к линии среза (положение*II – II*). Положение плоскости разъема*I – I*в данном случае нежелательно.

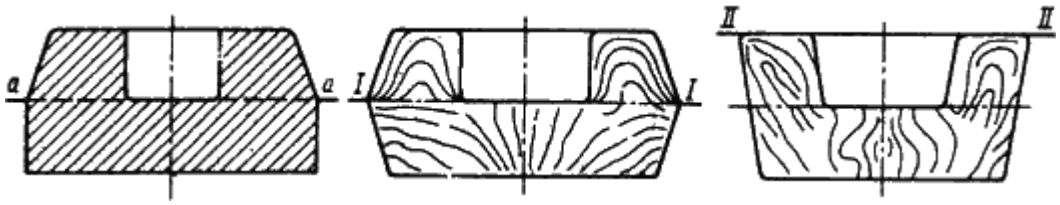


Рис.4. Схема к выбору плоскости разъема с учетом условий работы детали

При выборе плоскости разъема необходимо учитывать использование поверхностей поковки в качестве баз при механической обработке. Базы должны быть цилиндрическими, без штамповочных уклонов. При этом припуск на механическую обработку должен быть одинаков в направлении обработки.

При штамповке в закрытых штампах плоскость разъема выбирают по торцевой наибольшей поверхности детали.

Припуски на механическую обработку регламентируются ГОСТ 7505 с учетом точности поковки, которая определяется видом оборудования и технологией ГОШ (открытая или закрытая) и назначаются в основном на сопрягаемые поверхности.

Допуски учитывают возможные отклонения от номинальных размеров вследствие недоштамповки по высоте, сдвига частей штампов, их износа и т.п.

К кузнечным напускам относятся штамповочные уклоны, внутренние радиусы закруглений, перемычки отверстий.

Штамповочные уклоны назначаются сверх припуска, они повышают отход металла при механической обработке и утяжеляют поковку. Для наружных поверхностей, вследствие температурной усадки, уклоны меньше, чем для внутренних поверхностей.

Все пересекающиеся поверхности сопрягаются по радиусам. Это необходимо для лучшего заполнения полости штампа и предохранения его от преждевременного износа и поломок. Радиусы скругления зависят от глубины полости штампа. Внутренние радиусы скругления в 3…4 раза больше, чем наружные. Наружные радиусы обычно составляют $1…6^0$.

При штамповке в штампах с одной плоскостью разъема нельзя получить сквозное отверстие в поковке, поэтому наносят только наметку отверстия с перемычкой-пленкой, удаляемой впоследствии в специальных штампах. Толщина перемычки (S) устанавливается в зависимости от диаметра отверстия $(D), S = 0.1 \times D$, но не должна быть менее 4 мм. Отверстия диаметром менее 30 мм не штампуются.

Ответьте письменно на вопросы:

1. Что называется объемной штамповкой?

_____
_____
_____
_____
_____

2. С какой целью подвергают нагреву исходные заготовки перед штамповкой?

_____
_____
_____
_____
_____

3. В чем различие между облойной и безоблойной штамповкой и в каких случаях они применяются?

_____
_____
_____
_____
_____

4. Для чего служит облойная канавка в открытом штампе?

5. Перечислите преимущества и недостатки штамповки в открытом и закрытом штампе.

6. Какие преимущества и недостатки имеет ГОШ перед свободной ковкой?

7. Какой инструмент называется штампом?

8. Что называется переходом штамповки?

9. Какие Вы знаете ручьи в штампах ГОШ и для выполнения каких переходов они предназначены? Для чего служит выемка для клещей в штампах?

Практическое занятие №5
Разработка по чертежу готовой детали чертежа для получения поковки горячей объемной штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе в открытом штампе

Цель практического занятия – ознакомиться с технологическим процессом горячей объемной штамповки при изготовлении поковки на кривошипном горячештамповочном прессе и с методикой расчетов заготовки и штампа.

Порядок выполнения практического занятия:

1. Эскиз детали в соответствии с заданным вариантом.
2. Выбор оборудования. Усилие пресса (КГШП).
3. Выбор температурного интервала нагрева для штамповки.
4. Эскиз поковки, нанесенный на эскиз детали, с указанием плоскости разъема; расчеты припусков, допусков, штамповочных уклонов и радиусов закругления.
5. Расчеты и эскиз горячей поковки с облоем и наметкой под прошивку.
6. Расчеты и эскиз исходной заготовки после осадки.
7. Эскиз открытого горячего прессового штампа.

Общие сведения

Горячая объемная штамповка — технологический процесс изготовления поковки в специальном инструменте-штампе путем пластической деформации исходной заготовки (проката из стали).

Он состоит из следующих основных операций (рис.1).

1. Резка проката на мерные заготовки на пресс-ножницах.
2. Нагрев заготовки в электрических или пламенных печах для повышения пластичности и уменьшения усилия, необходимого для деформирования.
3. Осадка заготовки (увеличение диаметра за счет уменьшения высоты).
4. Штамповка в открытом штампе. Штампы бывают открытые и закрытые. Открытые имеют по максимальному размеру поковки полость (заусеничную канавку), в которую выдавливается избыток металла, образующий облой; закрытые требуют безокислительного нагрева и точного соответствия объемов заготовки и поковки, в них заусенечная канавка отсутствует. В серийном производстве обычно применяют открытые штампы.
5. Обрезка облоя и прошивка отверстия. Осуществляются на обрезном прессе в горячем или холодном состоянии с помощью обрезного штампа. Обрезной штамп состоит из матрицы и пуансона для обрезки облоя и стойки для прошивки отверстия.

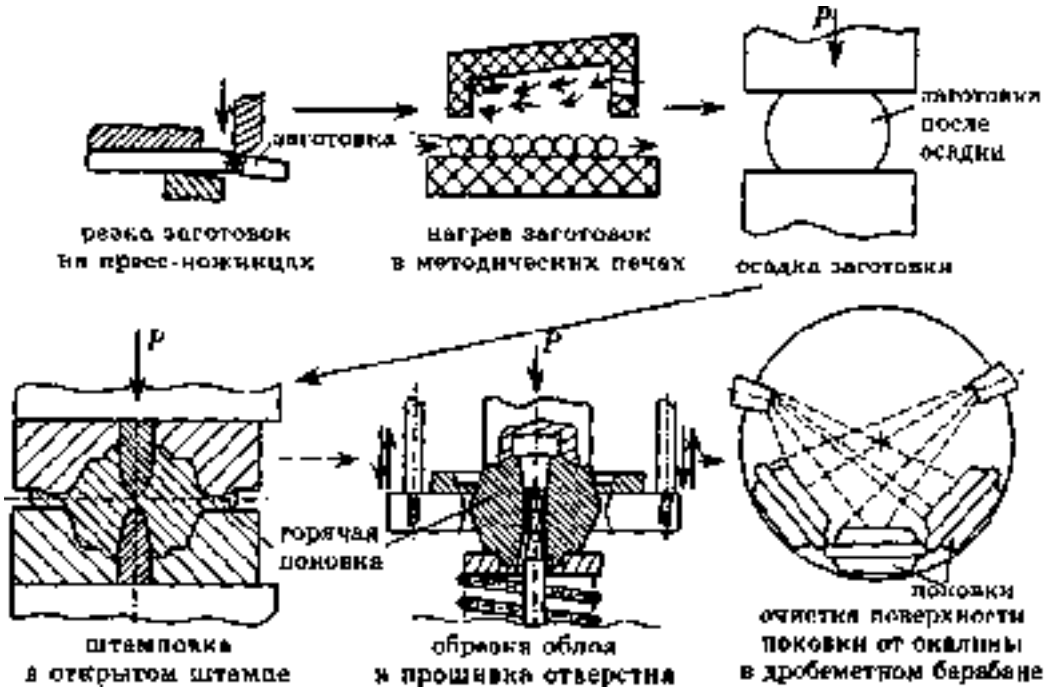


Рис.1. Схема технологического процесса объемной штамповки

Заготовка от операции к операции перемещается с помощью специальных механизмов, автоматов, роботизированных систем. Обрезка облоя и прошивка отверстия, термообработка, очистка от окалины — отделочные операции объемной штамповки.

Процесс формообразования поковки показан на рис.2. Он происходит за счет пластической деформации.

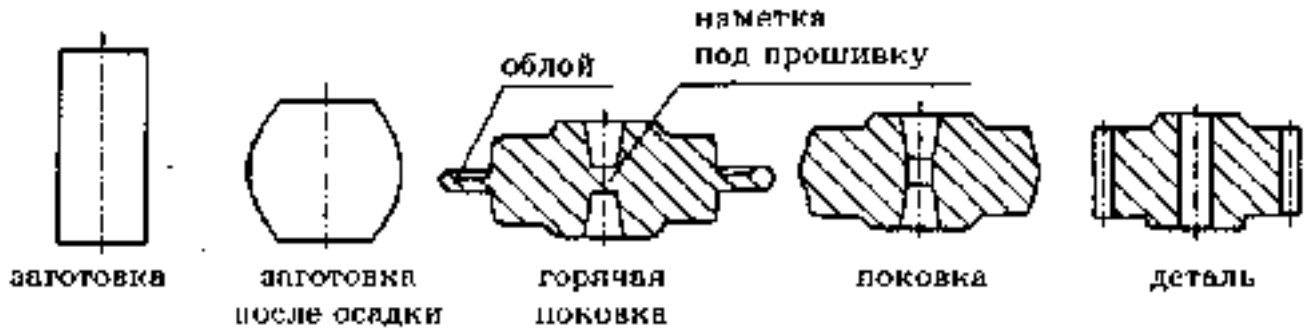


Рис.2. Процесс формообразования поковки

Осадка — операция перед штамповкой для приближения диаметра исходной заготовки к диаметру изделия (увеличения диаметра за счет уменьшения высоты), а также для разрушения и удаления окалины (пленки оксидов железа) с поверхности нагретой заготовки.

Поковка — изделие, получаемое в штампе, по конфигурации и размерам близкое к детали; отличается от нее припусками, уклонами на вертикальные поверхности для свободного извлечения поковки из штампа, а также радиусами за-

кругления для уменьшения внутренних напряжении и избежания возникновения дефектов.

Горячая поковка — поковка при температуре штамповки. Отличается увеличением размеров за счет термического расширения стали. По ее размерам изготавливают ручьи штампа.

Эскиз детали и варианты задания

Технологический процесс изготовления поковки в открытых штампах рассматривается на примере детали типа шестерня (см. рис.3).

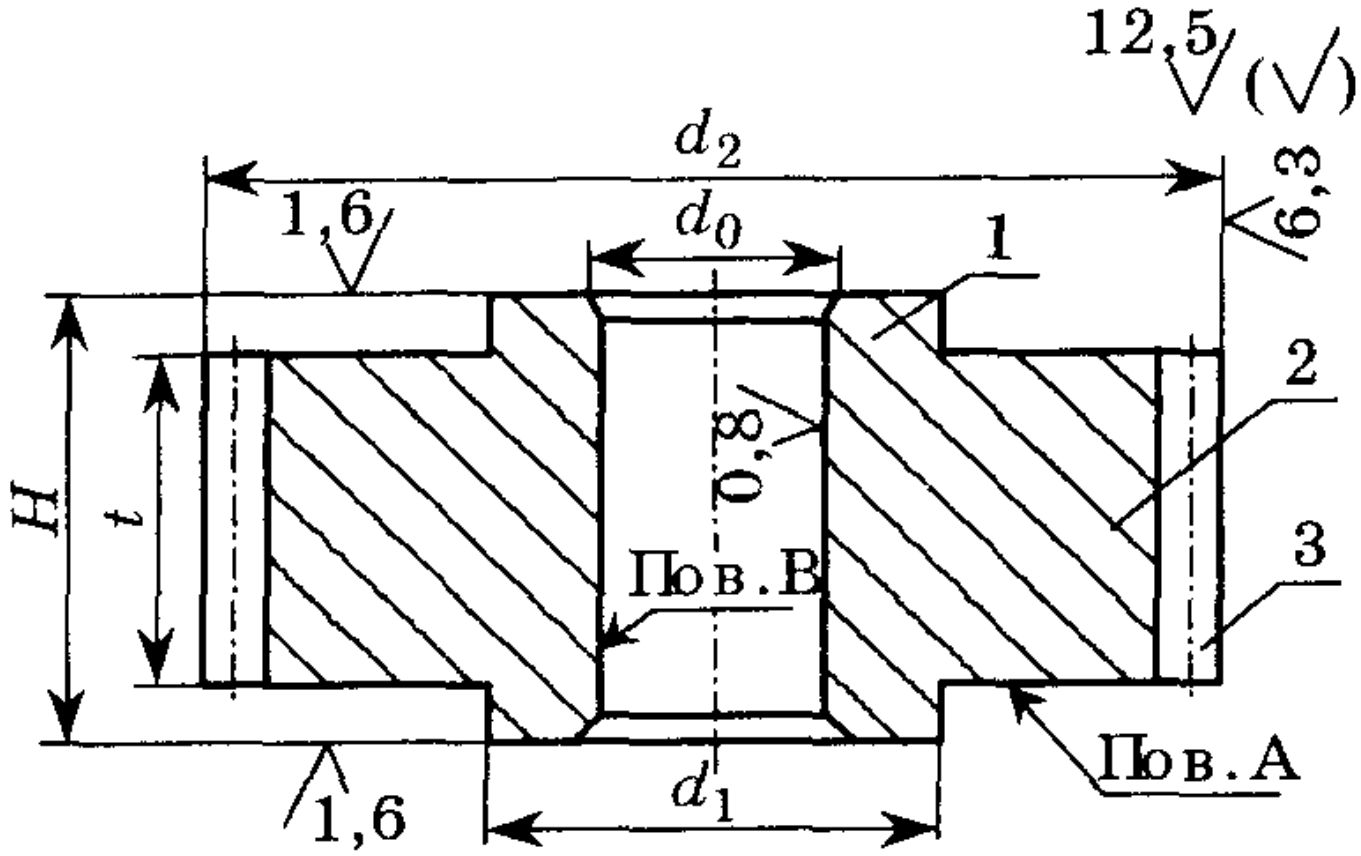


Рис.3. Зубчатое колесо: 1 — ступица; 2 — фланец; 3 — зуб

В соответствии с заданием (табл.1) вычерчивают эскиз детали с указанием числовых величин линейных размеров и шероховатости (обозначается знаком V). Под эскизом указывают объем, массу и материал детали. В выбранном масштабе следует строго соблюдать соотношения между линейными размерами.

Таблица 1

Варианты заданий

Исходные данные	Обозначения	Номер варианты													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Внутренний диаметр ступицы, мм	d_0	20	35	40	65	40	36	42	46	30	35	25	40	20	40
Высота ступицы, мм	H	60	66	70	75	85	80	110	130	70	75	68	70	60	72
Наружный диаметр ступицы, мм	d_1	30	48	50	74	55	-	-	58	40	45	36	-	-	52
Наружный диаметр шестерни, мм	d_2	42	68	60	85	65	90	100	160	60	65	55	60	40	66
Толщина фланца, мм	t	40	42	65	58	60			110	50	55	44	-		60
Объем детали, см^3	$V_д$	50	132	105	223	161	427	788	2057	153	178	132	100	46	160
Масса детали, кг	m	0,4	1,0	0,8	1,7	1,3	3,3	6,2	16,1	1,2	1,4	1,0	0,8	0,4	1,3
Марка стали		45	30ХГС	45ХН	40Х	40ХНМА	18ХГТ	35	45Г	38ХС	40Г2	30ХМА	65	45Х2Н4	12ХН3А
ГОСТ		1050	4543	4543	4543	4543	4543	1050	4543	4543	4543	4543	14959	4543	4543
Группа стали		М2	М1	М2	М2	М2	М3	М1	М2	М2	М2	М1	М3	М2	М3

Выбор оборудования

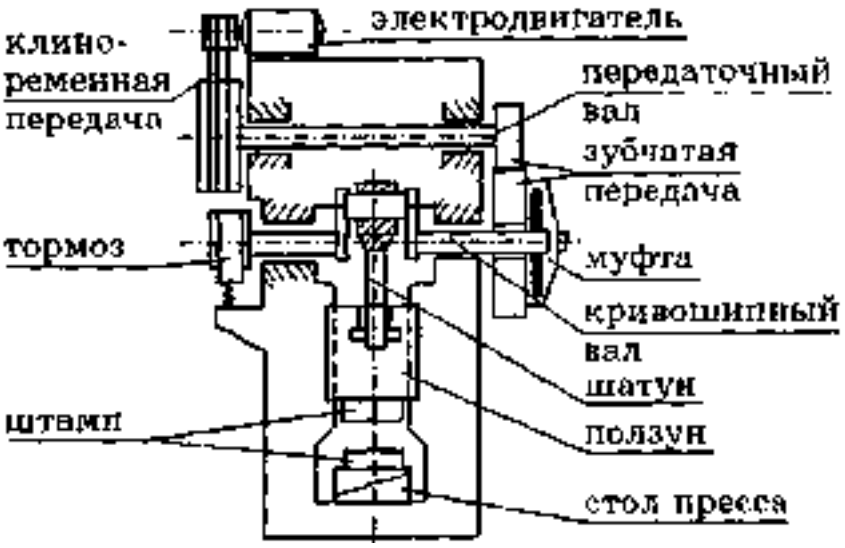


Рис.4. Кинематическая схема КГШП

Штамповку осуществляют на кривошипных горячештамповочных прессах (КГШП), молотах, горизонтально-ковочных машинах (ГКМ). Вид оборудования и соответствующий технологический процесс изготовления поковки выбирают, исходя из конфигурации и массы деталей, годовой программы, технико-экономических показателей, требований к размерам, форме и свойствам (механическим и эксплуатационным) изделия. Поковки круглые в плане в условиях массового и серийного производства штампуют на КГШП, имеющих высокую производительность. Его схема представлена на рис.4.

В соответствии с ГОСТ 7505-89 масса М, круглой в плане поковки определяется из выражения

$$\mathbf{M = 1{,}6 \bullet т,}$$

где т — масса детали, кг.

Разработка чертежа поковки

1. Плоскость разъема штампа (рис.5) определяют из условия свободного удаления из него поковки и возможности получения минимальных уклонов. Для деталей типа шестерни плоскость разъема назначают на 1/2 высоты фланца, а при его отсутствии — на 1/2 высоты детали.
2. При расчете припусков на механическую обработку согласно ГОСТ 7505-89, предварительно определяются группа стали (М); степень сложности (С); класс точности (Т) поковок.

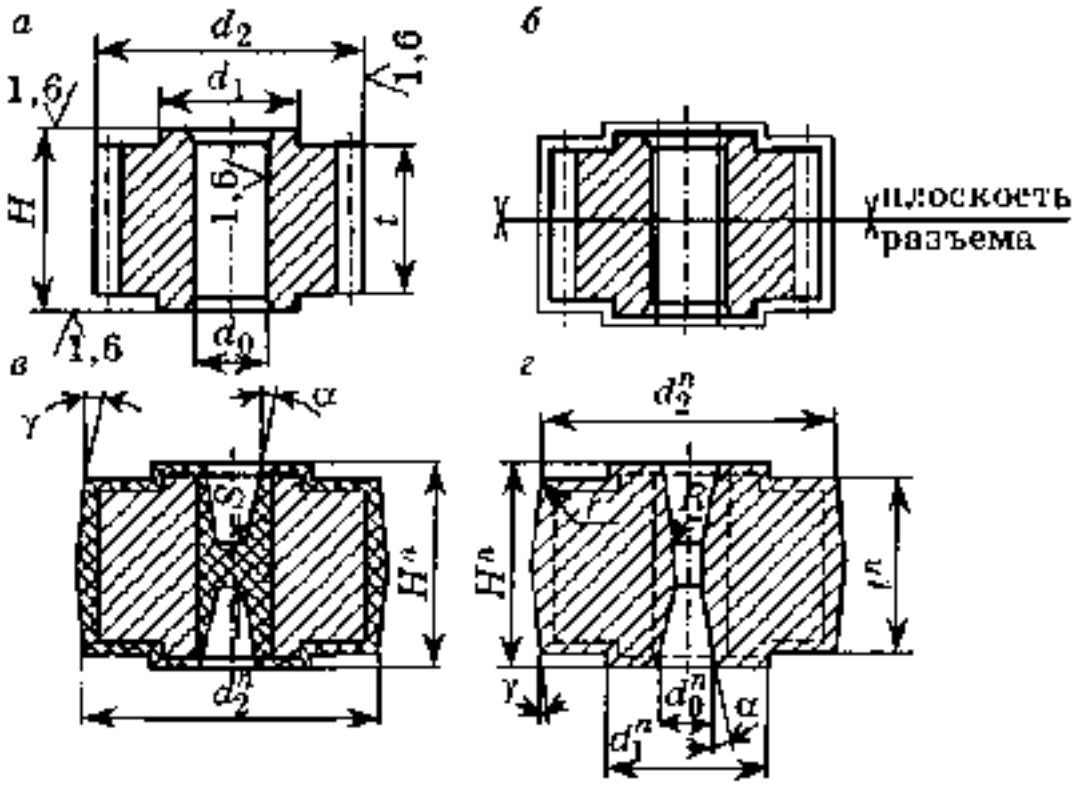


Рис.5. Последовательность разработки чертежа поковки

Группа Ml — это стали с массовой долей углерода до 0,35% включительно, легирующих элементов — до 2,0% включительно; группа М2 — соответственно свыше 0,35 до 0,65% С и легирующих элементов — свыше 2,0 до 5,0%; группа М3 — свыше 0,65% углерода и свыше 5,0% легирующих элементов.

Степень сложности поковки (СI, С2, С3 и С4) определяется отношением ее объема к объему фигуры Уф, в которую вписывается форма поковки:

С = Vп/Vф.

Например, для зубчатого колеса Vп =1.6 • Vд, где Vд — объем детали (по табл.1).

$$V_{\text{ф}} = \frac{\pi d_2^2}{4} H ,$$

Объем, где d2 — наружный диаметр шестерни, мм; Н — высота ступицы, мм

Степень сложности поковки будет: С1, если отношение свыше 0,63; С2 — если оно находится в пределах 0,32- 0,63; С3 — если Vп/Vф в пределах 0,16-0,32; С4 — V/Vф до 0,16 включительно.

При штамповке на КГШП в открытых штампах (облойная штамповка) получают поковки следующей точности:

- Т3 — поковка, круглая в плане типа шестерни; факторы: Ml, М2, СI, С2; нагрев индукционный; предусмотрена осадка исходной заготовки;
- Т4 — поковка, круглая в плане типа шестерня; факторы: Ml, М2, С2, С3; нагрев — в пламенных печах; предусмотрена осадка заготовок для удаления окалины;
- Т5 — поковка сложной формы выдавливанием из труднодеформируемого металла; нагрев — в пламенных печах.

Исходный индекс определяется по табл.3.3. После этого с учетом номинальных линейных размеров детали и шероховатости поверхностей по табл.3.4 определяют основные припуски на механическую обработку (на сторону).

Пример:

Определение припуска на поверхность А (рис.1).

Условные данные: исходный индекс — 13 (табл.2); номинальная толщина фланца детали t = 60 мм; шероховатость поверхности А равна 12.

Этим данным по табл.3 соответствует основной припуск П1 = 1,7 мм.

Так как шероховатость другой поверхности фланца также равна 12,5, то припуск и на эту поверхность составляет П1 = 1,7 мм. Номинальная толщина фланца поковки t П= t+2П1= 60 + 2 • 1,7 = 63,4 мм. Так как номинальные линейные размеры округляются до 0,5 мм, получим tп = 63,5 мм

Таблица 2

Определение исходного индекса

Масса поковки, кг	Группа стали			Степень сложности поковки				Класс точности поковки					Исходный индекс
	М1	М2	М3	С1	С2	С3	С4	Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	
До 0,5 включ.													1
Св. 0,5 до 1,0													2
Св. 1,0 до 1,8													3
Св. 1,8 до 3,2													4
Св. 3,2 до 5,6													5
Св. 5,6 до 10,0													6
Св. 10,0 до 20,0													7
Св. 20,0 до 50,0													8
Св. 50,0 до 125,0													9
Св. 125,0 до 250,0													10
													11
													12
													13
													14
													15
													16
													17
													18
													19
													20
													21
													22
													23

Пример:

масса поковки — 8,5 кг

группа сложности — М2

степень сложности — С1

класс точности поковки — Т4

исходный индекс — 13

Таблица 3

Припуски на механическую обработку, мм

| Тех. индекс | Толщина детали | | |

Практическое занятие №6
Изучение конструктивных элементов токарных резцов

Цель практического занятия – изучение конструктивных элементов токарных резцов.

Порядок выполнения практического занятия:

1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните письменно задания.

1. Резец – это металлорежущий инструмент, предназначенный для выполнения различных видов токарных работ.

Подчеркните тот вид работ, который нельзя выполнить резцом:

а) точение цилиндрических поверхностей;
б) точение канавок;
в) нарезание резьбы;
г) обработка фасонных поверхностей;
д) растачивание отверстия;
е) развертывание отверстия;
ж) обработка фасонной поверхности.

2. Закончите предложения.

Рабочая часть резца служит _____

Державка резца служит_____

3. Прочитайте определения и заполните правый столбик таблицы 1, вписав элементы рабочей части резца согласно определениям.

Таблица 1 – Элементы рабочей части резца

Определение элементов рабочей части резца	**Наименование элемента**
поверхность, по которой сходит стружка	
поверхность, обращенная к обрабатываемой детали	
обращена к обрабатываемой поверхности	
обращена к обработанной поверхности	
образуется пересечением передней поверхности и главной задней	
образуется пересечением передней поверхности и вспомогательной задней	
образуется пересечением главной и вспомогательной режущих кромок	

4. Заполните таблицу 2, вписав названия резцов по каждому технологическому признаку.

Таблица 2 – Классификация резцов

Классификационные признаки					
по технологическому признаку	по форме расположения головки	по характеру обработки	по типу инструментального материала	по виду пластины твердого сплава	по направлению подачи

Практическое занятие №7
Изучение геометрических параметров токарных резцов

Цель практического занятия – изучение геометрических параметров токарных резцов.

Порядок выполнения практического занятия:

1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните письменно задания.

1. Выполните эскиз токарного резца с прямой головкой и обозначьте его элементы и геометрические параметры.

2. Прочитайте определения и выберите правильный ответ.

а) угол между касательной к главной задней поверхности и плоскостью резания;

б) угол между передней поверхностью и плоскостью, перпендикулярной плоскости резания и проходящей через главную режущую кромку;

в) угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением движения подачи;

г) угол между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и направлением, противоположным движению подачи;

д) угол между главной режущей кромкой и основной плоскостью, проведенной через вершину резца.

Впишите в таблицу варианты ответов.

1) вспомогательный угол в плане φ_1;
2) передний угол γ;
3) угол наклона главной режущей кромки λ;
4) главный задний угол α;
5) главный угол в плане φ.

определение	а	б	в	г	д
ответ					

Практическое занятие №8
Изучение принципа работы измерительных приборов (штангенциркуля, угломера)

Цель практического занятия – изучение принципа работы измерительных приборов (штангенциркуля, угломера).

Порядок выполнения практического занятия:

1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните письменно задания.

Общие сведения о штангенинструментах.

Для абсолютных измерений наружных и внутренних линейных размеров, а также для воспроизведения размеров при разметке деталей используются штангенинструменты. К ним относятся штангенциркули, штангенглубиномеры и штангенрейсмасы.

Штангенциркуль ШЦ-1 (рис. 1.1) предназначен для наружных и внутренних измерений и для измерений глубин.

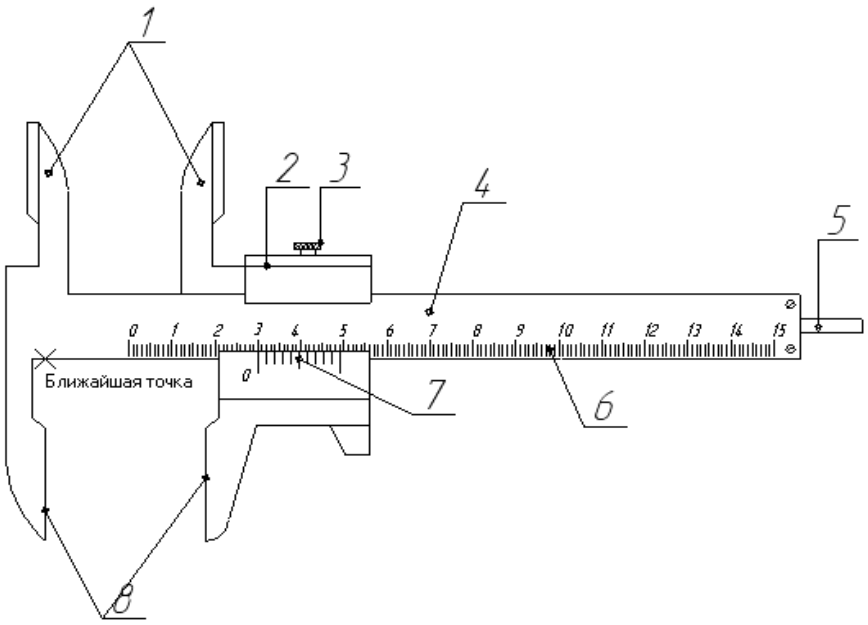


Рис. 1.1. Штангенциркуль ШЦ-1 с пределами измерений 0-125 и величиной отсчёта по нониусу 0.1 мм

1. губки для внутренних измерений;
2. рамка;
3. зажим рамки;
4. штанга;
5. линейка глубиномера;
6. шкала штанги;
7. нониус;
8. губки для наружных измерений.

Характерной особенностью штангенинструментов является наличие линейного нониуса (дополнительной шкалы) для отсчёта целых и дробных величин цены деления штанги.

Целое число миллиметров у штангенинструментов отсчитывается по шкале штанги слева на право нулевым штрихом нониуса.

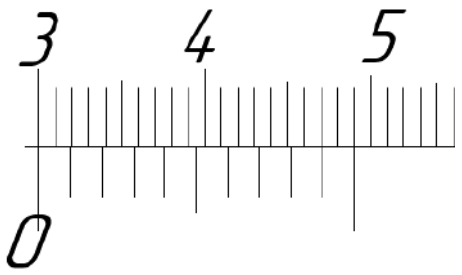


Рис. 1.2. Основная и нониусная шкала при настройке на 0 мм

Нониус длиной 19 мм разделён на 10 частей, одно деление которого составляет 19:10=1,9 мм, что на 0,1 мм меньше целого числа миллиметров. Количество целых миллиметров на основной шкале штангенциркуля 20 мм.

Если бы 0 нониуса совпадал с одним из штрихов линейки, то размер контролируемой детали выразился бы в целых числах, выраженных в миллиметрах, тогда первый после 0 штрих нониуса отставал бы от ближайшего штриха на 0,1 мм, второй на 0,2 мм, третий на 0,3 мм и т.д. В случае несовпадения нулевого штриха нониуса, десятые доли миллиметра смотрим по совпадающему штриху нониуса (3-й штрих указывает на то, что контролируемый размер равен 50,3 мм).

Дробная величина определяется умножением величины отсчёта (0,1 мм) на порядковый номер штриха нониуса (не считая нулевого), совпадающего соштрихом штанги.

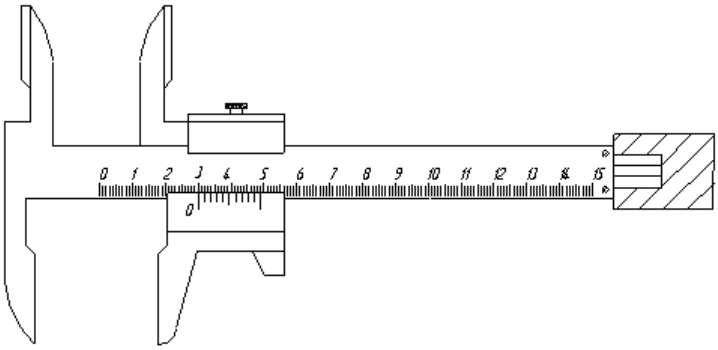


Рис. 1.3. Положение линейки глубиномера относительно проверяемой детали

ГОСТ 166-80 предусматривает изготовление трёх типов штангенциркулей:
ШЦ-1 - с ценой деления 0,1 мм;
ШЦ-2 - с ценой деления 0,05 мм;
ШЦ-3 - с ценой деления 0,05 и 0,1 мм.
В промышленности используются ещё ранее выполненные штангенциркули ШЦ-2 и ШЦ-3 с ценой деления 0,02 мм.

Рис. 1.4. Электронный штангенциркуль

Основной характеристикой при расчёте нониуса является величина отсчёта или точность нониуса. Нониус рассчитывают следующим образом. Сначала определяют число делений нониуса

$n=a/i$,

где a-длина деления основной шкалы;
i - точность отсчёта по нониусу.
Тогда длина деления шкалы нониуса

$b = Y \cdot a - i$,

где Y-модуль, т.е. натуральное число (1,2,3…), служащее для увеличения интервала деления нониусной шкалы. Подставляя значение i из первого выражения во второе, получим

$b = \frac{Y \cdot n - 1}{n} \cdot n$ или $b \cdot n = (Y \cdot n - 1) \cdot a$,

Где $b \cdot n$ - есть длина нониуса (l)

$l = b \cdot n = (Y \cdot n - 1) \cdot a$.

Например, если i=0,001мм, a=1мм; Y=2, n=10.

$$b = \frac{2 \cdot 10 - 1}{10} \cdot 1 = 1{,}9 \text{ мм}$$

$$l = b \cdot n = 1{,}9 \cdot 10 = 19 \text{ мм}$$

Общие сведения об универсальном угломере

Универсальными такие устройства называются не по причине их многофункциональности, а в силу распространенности задач, которые они могут выполнять. Чем проще прибор, тем более широк спектр его действий. Чаще всего это схожие с уклономерами устройства, способные вычислять углы от 0 до 180 градусов. Расчет ведется между конструкциями и отдельными деталями на строительных объектах, в бытовом хозяйстве или в условиях производственной площадки. Как правило, универсальный механический угломер формируется двумя линейками, которые на одной оси закрепляются между собой. Впрочем, бывают разные конструкционные варианты в зависимости как раз от функций конкретного прибора. Что кардинальным образом отличает механические модели от электронных, так это способ замера и представление данных. В данном случае измерения производит сам оператор, оценивая позицию шкалы – линейчато-круговой или обычной линейчатой. Цифровые модели также могут производить автоматические расчеты и калибровку, которая в случае с механическими аналогами вовсе не требуется.

Действие таких приборов довольно простое. Одна из линеек накладывается на рабочую поверхность, а другая поворачивается на нужный градус. В этой позиции должна быть произведена надежная фиксация линеек, что выполняется с помощью специальных крепежей в точке сопряжения. На этом этапе пользователь может снимать показания, используя вспомогательные приспособления. Кстати, в комплектах с такими устройствами нередко предлагаются металлические стержни для циркуля, упрощающие процесс замера. Таким образом, угломер механический помогает определять корректность расположения строительных конструкций, мебели, декоративных аксессуаров и т. д.

Последовательность выполнения работы

1. Получить индивидуальное задание для выполнения работы.
2. Выполнить эскиз детали, проставив номинальные размеры на поверхности, указанные по заданию.
3. Ознакомиться с инструментами, изучить принципы работы с ними.
4. Измерить деталь согласно заданию.
5. Оформить отчёт, предъявив на контроль два размера детали на инструменте.

Контрольные вопросы

1. Назначение штангенинструментов и принцип их действия при измерении.
2. Назначение угломеров и принцип их действия при измерении.
3. Принцип и порядок отсчёта по шкалам.
4. Порядок подготовки инструмента к работе.
5. Понятие о действительном размере.

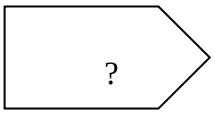
Практическое занятие №9
Рассчитать скорость резания, частоту вращения шпинделя, глубину резания, машинное время при точении

Цель практического занятия – изучение скорости резания, частоты вращения шпинделя, глубины резания, машинное время при точении.

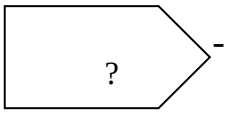
Порядок выполнения практического занятия:

1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните письменно задания.

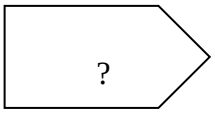
1. Определите элемент режима резания по определению и впишите значок:



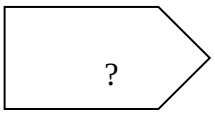
- слой металла, снимаемый режущим инструментом за один проход. Определяется как разность диаметров до обработки и после, разделенная пополам;



- путь точки режущего лезвия инструмента относительно заготовки за единицу времени;



- путь точки режущего лезвия инструмента относительно заготовки за единицу времени в направлении главного движения;



- количество оборотов, совершаемое заготовкой или инструментом за единицу времени.

2. Вставьте пропущенные слова в определении:

Основное (машинное) время – это время, в течение которого происходит процесс снятия …….. без непосредственного участия …….. ($T_м$).

3. Вставьте пропущенные буквы в формулу (1) и дайте им толкование.

$$T_м = \frac{?}{?} \qquad (1)$$

_____

_____

4. Определите глубину резания, если диаметр детали до обработки 106 мм., после обработки 102 мм.

_____

5. Определите скорость резания, если диаметр детали 66 мм., частота вращения шпинделя 540 об/мин.

_____

6. Определите основное время обработки, если путь инструмента составляет 103 мм., подача на оборот 0,2 мм/об., частота вращения шпинделя 630 об/мин.

_____

7. Определите частоту вращения шпинделя, если скорость резания 122 м/мин., диаметр обрабатываемой заготовки 45 мм.

_____

8. Составьте задачу на определение глубины резания.

_____

_____

_____

9. Составьте задачу на определение скорости резания.

_____

_____

_____

10. Составьте задачу на определение частоты вращения шпинделя.

_____

_____

_____

11. Составьте задачу на определение основного времени обработки.

_____

_____

_____

12. Впишите в правый столбик таблицы 1 виды подач, согласно приведенным определениям и их обозначения.

Таблица 1 – Виды подач

Определение подачи	вид подачи	обоз-е подачи
перемещение режущего инструмента в минуту, мм/мин.		
перемещение режущего инструмента за один оборот заготовки, мм/об.		
перемещение режущего инструмента за время поворота на угол, равный угловому шагу зубьев, мм./зуб.		
перемещение режущего инструмента за один двойной ход, мм./дв. ход.		

Практическое занятие №10
Определение рациональных режимов резания при протягивании

Цель практического занятия – изучение рациональных режимов резания при протягивании.

Порядок выполнения практического занятия:

1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните письменно задания.

Методика расчета режимов резания при протягивании

При протягивании следует, исходя из геометрических параметров протяжки, рассчитать периметр резания $\sum B$ - наибольшую суммарную длину лезвий всех одновременно режущих зубьев.

$$\sum B = B \cdot z_l$$

B - периметр резания, равный длине обрабатываемого контура заготовки.
Z_l – наибольшее число одновременно режущих зубьев.

$$z_l = l / t$$

l – длина обрабатываемой поверхности.

t – шаг режущих зубьев.

Подача на зуб Sz также заложена в конструкции протяжки и равна размерному перепаду между соседними режущими зубьями.

После расчета периметра резания рассчитывается скорость резания:

$$v = 61200 \frac{N}{P \cdot \sum B} \cdot \eta$$

N – мощность протяжного станка, кВт.
η - КПД протяжного станка.
P – сила резания на 1 мм длины лезвия (см таблицу 1)

Таблица 1

Sz, мм	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16
Сталь	85	125	161	187	232	280	325	375	425	472
Чугун	75	89	115	134	166	200	236	268	303	336

Контрольные вопросы:

1. Назовите существующие виды протягивания и охарактеризуйте их.
2. Какие преимущества имеет протягивание по сравнению с другими способами механической обработки?
3. Чем протягивание отличается от прошивания?
4. Назовите основные части и геометрические параметры круглой (шпоночной) протяжки.

_____

_____

Практическое занятие №11
Изучение конструктивных элементов спирального сверла

Цель практического занятия – изучение конструктивных элементов спирального сверла.

Порядок выполнения практического занятия:

1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните письменно задания.

1. Заполните схему элементов спирального сверла на рисунке 1.

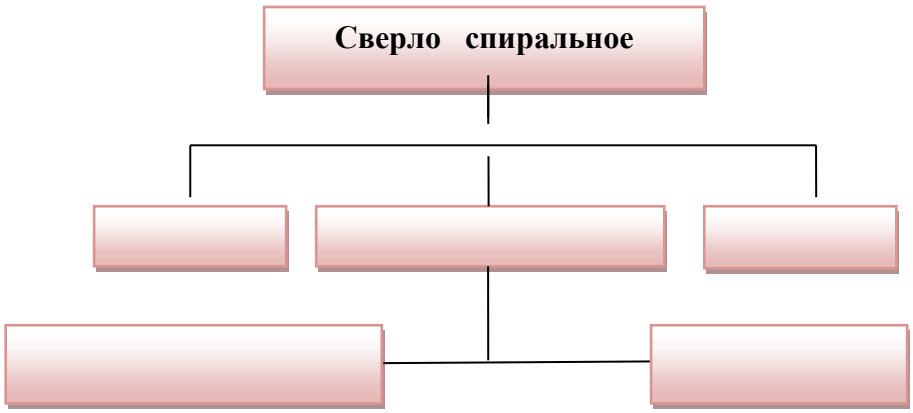


Рисунок 1 - Схема элементов спирального сверла

2. Заполните правый столбик таблицы 1, вписав названия элементов спирального сверла.

Таблица 1 – Элементы спирального сверла

Характеристика	**Элементы сверла**
выполняет основную работу резания, имеет два зубу, две главные режущие кромки, две вспомогательные кромки, перемычку	
имеет две винтовые канавки (для отвода стружки), две ленточки (для центрирования сверла и его переточки)	
служит для закрепления сверла в рабочем приспособлении, может быть цилиндрическим или коническим	

Практическое занятие №12
Изучение геометрических параметров спирального сверла

Цель практического занятия – изучение геометрических параметров спирального сверла.

Порядок выполнения практического занятия:

1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните письменно задания.

1. Выполните эскиз спирального сверла с коническим хвостовиком и укажите конструктивные элементы сверла и его геометрические параметры.

2. Прочитайте характеристики и выберите правильный ответ:

а) выполняются с большим углом наклона винтовых канавок (до 60^{o}), что позволяет сверлить отверстия с отношением длины к диаметру до 30 за один проход без периодического вывода сверла. Обрабатываются стали, чугун, легкие сплавы;
б) могут быть общего назначения и точного исполнения. Режущая часть изготавливается из инструментальных сталей Р18, Р12, Р6М5 и из твердых сплавов. Хвостовик из стали 45;
в) применяются для сверления глубоких отверстий, отверстий с большими диаметрами. При работе этими сверлами в стружку превращается только кольцевая выборка, а сердцевина металла остается нетронутой;
г) предназначено для получения точных отверстий с прямолинейной осью;
д) проще и дешевле в изготовлении, жесткость их выше. Предназначены для обработки сравнительно коротких отверстий. Рабочая часть сверла выполняется в виде тонкой пластины с двумя режущими кромками. Обрабатывают отверстия малого диаметра (0.2 – 1 мм.) и большого (свыше 80 мм.), а также при ремонте.

е) позволяют получать центровочные отверстия.
ж) предназначено для высокоскоростного сверления отверстий.
з) предназначены для сверления глубоких отверстий при высоких требованиях к точности.

Варианты ответа впишите в таблицу:

1) спиральные; 2) пушечные; 3) перовые; 4) шнековые;

5) кольцевые; 6) ружейные; 7) центровочные; 8) эжекторные.

вопрос	а	б	в	г	д	е	ж	з
ответ								

Практическое занятие №13
Определить режимы резания при сверлении, зенкеровании и развертывании

Цель практического занятия – изучение режимов резания при сверлении, зенкеровании и развертывании.

Порядок выполнения практического занятия:
1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните письменно задания.

1. Вставьте пропущенные буквы в формулу определения глубины резания при сверлении (1) и дайте им толкование.

$$t = \frac{?}{?} \qquad (1)$$

_____

_____

2. Определите глубину резания при сверлении отверстия Ø 25 мм.

_____

3. Определите глубину резания при рассверливании отверстия Ø54 мм. до Ø56 мм.

_____

4. Определите частоту вращения зенкера, если диаметр обрабатываемого отверстия 92 мм, скорость резания 127 м / мин.

_____

5. Определите скорость резания при развертывании, если диаметр обрабатываемого отверстия 65 мм., частота вращения шпинделя 250 об/ мин.

_____

6. Определите мощность на шпинделе станка, если мощность двигателя составляет 4,5 кВт, кпд станка 75%.

_____

7. Определить путь инструмента при сверлении отверстия Ø44 мм. на глубину 65 мм.

_____

8. Определить основное время при развертывании, если глубина обработки составляет 87 мм, величина врезания – 2,5 мм., подача оборотная 0,6 мм/об, частота вращения шпинделя 90 об/мин.

_____

_____

9. Составьте задачу на определение глубины резания при обработке отверстия развертыванием.

_____

_____

_____

10. Составьте задачу на определение скорости резания при обработке отверстия зенкерованием.

_____

_____

_____

11. Составьте задачу на определение частоты вращения шпинделя при обработке отверстия сверлением.

_____

_____

_____

Практическое занятие №14
Рассчитать режимы резания при резьбонарезании

Цель практического занятия – изучение режимов резания при резьбонарезании.

Порядок выполнения практического занятия:
1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните письменно задания.

Скорость резания при нарезании резьбы метчиком:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V$$ ***(м/мин);***

где $K_V = K_{mp} \cdot K_{ИГ} \cdot K_{ТГ}$,

$K_{mp}, K_{ИГ}$ -коэффициенты, учитывающие обрабатываемый и инструментальный материал;

$K_{ТГ}$ -коэффициент, учитывающий точность нарезаемой резьбы;

Крутящий момент при нарезании резьбы метчиком:

$$M_{КР} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_P$$ ***(Нм);***

Мощность при нарезании резьбы метчиком: $$N = \frac{M_{КР} \cdot n}{9750}$$ ***(кВт),***

где ***n***-частота вращения равная: $$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$ ***(об/мин);***

Фрезерование.

Скорость резания: $$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_Z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V$$ ***(м/мин),***

где ***B***- ширина фрезерования и $K_V = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$;

Сила резания: $$P_Z = \frac{10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S_Z^y \cdot B^n \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}$$ ***(Н);***

Крутящий момент: $$M_{КР} = \frac{P_Z \cdot D}{2 \cdot 100}$$ ***(Нм);***

Мощность резания: $$N_P = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$ **(кВт);**

Расчет штучного времени.

Основное время рассчитывается по формуле: $$t_o = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i$$ ***(мин),***

где ***L***- длина обработки, мм

n- число оборотов, об/мин

S- подача, мм/об
i- число проходов.
Вспомогательное время: $t_{всп} = t_{уст} + t_{перех} + t_{зам}$ ***(мин),***
$t_{уст}$ - время на установку и снятие детали;
$t_{перех}$ - время на переход управления станком;
$t_{зам}$ - время на замер.
Оперативное время: $t_{оп} = t_{о} + t_{всп}$ ***(мин).***
Штучное время: $T_{шт} = t_{о} + t_{всп} + t_{обсл} + t_{отд}$ ***(мин),***
$t_{обсл}, t_{отд}$ -время на обслуживание и отдых, ***(мин)***.

$$t_{обсл} + t_{отд} = \frac{a_{обсл} + a_{отд}}{100} \cdot t_{оп}$$ ***(мин),***

где $a_{обсл}, a_{отд}$ -коэффициенты в % к $t_{оп}$.
Расчет параметров резания по технологическим операциям.

Задание
На токарно-винторезном станке 16К20 производится нарезание резцом на проход наружной метрической треугольной резьбы (табл.1).
Необходимо:
- назначить режим резания по таблицам справочника;
- определить основное время.

3. Порядок расчета.
3.1. Расчет элементов режима резания для нарезания резьбы резцом.
3.1.1. Назначение глубины резания.
Глубина резания определяется высотой витка- *h*, числом черновых и чистовых рабочих ходов- i.
При высоте витка *h* глубина резания – t (мм), срезаемая при черновых ходах, равна ходах $\frac{3}{4i}h$,а при чистовых ходах $\frac{1}{4}ih$. Если при нарезании резьбы рекомендуется 6 черновых ходов и 3 чистовых рабочих хода, то глубина резания каждого чернового хода будет - $\frac{3}{4 \cdot 6}h$, а чистового – $\frac{1}{4.3}h$.
Высоту витка - h определяем по таблице 3. Число рабочих ходов уточняем по таблице 4.
3.1.2. Назначение подачи.
Подача равняется шагу резьбы, S_p – шаг нарезаемой резьбы выбираем по таблице 1.
а для многозаходных резьб – ходу за один оборот шпинделя.
3.1.3. Определение скорости резания.
Скорость резания при нарезании резьбы на стальных заготовках быстрорежущими резцами – 2030 м/мин, твёрдосплавными резцами – 100150 м/мин. При обработке чугуна быстрорежущими резцами – 1015 м/мин, твёрдосплавными резцами – 4060 м/мин.
При нарезании внутренних резьб из-за затруднённых условий обработки скорость резания снижается на 2030 %.

Скорость резания при нарезании наружной резьбы на деталях из конструкционной стали резцами, оснащенными пластинками из твердого сплава Т15К6 (работа без охлаждения) находим по таблице 4. *Частота вращения шпинделя n,* мин$^{-1}$, станка, соответствующая найденной скорости резания определяется по формуле: $n = \frac{1000\upsilon}{\pi D}$ *об/мин.*

3.1.4. Уточнение режимов резания.

Корректируем частоту вращения по данным станка (табл.2) и устанавливаем фактическую частоту вращения шпинделя: $n_{факт.} =$ *об/мин*

Действительная скорость резания $_{д} = \frac{\pi D n_{факт.}}{1000}$, *м/мин.*

3.1.5. Определяем мощность, затрачиваемую на резание: $_{рез.} = \frac{P_z \cdot \upsilon}{60 \cdot 102}$, кВт.

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. У станка16К20 $N_{дв.}$ = 10кВт. КПД = 0,75; $N_{шп.} = N_{дв} \cdot$, кВт

3.1.6. Определяем время на нарезании резьбы: $T_{осн.} = \frac{l+l1}{n_{ф} \cdot S_p}$ мин.

Врезание и перебег резца $-l_1$ (мм) устанавливаем по приложению $l_1 = (58) \cdot S_p$;

l – длина резьбы находим по таблице 1.;

$S_p -$ шаг нарезаемой резьбы выбираем по таблице 1.

Практическое занятие №15
Определение рациональных режимов резания при шлифовании

Цель практического занятия – изучение рациональных режимов резания при шлифовании.

Порядок выполнения практического занятия:

1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните письменно задания.

Перед назначением режима резания выбирается характеристика шлифовального круга. Затем устанавливается припуск на обработку, означается режим резания и рассчитывается основное время, затрачиваемое на обработку

Выбор шлифовального круга

Характеристика шлифовального круга выбирается по нормативным данным исходя из условий обработки, требуемого качества обработанной поверхности, материала заготовки и других факторов.

Припуски на обработку

Припуск на обработку представляет собой поверхностный слой заготовки, который необходим для компенсации погрешностей, возникающих при ее изготовлении, с целью обеспечения заданного качества обработанной поверхности. В процессе шлифования припуск срезается с поверхности детали.

Обычно назначают минимальный припуск в зависимости от геометрических размеров заготовки, ее материала, и состояния поверхности, способа получения

заготовки и т.д. Припуски на обработку при круглом и плоском шлифовании приведены в табл. 1 и 2.

Припуски на обработку при круглом шлифовании

Таблица 1

Диаметр шлифуемой поверхности $d_з$, мм	Материал детали	Длина шлифуемой поверхности $L_{шл}$., мм			
		До 100	100-250	250-400	400-630
		Припуск на диаметр 2 z, мм			
10-30	Н	0,3	0,4	0,4	0,5
	З	0.4	0.4	0.5	0.5
30-50	Н	0,4	0,4	0,4	0,5
	З	0.4	0,5	0,5	0,6
50-80	Н	0.4	0.4	0,5	0,5
	З	0,4	0,5	0,5	0,6

Примечание: Н - сталь незакаленная, З - сталь закаленная

Припуски на обработку при плоском шлифовании

Таблица 2

Длина шлифуемой поверхности $L_{шл}$, мм	Материал детали	Ширина шлифуемой поверхности $в_{шл}$.мм до				
		10	50	100	260	400
		Припуск Z , мм				
ДО 100	Н	0.10	0,15	0,20	0,25	0,30
	З	0,13	0,80	0,25	0,30	0,35
100-500	И	0.15	0,80	0,25	0,30	0,35
	З	0,20	0,25	0.30	0,35	0,45
500-1000	Н	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
	З	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50

Примечание: Н - сталь незакаленная; З - сталь закаленная

Контрольные вопросы

1. Дайте определение метода обработки шлифованием.
2. Расскажите об элементах режима резания при шлифовании и основных технологических схемах обработки шлифованием.
3. Назовите и покажите основные узлы кругло- и плоскошлифовального станков.
4. Какие абразивные материалы применяются для изготовления шлифовальных кругов?

5. Назовите связки, применяемые при изготовлении шлифовальных кругов.
6. Назовите основные типы шлифовальных кругов.
7. Дайте определение твердости, зернистости, структуры шлифовального круга.
8. Как рассчитываются режимы резания при шлифовании?

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Практическое занятие №16
Изучение геометрических параметров фрез

Цель практического занятия №15 – изучение конструктивных элементов фрез.

Цель практического занятия №16 – изучение геометрические параметров фрез.

Порядок выполнения практического занятия:

1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните письменно задания.

Общие сведения

Движения и поверхности при фрезеровании. Фрезы - это многозубые лезвийные инструменты, применяемые для обработки плоских и фасонных поверхностей.

Снятие стружки при фрезеровании, также как и при точении, осуществляется в результате сочетания двух движений; главного и вспомогательного. Главное движение (движение резания,) осуществляется вращением фрезы, вспомогательное – подачей, т.е. поступательным перемещением обрабатываемого изделия (рис.1). Если подача в точке А направлена навстречу главному движению (рис. 1), то фрезерование называется встречным, если, наоборот, подача происходит в том же направлении, что и главное движение, то фрезерование именуется попутным.

Поверхности обрабатываемого изделия, так же как при точении, подразделяются на обрабатываемую 3, обработанную 2 и поверхность резания 1 (рис.1).

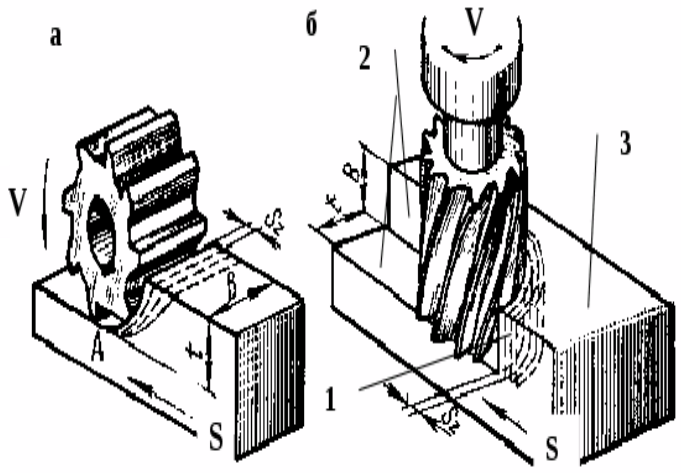


Рис. 1. Виды фрезерования: а – цилиндрическое; б – торцовое; 1 – поверхность резания; 2 – обработанная поверхность; 3 – обрабатываемая поверхность

Элементы режима резания. При указанных двух движениях зубья фрезы (режущие лезвия) последовательно один за другим срезают тонкие слои металла. Это происходит следующим образом: при повороте фрезы на **1/z** оборота (**z –** число зубьев фрезы) изделие перемещается на величину **Sz**, называемую подачей на зуб (рис. 6). Следующий зуб фрезы, вступая в работу в точке А (а при дальнейшем своем движении в пределах дуги АК), также срезает тонкий слой металла в виде запятой. Чем больше подача на один зуб фрезы **Sz**, тем больше толщина срезаемого слоя.

За полный оборот фрезы изделие перемещается на величину **S**o = Sz · z , называемую подачей на один оборот фрезы. Каждый последующий зуб фрезы срезает такой же слой металла, как и предыдущий. За одну минуту срезается слой металла толщиной, равный минутной подаче: SM = Sz · z · n где n – частота вращения фрезы. Скорость главного движения является скоростью резания и подсчитывается по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/мин}$$

где D - диаметр фрезы.

Площадь поперечного сечения срезаемого слоя f вычисляется по формуле

f = a · b, мм2

где a – толщина, а b – ширина срезаемого слоя.

Ширина срезаемого слоя b при фрезеровании равна длине соприкосновения зуба с поверхностью резания. Например, для прямозубой цилиндрической фрезы ширина срезаемого слоя равна ширине фрезеруемой поверхности B (рис.6). Толщина срезаемого слоя измеряется в направлении радиуса фрезы и в каждой точке

имеет переменную величину. Наибольшая толщина срезаемого слоя будет иметь место при глубине резания t, равной величине припуска h и может быть определена из выражения $a_{max} = 2 \cdot S_z \sqrt{\frac{t}{D} - \frac{t^2}{D^2}}$, мм

Поскольку толщина среза – величина переменная, то и площадь f поперечного сечения срезаемого слоя также является переменной величиной. В отличие от точения при фрезеровании под глубиной резания понимается величина снимаемого слоя металла за один проход, измеримая перпендикулярно направлению подачи и оси вращения фрезы.

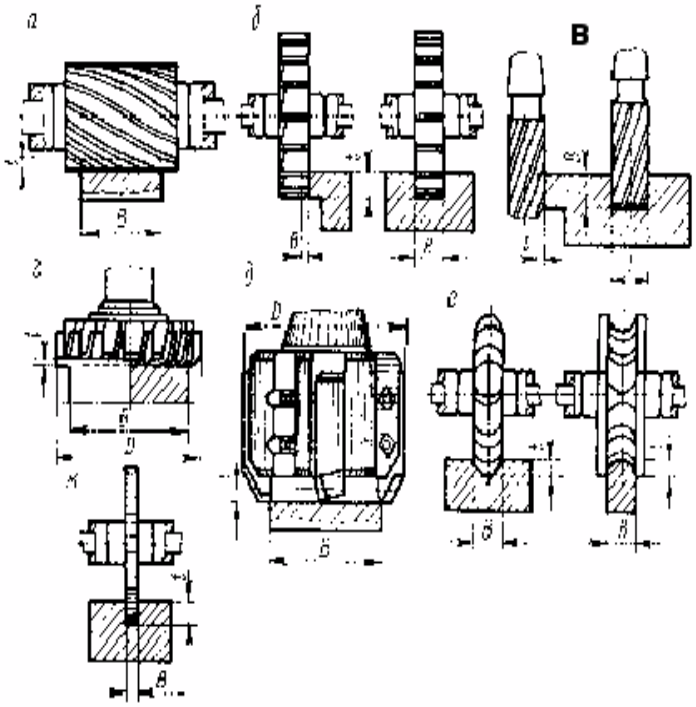


Рис. 2. Типы фрез и их геометрические параметры

Типы фрез и их геометрические параметры. В машиностроении наибольшее распространение получили следующие типы фрез (рис.2):

- цилиндрическая (а);
- дисковая и пазовая(б);
- концевые (в);
- торцовая (г, д);
- фасонная (е);
- прорезная (ж).

Если у дисковой фрезы имеются зубья на цилиндрической поверхности и на одной (или обеих) торцевой поверхности, то такие фрезы называются дисковыми двух- и трехсторонними. Прорезные или шлицевые и отрезные фрезы имеют зубья только на цилиндрической поверхности. В отличие от других фрез они

имеют большое количество зубьев. Фасонные фрезы имеют весьма разнообразную форму с выпуклым или вогнутым профилем.

Фрезы бывают с прямыми, наклонными и винтовыми зубьями. Форма главной задней поверхности зуба может быть остроконечной и затылованной (последняя присуща фасонным фрезам). По способу крепления на станке различают фрезы цельные и насадные.

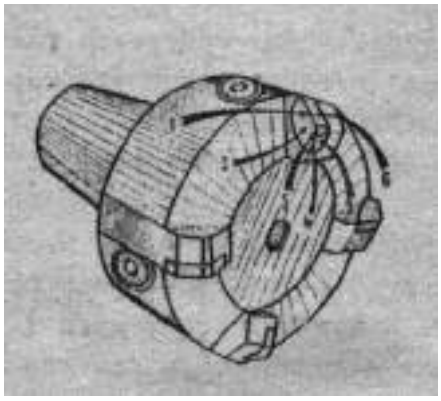


Рис. 3. Торцовая фреза: 1 - главная режущая кромка; 2 -передняя поверхность; 3 – переходная кромка; 4 - вспомогательная режущая кромка; 5 - вспомогательная задняя поверхность; 6 - главная задняя поверхность.

Несмотря на большое разнообразие конструктивных форм, режущая часть любой фрезы имеет все элементы, присущие резцу (рис.3):

Правда некоторые элементы режущей части фрез конструктивно оформлены по другому (например, переходная режущая кромка торцевой фрезы выполнена не по радиусу, а в виде прямолинейной фаски), однако изгоняется только внешняя форма, а их роль в процессе резания остается без изменений.

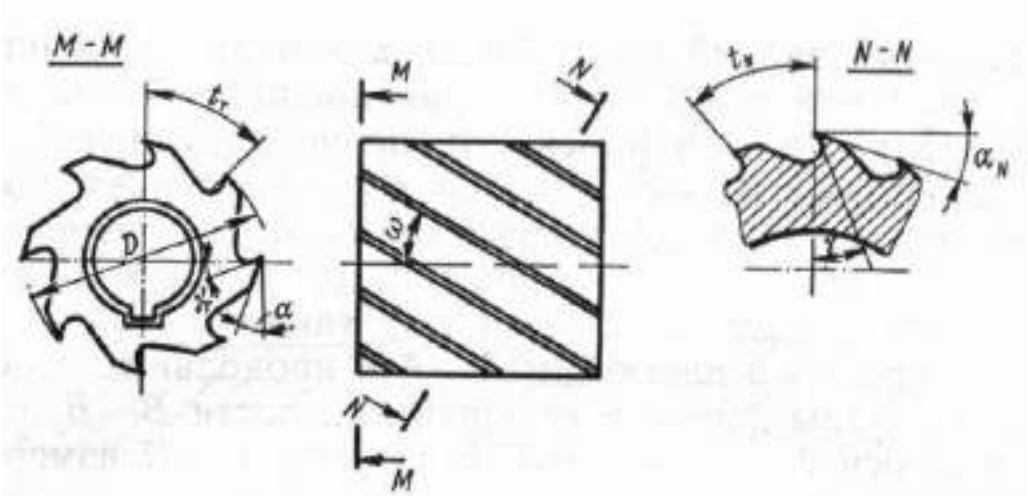


Рис. 4. Геометрические параметры режущей части цилиндрической фрезы

Все понятия базовых плоскостей и углов, установленные для резца, справедливы для зуба фрезы (рис.4). Наибольшее распространение получили цилин-

дрические фрезы. С целью упрочнения зуба и обеспечения достаточного объема для размещения стружки у цилиндрических фрез главная задняя поверхность выполнена в виде узкой полоски (спинка зуба), связанной с передней поверхностью соседнего зуба. Особенностями геометрии фрез являются дополнительные параметры: z – число зубьев или число главных режущих кромок; tокр = π·D/z – окружной шаг (если зубья фрезы расположены равномерно); ψ = 3600/z – центральный угол (угол контакта), соответствующий дуге окружного шага; h – высота зуба. Для фрез с наклонным и винтовым зубом добавляется еще угол ω наклона зуба, соответствующий углу λ наклона главной режущей кромки резца, осевой to и нормальный tN шаги:

$$t_o = \frac{\pi \cdot D}{z \cdot tg\omega}; \quad t_N = \frac{\pi \cdot D \cdot \cos\omega}{z}$$

Основная плоскость является осевой, так как она проходит через ось фрезы. Для упрощения процесса измерения главные углы зубьев цилиндрической фрезы измеряются в плоскости, перпендикулярной оси фрезы. Переход от углов в торцевой плоскости к углам, расположенным в плоскости N – N нормальной к главной режущей кромке зуба фрезы (рис.4), осуществляется с помощью формул

$$tg\gamma N = tg\gamma \cdot \cos\omega; \quad tg\alpha N = \frac{tg\alpha}{\cos\omega}$$

Главной угол в плане φ у цилиндрических является величиной постоянной и равной 900, так как направление подачи всегда перпендикулярно оси фрезы, а проекция главной режущей кромки на основную (осевую) плоскость параллельна оси фрезы. Вспомогательный угол в плане φ1 имеется только у торцовых фрез.

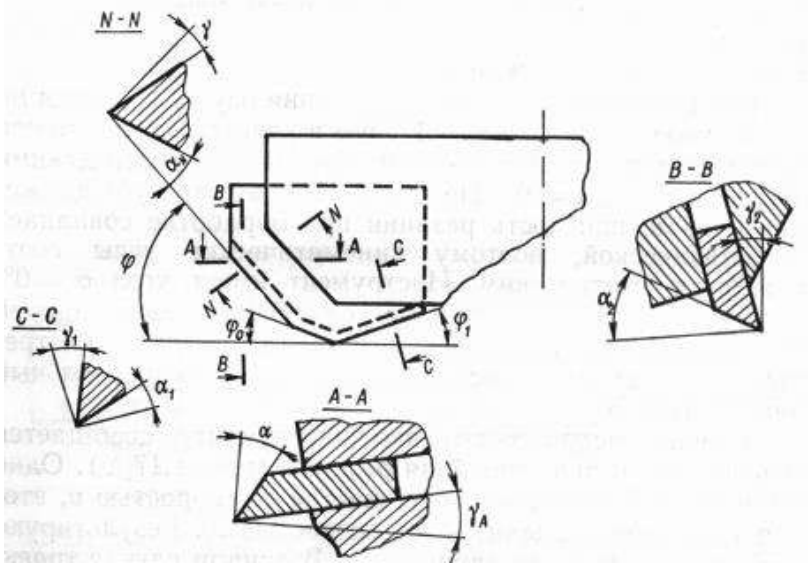


Рис. 5. Геометрические параметры режущей части торцовой фрезы

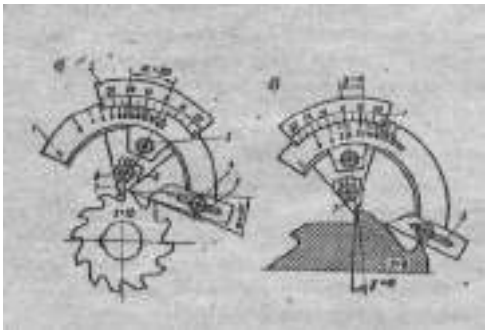


Рис. 6. Измерение геометрических параметров цилиндрической фрезы

Измерение углов цилиндрических фрез. Для измерения главных углов цилиндрических фрез применяется специальный угломер, изготовляемый Московским инструментальным заводом. Схема измерения таким угломером главного заднего угла зуба цилиндрической фрезы приведена на рис.6а.

Сектор ***2*** градусной шкалой передвигается по дуге ***1*** и может быть закреплен на ней прижимом ***3***. На дуге ***1***имеется неравномерная шкала чисел зубьев z от 3 до 60. К правому концу дуги ***1*** плена винтом ***4*** подвижная опорная линейка ***5***. На секторе ***2*** имеется планка ***6*** с выдвижным ножом ***7***. Для измерения главного заднего угла угломер накладывается на фрезу в плоскости ее поперечного сечения так, чтобы ножевая планка ***6*** совместилась с главной задней поверхностью зуба, а подвижная линейка ***5*** - с вершиной соседнего зуба. Планка ***6*** затягивается винтом ***8***, а сектор ***2*** -прижимом ***3***. После проверки правильности установки угломера на градусной шкале напротив числа зубьев измеряемой фрезы можно прочесть величину искомого главного заднего угла. Аналогично измеряется передний угол γ, но при этом не планка ***6***, а выдвижной нож ***7*** совмещается с передней поверхностью измеряемого угла (рис.11б). Для измерения угла ω наклона винтовой линии зуба (угла λ наклона главной режущей кромки) фреза прокатывается по копировальной бумаге, положенной на чистый лист. Отмечая на отпечатках след торцовой плоскости фрезы и восстанавливая перпендикуляр к этому следу, получим направление оси фрезы. Угол между осью фрезы и отпечатком главной режущей кромки, измеренный транспортиром, является искомым углом ω(λ). Измерить ω можно и универсальным угломером для резцов. Если фреза цилиндрическая торцевая, то следует с помощью угломеров для резцов замерить вспомогательные углы: задний α1 и угол в плане φ1.

Измерение углов зуба дисковой модульной фрезы. Отличительной особенностью модульных фрез является затылованная форма задней поверхности зуба. Затылование производится с целью сохранении неизменным первоначального фасонного очертания режущей кромки и заднего угла при переточках фрезы. Обычно задняя поверхность модульных фрез затылуется по спирали Архимеда. Выполняется затылование на специальных станках и требует значительных затрат. Поэтому фрезы с затылованными зубьями применяются только там, где без них нельзя обойтись, т.е. для фасонного фрезерования.

Измерение переднего угла γ модульных фрез производится специальным угломером для фрез аналогично схеме, приведенной на рис.11б. Так как главная задняя поверхность модульной фрезы криволинейна, то для измерения главного

заднего угла необходимо измерить "падение затылка" измеряемого зуба. Для этого фреза устанавливается на оправку ***5*** специального прибора так, чтобы основная (осевая) плоскость, проходящая через вершину рассматривавшего зуба, располагалась параллельно станине прибора (рис.12.). Положение оправки фиксируется винтом ***4***. Измерительный наконечник индикатора, подведенный к вершине измеряемого зуба, устанавливается с натягом 1 мм на нуль. Одновременно на нуль устанавливается градусная шкала ***2***, нанесенная на втулке ***1***, которая закрепляется винтом ***3***. При повороте фрезы вместе с оправкой с оправкой на определенно число градусов фиксируются показания индикатора.

Для получения надежных результатов процесс измерения повторяется три раза и находится средняя величина "падения затылка" рассматриваемого зуба. Отношение средней величины "падения затылка" к величине дуги поворота будет тангенсом угла α.

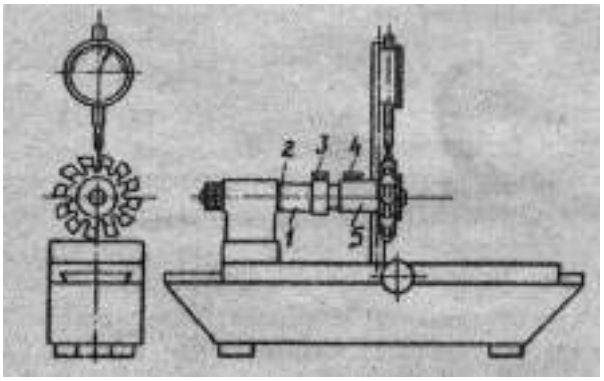


Рис. 7. Измерение геометрических параметров дисковой модульной фрезы

Порядок выполнения работы:

1.Получить фрезы и приборы.

2.Охарактеризовать фрезы по конструкции, способу крепления на станке, форме задней поверхности зуба и по назначению.

3.Измерить диаметр и подсчитать число зубьев фрезы.

4.Начертить эскизы фрез с указанием всех необходимых сечений и геометрических параметров в буквенном обозначении.

5.Произвести измерения фрез и записать их в таблицу. Измерять каждый геометрический параметр три раза.

6. Измерить радиальное биение.

7. Измерить "падение затылка" дисковой модульной фрезы и рассчитать величину главного заднего угла на вершине зуб αв.

Содержание и форма отчета:

1. Характеристика фрез.

2. Эскизы фрез с необходимыми сечениями и буквенным обозначением всех углов.

3. Таблицы с замерами всех геометрических параметров фрез.

Практическое занятие №17
Рассчитать режимы резания при фрезеровании

Цель практического занятия – изучение режимов резания при фрезеровании.

Порядок выполнения практического занятия:

1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните письменно задания.

Исходными данными для расчёта режима резания являются:

материал заготовки - поковка из стали 20Х;

предел прочности материала заготовки - $s_в$ = 800 МПа (80 кг/мм^2);

ширина обрабатываемой поверхности заготовки, В - 100 мм;

длина обрабатываемой поверхности заготовки, L - 800 мм;

требуемая шероховатость обработанной поверхности, R_a - 0,8 мкм (7 класс шероховатости);

общий припуск на обработку, h - 6 мм;

средняя дневная программа производства по данной операции, П - 200 шт.

Цель расчётов.

В результате проведённых расчётов необходимо:

выбрать фрезу по элементам и геометрическим параметрам;

выбрать фрезерный станок;

рассчитать величины элементов режима резания - глубина резания t, подача S, скорость резания v;

провести проверку выбранного режима резания по мощности привода и прочности механизма подачи станка;

произвести расчёт времени, необходимого для выполнения операции;

произвести расчёт необходимого количества станков;

провести проверку эффективности выбранного режима резания и подбора оборудования.

Порядок расчета.

1. Выбор режущего инструмента и оборудования.

Исходя из общего припуска на обработку h = 6 мм и требований к шероховатости поверхности, фрезерование ведем в два перехода: черновой и чистовой. По таблице 1 определяем тип фрезы - выбираем торцовую фрезу с многогранными твердосплавными пластинками по ГОСТ 26595-85. Диаметр фрезы выбираем из соотношения:

D = (1,25...1,5) • B = 1,4 • 100 = 140 мм

Выбор фрезы уточняем по таблицам 1, 2, 3, 4 - ГОСТ 26595-85, диаметр D = 125 мм, число зубьев z = 12, пятигранные пластинки, условное обозначение - 2214-0535.

Материал режущей части фрезы выбираем по таблице 5 для чернового фрезерования углеродистой и легированной незакалённой стали - Т5К10, для чистового фрезерования - Т15К6.

Геометрические параметры фрезы выбираем по таблицам 6 и 7 для фрез с пластинами из твёрдого сплава (табл. 6) при обработке стали конструкционной углеродистой с σв ≤ 800 МПа и подачей для чернового фрезерования > 0,25 мм/зуб: $g = -5^0$; $a = 8^0$; $j = 45^0$; $j_o = 22{,}5^0$; $j_1 = 5^0$; $l = 14^0$; для чистового фрезерования с подачей < 0,25 мм/зуб: $g = -5^0$; $a = 15^0$; $j = 60^0$; $j_o = 30^0$; $j_1 = 5^0$; $l = 14^0$.

Черновое фрезерование производим по схеме - несимметричное встречное (Рис. 8.б), чистовое - несимметричное попутное (Рис. 8.в).

Предварительно принимаем проведение работ на вертикально - фрезерном станке 6Р13, паспортные данные в таблице 20.

2. Расчёт элементов режима резания.

2.1. Назначение глубины резания.

При назначении глубины резания в первую очередь из общего припуска выделяется та его часть, которая остаётся для проведения чистовой обработки - $t_2 = 1$ мм. Чистовое фрезерование проводится за 1 рабочий ход $i_2 = 1$. Отсюда припуск h_1 при черновом фрезеровании составит:

$h_1 = 6 - 1 = 5$ мм.

Для снятия этого припуска достаточно одного рабочего хода, поэтому принимаем число рабочих ходов при черновом фрезеровании $i_1 = 1$. Тогда глубина резания t_1 при черновом фрезеровании составит

$t_1 = h_1 / i_1 = 5 / 1 = 5$ мм.

2.2. Назначение подачи.

Подачу при черновом фрезеровании выбираем из таблиц 8 и 9. Для торцовых фрез с пластинами из твёрдого сплава (табл. 8) с мощностью станка > 10 кВт при несимметричном встречном фрезеровании для пластинки Т5К10 подача на зуб находится в пределах $S_{z1} = 0{,}32…0{,}40$ мм/зуб. Принимаем меньшую величину для гарантированного обеспечения условия по мощности на шпинделе $S_{z1} = 0{,}32$ мм/зуб, подача на оборот составит. $S_{o1} = S_{z1} \bullet z = 0{,}32 \bullet 12 = 3{,}84$ мм/об.

Подачу при чистовом фрезеровании выбираем по таблице 10. Для торцовых фрез с пластинами из твёрдого сплава (часть Б) с материалом, имеющим $\sigma_в \geq 700$ МПа с шероховатостью обработанной поверхности $R_a = 0{,}8$ мкм с углом $j_1 = 5^0$ подача на оборот фрезы находится в пределах $S_{o2} = 0{,}30…0{,}20$ мм/об. Принимаем большую величину для повышения производительности процесса $S_{o2} = 0{,}30$ мм/об. При этом подача не зуб составит

$$S_{z2} = S_{o2} / z = 0{,}30 / 12 = 0{,}025 \text{ мм/зуб}.$$

2.3. Определение скорости резания.

Скорость резания определяем по формуле:

$$v = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times t^x \times S_z^y \times B^u \times z^p} \times K_v$$

Значения коэффициента C_v и показателей степени определяем по таблице. Для чернового и чистового фрезерования конструкционной углеродистой стали с $\sigma_в \geq 750$ МПа с применением твёрдосплавных пластин:

$C_v = 332$, $q = 0{,}2$; $m = 0{,}2$; $x = 0{,}1$; $y = 0{,}4$; $u = 0{,}2$; $p = 0$.

Принимаем Т = 180 мин, п. 2.4 таблица 1.

Общий поправочный коэффициент

$Kv = K_{mv} \cdot K_{пv} \cdot K_{иv} \cdot K_{jv}$

Kmv находим по таблице 12 для обработки стали. Расчётная формула $K_{mv} = K_г \cdot (750/s_в)^{nv}$. По таблице 13 находим для обработки стали углеродистой с $\sigma_в >$ 550 МПа для материала инструмента из твёрдого сплава $K_г = 1$, $n_v = 1$. Тогда $K_{mv1,2} = 1 \cdot (750/800)^{1,0} = 0,938$.

K_{jv} находим по таблице 2.2.4. - 2 для чернового фрезерования при j = 45° $K_{jv1} = 1,1$; для чистового фрезерования при j = 60° $K_{jv2} = 1,0$.

$K_{пv}$ находим по таблице 14 для обработки при черновом фрезеровании - поковки $K_{пv1} = 0,8$, при чистовом фрезеровании - без корки $K_{пv2} = 1$.

Kиv находим по таблице 15 для обработки стали конструкционной фрезой с пластинками из твёрдого сплава Т5К10 при черновом фрезеровании $K_{иv1} = 0,65$, с пластинками из твёрдого сплава Т15К6 при чистовом фрезеровании $K_{иv2} = 1$.

Общий поправочный коэффициент для чернового фрезерования равен

$K_{v1} = 0,938 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,535$.

Общий поправочный коэффициент для чернового фрезерования равен

$K_{v2} = 0,938 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,938$.

Скорость резания при черновом фрезеровании равна

$$v_1 = \frac{332 \times 125^{0,2}}{180^{0,2} \times 5^{0,1} \times 0,32^{0,4} \times 100^{0,2} \times 12^{0}} \times 0,535 = \frac{332 \times 2,626}{2,825 \times 1,175 \times 0,634 \times 2,512 \times 1} \times 0,535 =$$

$$= \frac{871,832}{5,286} \times 0,535 = 88,24 \quad \text{м/мин}$$

Скорость резания при чистовом фрезеровании равна:

$$v_2 = \frac{332 \times 125^{0,2}}{180^{0,2} \times 1^{0,1} \times 0,025^{0,4} \times 100^{0,2} \times 12^{0}} \times 0,938 = \frac{332 \times 2,626}{2,825 \times 1 \times 0,229 \times 2,512 \times 1} \times 0,938 =$$

$$= \frac{871,832}{1,625} \times 0,938 = 503,25 \quad \text{м/мин}$$

Расчетное число оборотов фрезы определяем для чернового и чистового фрезерования по выражению

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times D} \text{ об/мин} \quad (\text{мин}^{-1})$$

$$n_1 = \frac{1000 \times 88,24}{3,14 \times 125} = 224,82 \text{ об/мин} \qquad n_2 = \frac{1000 \times 503,25}{3,14 \times 125} = 1282,16 \text{ об/мин}$$

2.4. Уточнение режимов резания

По паспорту станка 6Р13 уточняем возможную настройку числа оборотов фрезы и находим фактические значения для черновой обработки $n_{ф1} = 200$ мин$^{-1}$, для чистовой обработки $n_{ф2} = 1050$ мин$^{-1}$, т.е. выбираем ближайшие наименьшие значения от расчётных. В результате этого изменится и фактическая скорость резания, которая составит при черновой обработке

$v_{ф1} = \pi Dn/1000 = 3,14 \cdot 125 \cdot 200/1000 = 78,50$ м/мин,

а при чистовой обработке

$v_{ф2} = \pi Dn/1000 = 3{,}14 \cdot 125 \cdot 1050/1000 = 412{,}12$ м/мин.

Для уточнения величин подач необходимо рассчитать скорость движения подачи v_S по величине подачи на зуб и на оборот

$v_S = S_o \cdot n = S_z \cdot z \cdot n$;

$v_{S1} = 0{,}32 \cdot 12 \cdot 200 = 768$ мм/мин; $v_{S2} = 0{,}3 \cdot 1050 = 315$ мм/мин.

По паспорту станка находим возможную настройку на скорость движения подачи, выбирая ближайшие наименьшие значения, $v_{S1} = 800$ мм/мин, поскольку эта величина только на 4,17% выше расчётной и $v_{S2} = 315$ мм/мин. Исходя из принятых величин уточняем значения подач на зуб и на оборот

$S_{оф1} = 800 / 200 = 4$ мм/об; $S_{zф1} = 4 / 12 = 0{,}333$ мм/зуб;

$S_{оф2} = 315 / 1050 = 0{,}3$ мм/об; $S_{zф2} = 0{,}3 / 12 = 0{,}025$ мм/зуб;

3.2.3. Проверка выбранного режима резания

Выбранный режим резания проверяем по характеристикам станка: мощности на шпинделе станка и максимально допустимому усилию, прилагаемому к механизму подачи. Поскольку нагрузки на станок при черновой обработке значительно выше, чем при чистовой, проверку выбранного режима резания проводим для чернового фрезерования.

Мощность, затрачиваемая на резание, должна быть меньше или равна мощности на шпинделе: $N_p \leq N_{шп}$.

Мощность на шпинделе

$$N_{шп} = N_э \cdot h = 11 \cdot 0{,}8 = 8{,}8 \text{ кВт}.$$

$$N_{p1} = \frac{M_{кр1} \times n_{ф1}}{9750} = \frac{P_{z1} \times v_{ф1}}{60 \times 1020} \quad (\text{кВт})$$

Мощность резания при черновом фрезеровании определится по формуле

Крутящий момент определится по формуле

$$M_{кр1} = P_{z1} \times \frac{D_ф}{2 \times 1000} \ (\text{Нм})$$

Главная составляющая силы резания определяется по формуле

$$P_{z1} = \frac{10 \times C_p \times t_1^x \times S_{ф1}^y \times B^u \times z}{D^q \times n_{ф1}^w} \times K_p \quad (\text{Н})$$

Значение коэффициента Ср и показателей степеней x, y, u, q, w находим по таблице 16: Ср = 825; x = 1,0; y = 0,75; u = 1,1; q = 1,3; w = 0,2. При затуплении фрезы до допустимой величины сила резания возрастает по стали с $\sigma_в > 600$ МПа в 1,3…1,4 раза. Принимаем увеличение в 1,3 раза.

Общий поправочный коэффициент $K_p = K_{mp} \cdot K_{vp} \cdot K_{gp} \cdot K_{jp}$.

K_{mp} определяем по таблице 17 для обработки конструкционных углеродистых и легированных сталей $K_{mp} = (s_в/750)^{np}$, показатель степени $n_p = 0{,}3$, тогда $K_{mp} = (800/750)0{,}3 = 1{,}02$.

K_{vp} определяем по таблице 18 для черновой обработки при скорости резания до 100 м/мин при отрицательных значениях переднего угла $K_{vp1} = 1$, для чистовой обработки при скорости резания до 600 м/мин $K_{vp2} = 0{,}71$.

K_{gp} и K_{jp} определяем по таблице 19. При g = -5° Kgp = 1,20 и при j = 45о K_{jp1} = 1,06, при j = 60° K_{jp2} = 1,0.

Величина общего поправочного коэффициента составит

K_{p1} = 1,02 • 1 • 1,20 • 1,06 = 1,297; K_{p2} = 1,02 • 0,71 • 1,20 • 1,0 = 0,869

$$P_{z1} = \frac{10 \times 825 \times 5^{1} \times 0{,}333^{0{,}75} \times 100^{1{,}1} \times 12}{125^{1{,}3} \times 200^{0{,}2}} \times 1{,}3 \times 1{,}297 = \frac{10 \times 825 \times 5 \times 0{,}439 \times 158{,}49 \times 12}{532{,}09 \times 2{,}885} \times 1{,}686 =$$

$$= \frac{34440669{,}45}{1535{,}08} \times 1{,}686 = 37826{,}7 \quad (H)$$

Главная составляющая силы резания при черновом фрезеровании составит

Крутящий момент определится как

$$M_{кр1} = \frac{37826{,}7 \times 125}{2 \times 1000} = 2364{,}17 \quad (\text{Нм})$$

Мощность резания при черновом фрезеровании определится как

$$N_{p1} = \frac{2364{,}17 \times 200}{9750} = \frac{37826{,}7 \times 78{,}50}{60 \times 1020} = 48{,}51 \quad (\text{кВт})$$

Условие правильности выбора режима резания по мощности привода N_p £ $N_{шп}$ не соблюдается, поскольку 48,51 > 8,8, это означает, что выбранный режим резания не может быть осуществлен на данном станке.

Наиболее эффективно снижение мощности резания за счёт уменьшения скорости резания, а также уменьшения подачи на зуб. Мощность резания необходимо уменьшить в 5,5 раза, для этого скорость резания уменьшим за счёт уменьшения числа оборотов фрезы с 200 до 40 об/мин с 78,5 м/мин до 14,26 м/мин. Скорость движения подачи при этом снизится с 768 мм/мин до v_{S1} = 0,32 • 12 • 40 = 153,6 мм/мин. Поскольку изменение глубины резания приведёт к необходимости проведения второго рабочего хода, изменим величину скорости движения подачи до 125 мм/мин (таблица 20), при этом подача на зуб фрезы составит S_{z1} = 125/12 • 40 = 0,26 мм/зуб.

Подставив новое значение подачи на зуб в формулу расчёта главной составляющей силы резания получим P_{z1} = 31405,6 Н, крутящий момент станет равным $M_{кр1}$ = 1960,3 Нм, мощность резания N_{p1} = 8,04 кВт, что удовлетворяет требованиям по мощности привода.

Вторым условием является то, что горизонтальная составляющая силы резания (усилие подачи) должна быть меньше (или равна) наибольшей силы, допускаемой механизмом продольной подачи станка: $P_г$ £ $P_{доп}$.

Для станка 6Р13 $P_{доп}$ = 15000 Н.

Горизонтальная составляющая силы резания Рг при условии несимметричного встречного чернового фрезерования

$P_г$ = 0,6 • P_{z1} = 0,6 • 31364,3 = 18818,58 Н.

Так как условие $P_г$ £ $P_{доп}$ не соблюдается (18818,58 > 15000), выбранный режим резания не удовлетворяет условию прочности механизма продольной подачи станка. Для снижения горизонтальной составляющей силы резания необхо-

димо уменьшить подачу на зуб фрезы. Представим формулу расчёта главной составляющей силы резания в виде

$$P_{z1} = \frac{10 \times 825^{1} \times S_{z1}^{0,75} \times 100^{1,1} \times 12}{125^{1,3} \times 200^{0,2}} \times 1,3 \times 1,297 = 86165,6 \times S_{z1}^{0,75} \quad (H)$$

Наибольшее допустимое механизмом подачи значение главной составляющей силы резания должно быть не больше $P_{z1} £ P_{доп} / 0,6 \le 15000 / 0,6 \le 25000$ Н. Из этого условия находим S_{z1}

$$S_{z1} = \sqrt[0,75]{\frac{25000}{86165,6}} = 0,192 \quad \text{мм/зуб}$$

По вновь выбранному значению S_{z1} определяем $v_{s1} = 0,192 \cdot 12 \cdot 40 = 92,16$ мм/мин, ближайшее меньшее значение на станке $v_{s1} = 80$ мм/мин. Фактическая подача на оборот фрезы составит $S_{оф} = 2$ мм/об, фактическая подача на зуб фрезы составит $S_{zф} = 0,167$ мм/зуб.

В связи с многократным превышением показателей первого расчёта над допустимыми необходимо провести проверку правильности выбора режима резания при чистовом переходе.

$$P_{z2} = \frac{10 \times 825 \times 1^{1} \times 0,025^{0,75} \times 100^{1,1} \times 12}{125^{1,3} \times 1050^{0,2}} \times 1,3 \times 0,869 = \frac{10 \times 825 \times 1 \times 0,0629 \times 158,49 \times 12}{532,09 \times 4,02} \times 1,1297 =$$

$$= \frac{986933,08}{2139,0} \times 1,1297 = 521,0 \quad (H)$$

Главная составляющая силы резания при чистовой обработке значительно ниже допустимых величин, в связи с чем корректировать расчёт не требуется.

Окончательно данные расчёта сведены в таблице

Наименование показателей	Единицы измерения	Для перехода	
		чернового	чистового
Глубина резания t	мм	5	1
Расчётная подача на зуб фрезы S_z	мм/зуб	0,323	0,025
Расчётная подача на оборот фрезы S_o	мм/об	3,84	0,3
Расчётная скорость резания v	м/мин	88,24	503,25
Расчётное число оборотов фрезы n	об/мин	224,82	1282,16
Фактическое число оборотов фрезы $n_ф$	об/мин	200	1050
Фактическая скорость резания $v_ф$	м/мин	78,50	412,12
Расчётная скорость движения подачи v_S	мм/мин	768	315
Фактическая скорость движения подачи $v_{Sф}$	мм/мин	800	315
Фактическая подача на оборот фрезы $S_{оф}$	мм/об	4	0,3
Фактическая подача на зуб фрезы $S_{zф}$	мм/зуб	0,333	0,025

Главная составляющая силы резания P_z	Н	37826,7	521
Крутящий момент $M_{кр}$	Нм	2364,17	
Мощность резания N	кВт	48,51	
Первая корректировка режима резания			
Фактическое число оборотов фрезы $n_ф$	об/мин	40	
Фактическая скорость резания $v_ф$	м/мин	15,7	
Расчётная скорость движения подачи v_S	мм/мин	159,84	
Фактическая скорость движения подачи $v_{Sф}$	мм/мин	160	
Главная составляющая силы резания P_z	Н	31364,3	
Крутящий момент $M_{кр}$	Нм	1960,3	
Мощность резания N	кВт	8,08	
Горизонтальня составл. силы резания $P_г$	Н	18818,58	
Вторая корректировка режима резания			
Расчётная подача на зуб фрезы S_z	мм/зуб	0,192	
Расчётная скорость движения подачи v_S	мм/мин	92,16	
Фактическая скорость движения подачи $v_{Sф}$	мм/мин	80	
Фактическая подача на оборот $S_{оф}$	мм/об	2	
Фактическая подача на зуб $S_{zф}$	мм/зуб	0,167	

Таким образом станок налаживается по следующим величинам:
Черновой переход $n_{ф1} = 40$ мин$^{-1}$, $v_{S1} = 80$ мм/мин;
Чистовой переход $n_{ф2} = 1050$ мин$^{-1}$, $v_{S2} = 315$ мм/мин.

Список литературы

Основные источники:

1. Безъязычный, В. Ф. Процессы формообразования деталей машин / В. Ф. Безъязычный, В. Н. Крылов, Ю. К. Чарковский, Е. В. Шилков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 416 с. — ISBN 978-5-507-46624-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/314678.

2. Гоцеридзе, Р. М. Процессы формообразования и инструменты: учебное издание / Гоцеридзе Р.М. - Москва : Академия, 2023. - 432 с. (Специальности среднего профессионального образования). - URL: https://academia-moscow.ru - Режим доступа: Электронная библиотека «Academiamoscow». - Текст : электронный.

3. Миронова, Л. И., Процессы формообразования в машиностроении : учебное пособие / Л. И. Миронова, Л. А. Кондратенко. — Москва : КноРус, 2023. — 240 с. — ISBN 978-5-406-10508-5. — URL: https://book.ru/book/945816.

4. Мирошин, Д. Г., Процессы формообразования и инструменты : учебник / Д. Г. Мирошин. — Москва : КноРус, 2023. — 357 с. — ISBN 978-5-406-11431-5. — URL: https://book.ru/book/949414.

5. Черепахин, А. А. Процессы формообразования и инструменты : учебник / А. А. Черепахин, В. В. Клепиков. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2022. - 224 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-906818-43-0. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/1817913**.**

Дополнительные источники:

1. Зубарев Ю.М., Максименко В.П. Процессы обработки и инструмент для формообразования поверхностей деталей. Учебник для среднего проф.образования –Издательский центр «Лань», 2021.
2. Кишуров В.М. и др. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке. – Издательский центр «Лань», 2021.
3. Безъязычный В.Ф., Крылов В.Н. Процессы формообразования деталей машин. – Издательский центр «Лань», 2021.

Электронные ресурсы:

1. http://www.industry.by/
2. http://www.efremova.info/word/meritel.html/- Толковый словарь Ефремовой
3. http://www.riword.com1.ru http://ru.wikipedia.org –Интернет энциклопедия
4. http://www.splav.kharkov.com/
5. http://www.drillings.ru/tverdsplav

Приложение 2.1.14
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ОП.09 «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»

для специальности среднего профессионального образования
15.02.09 Аддитивные технологии

2025

Методические рекомендации по выполнению практических работ разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) и в соответствии с рабочей программой по дисциплине, входящей в общепрофессиональный цикл, ОП.09 «Метрология, стандартизация и сертификация» для специальности среднего профессионального образования (далее СПО) **15.02.09 Аддитивные технологии.**

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчик:
Ринейская Я.В. - преподаватель СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Оглавление

№ п.п.	Название практической работы	Стр.
1.	Пояснительная записка	4
2.	Перевод национальных не метрических единиц измерения в единицы международной системы СИ.	5
3.	Работа со стандартами системы стандартизации в Российской Федерации.	10
4.	Чтение линейных размеров на чертежах, определение годности действительных размеров детали.	18
5.	Чтение размеров с использованием таблиц полей допусков валов и отверстий.	21
6.	Чтение обозначений допусков формы и расположения поверхностей на чертежах.	24
7.	Определение шероховатости поверхности.	29
8.	Чтение обозначений шероховатости поверхности на чертежах.	33
9.	Определение цены деления и погрешности средств измерения.	36
10.	Изучение штангенинструмента.	40
11.	Изучение микрометрического инструмента.	46
12.	Выбор средств измерения.	50
13.	Графическое изображение посадок.	52
14.	Определение группы посадок на чертежах сопрягаемых деталей.	55
15.	Приложения	59
16.	Список литературы	70

Пояснительная записка

Методические указания направлены на оказание методической помощи обучающимся при выполнении аудиторных практических работ по дисциплине ОП.09 «Метрология, стандартизация и сертификация» для специальности среднего профессионального образования (далее СПО) **15.02.09 Аддитивные технологии.**

Выполнение аудиторных практических работ, обучающихся в процессе изучения курса является важнейшим этапом обучения, который способствует систематизации и закреплению полученных теоретических знаний и практических умений; формированию навыков работы с различными видами информации, развитию познавательных способностей и активности обучающихся.

ОП.09 «Метрология, стандартизация и сертификация» является дисциплиной, входящей в общепрофессиональный цикл по профессии СПО **15.02.09 Аддитивные технологии** на базе основного общего образования.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь:**

- пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения профессиональной деятельности;
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- определять этапы решения задачи;
- выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- читать конструкторскую и технологическую документацию.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **знать:**

- основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте;
- алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;
- правила чтения конструкторской и технологической документации;
- требования государственных стандартов ЕСКД и ЕСТД;
- систему допусков и посадок;
- квалитеты и параметры шероховатости;
- влияние параметров технологических режимов на качество получаемых изделий;
- причины брака, дефектов изделий.

Практическая работа
Перевод национальных не метрических единиц измерения в единицы международной системы СИ

Цель работы: научиться определять соотношение между единицами измерения СИ и наиболее часто встречающимися единицами других систем и внесистемными.
Материалы для выполнения работы: ГОСТ 8.417-2002 — единицы физических величин.

Общие теоретические сведения.

Основы метрологии.

Метрология - наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Физическая величина (ФВ) - характеристика одного из свойств физического объекта (физической системы, явления или процесса), общая в качественном отношении по многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальна для каждого объекта.

Значение физической величины - оценка ее размера в виде некоторого числа по принятой для нее шкале.

Единица физической величины - ФВ фиксированного размера, которой условно присвоено значение равное единице и применяемая для количественного выражения однородных ФВ.

Различают основные, производные, кратные, дольные, когерентные (СИ), системные и внесистемные единицы.

Международная система единиц физических величин.

Совокупность основных и производных единиц ФВ, образованная в соответствии с принятыми принципами, называется *системой единиц физических величин.* Единица основной ФВ является *основной единицей* данной *системы.* В Российской Федерации используется система единиц СИ, введенная ГОСТ 8.417-2002 «ГСИ. Единицы физических величин». В качестве основных единиц приняты метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, моль и канделла (табл.12).

Производная единица - это единица производной ФВ системы единиц, образованная в соответствии с уравнениями, связывающими ее с основными единицами или же с основными и уже определенными производными. Некоторые производные единицы системы СИ, имеющие собственное название, приведены в табл. 13.

Основные единицы физических величин системы СИ.

Величина			Единица		
Наименование	Обозначение		Наименование	Обозначение	
	Размерность	Рекомендуемое		русское	международное
Длина	L	l	метр	м	m
Масса	M	m	килограмм	кг	kg
Время	T	t	секунда	с	s
Сила электрического тока	I	I	ампер	А	A
Термодинамическая температура	O	T	кельвин	К	K

Количество вещества	N	n, ν	моль	моль	mol
Сила света	J	J	канделла	кд	cd

Таблица 12

Производные единицы системы СИ, имеющие специальное название

Таблица 13.

Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	Выражение через ед.СИ
Частота	T^{-1}	герц	Гц	$с^{-1}$
Сила, вес	LMT^{-2}	ньютон	Н	$м*кг*с^{-2}$
Давление, механическое напряжение	$L^{-1}MT^{-2}$	паскаль	Па	$м^{-1}*кг*с^{-2}$
Энергия, работа, количество теплоты	$L^{2}MT^{-2}$	джоуль	Дж	$м^{2}*кг*с^{-2}$
Мощность	$L^{2}MT^{-3}$	ватт	Вт	$м^{2}*кг*с^{-3}$
Количество электричества	TI	кулон	Кл	с*А
Электрическое напряжение, потенциал, электродвижущая сила	$L^{2}MT^{-3}I^{-1}$	вольт	В	$м^{2}*кг*с^{-3}*А^{-1}$
Электрическая емкость	$L^{-2}M^{-1}T^{4}I^{2}$	фарад	ф	$м^{-2}*кг^{-1}*с^{4}*А^{2}$
Электрическое сопротивление	$L^{2}MT^{-3}I^{-2}$	ом	Ом	$м^{2}*кг*с^{-3}*А^{-2}$
Магнитная индукция	$MT^{-2}I^{-1}$	тесла	Тл	$кг**с^{-2}А^{-1}$

Для установления производной единицы следует:

- выбрать ФВ, единицы которых принимаются в качестве основных;
- установить размер этих единиц;
-выбрать определяющее уравнение, связывающее величины, измеряемые основными единицами, с величиной, для которой устанавливается производная единица. При этом символы всех величин, входящих в определяющее уравнение, должны рассматриваться не как сами величины, а как их именованные числовые значения;

Все основные, производные, кратные и дольные единицы являются системными. *Внесистемная единица* - это единица ФВ, не входящая ни в одну из принятых систем единиц. Внесистемные единицы по отношению к единицам СИ разделяют на 4 вида:

- допускаемые наравне с единицами СИ, например: единицы массы - тонна; плоского угла - градус, минута, секунда; объема - литр и др. Некоторые внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ, приведены в табл.14.

Внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ.

Таблица 14.

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	Соотношение с единицей СИ
Масса	тонна	т	10^{3} кг
Время	минута	мин	60 с
	час	ч	3600 с
	сутки	сут	86400 с
Объем	литр	л	$10^{-3}м^{3}$
Площадь	гектар	га	$10^{4}м^{2}$

- допускаемые к применению в специальных областях, например: астрономическая единица, парсек, световой год - единицы длины в астрономии; диоптрия - единица оптической силы в оптике; электрон-вольт - единица энергии в физике и т.д.
- временно допускаемые к применению наравне с единицами СИ, например: морская миля- в морской навигации; карат - единица массы в ювелирном деле и др. Эти единицы должны изыматься из употребления в соответствии с международными соглашениями;
- изъятые из употребления, например; миллиметр ртутного столба –единица давления; лошадиная сила - единица мощности и некоторые другие.

Различают кратные и дольные единицы ФВ. *Кратная единица*- это единица ФВ, в целое число раз превышающая системную или внесистемную единицу. Например, единица длинны - километр равна 10 м, т.е. кратная метру. *Дольная единица* - единица ФВ, значение которой в целое число раз меньше системой или внесистемной единицы. Например, единица длины миллиметр равна 10 м, т.е. является дольной. Приставки для образования кратных и дольных единиц СИ приведены в табл.15.

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименований.

Таблица 15.

Множитель	Приставка	Обозначение	Множитель	Приставка	Обозначение
10^{18}	экса	Э	10^{-1}	деци	d
10^{15}	пета	П	10^{-2}	санти	с
10^{12}	тера	Т	10^{-3}	милли	м
10^{9}	гига	Г	10^{-6}	микро	мк
10^{6}	мега	М	10^{-9}	нано	н
10^{3}	кило	к	10^{-12}	пико	п
10^{2}	гекто	г	10^{-15}	фемто	ф
10^{1}	дека	да	10^{-18}	атто	а

Существует соотношение между единицами измерения СИ и наиболее часто встречающимися единицами других систем и внесистемными (см. таблицу 16)

Соотношения между единицами измерения. Таблица 16

№ п.п	Величины	Единицы измерения в СИ	Соотношение между единицами измерения СИ и наиболее часто встречающимися единицами других систем и внесистемными.
1.	Длина	м	1мкм = 10^{-6} м
2.	Масса	кг	1т = 1000 кг 1ц = 100 кг
3.	Температура	К	О = (t °C + 273,15) К
4.	Вес (сила тяжести)	Н	1кг = 9,81Н 1дин = 10^{-5} Н
5.	Давление	Па	1бар = 10^{5} Па 1мбар = 100 Па 1дин /см^2 = 1мкбар = 0,1 Па 1кгс /см^2 = 1 ат = 9,81х10^{4} Па = 735 мм.рт.ст. 1 кгс / м^2 = 9,81 Па 1 мм.вод.ст. = 9,81 Па

			1 мм.рт.ст. = 133,3 Па
6.	Мощность	Вт	1 кгс $\times$м / с = 9,81 Вт 1 эрг / с = 10^{-7} Вт 1ккал/ч = 1,163Вт
7.	Объем	$м^3$	1 л = 10^{-3} $м^3$ = 1 $дм^3$
8.	Плотность	кг / $м^3$	1 т / $м^3$ = 1 кг / $дм^3$ = 1 г / $см^3$ = 10^3 кг / $м^3$ 1 кгс $\times$ $с^2$ / $м^4$ = 9,81 кг /$м^3$
9.	Работа, энергия, количество теплоты	Дж	1 кгс $\times$м = 9,81 Дж 1 эрг = 10^{-7} Дж 1 кВт $\times$ч = 3,6$\times 10^6$ Дж = 4,19 кДж

ЗАДАНИЕ П.Р:

Выразить в соответствующих единицах значения физических величин (повариантное задание по таблице 17).

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с единицами физических величин и их размерностью по ГОСТ 8.417-2002 или по методическому указанию.

Оформить заголовочную часть практической работы и выполнить задание .

2. Перечертить задание по своему варианту (см. таблицу 16) в форме таблицы. Используя таблицы 11-15 данного пособия, выразить в соответствующих единицах заданные величины.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение метрологии.
2. Продолжите: физическая величина...
   значение физической величины...
   единица физической величины...
3. Перечислите основные единицы Международной системы СИ.
4. Приведите примеры производных единиц СИ.
5. Выразить 1м в км, Мм, мм, дм.
6. Выразить 1 мм. рт. ст. в Па.

ВЫРАЗИТЬ В СООТВЕТСТВУЮЩИХ ЕДИНИЦАХ.

Таблица 17

Варианты заданий.					
1,7, 13, 19		2,8, 14, 20		3, 9, 15, 21	
Задание	Ответ	Задание	Ответ	Задание	Ответ
10м	мкм	100м	мм	100см	м
100кг	т	100кг	ц	100кг	г
37 °*C*	Θ =	32 °*C*	Θ =	25 °*C*	Θ =
250К	°*C*	450К	°*C*	210 К	°*C*
10Па	бар	10Па	Мбар	10Па	дин/$см^2$
100Па	мм.рт.ст.	100Па	кгс/$см^2$	100Па	мм.вод.ст.
1000 мм.рт.ст.	мбар	1000 мм.рт.ст.	Па	1000 мм.рт.ст.	кгс/ $см^2$
10 Н	кг	10 Н	дин	10 Н	г
10Вт	ккал/ч	10Вт	эрг/с	10Вт	кгс*м/с
10Дж	ккал	10Дж	кВт*ч	10Дж	эрг

0,1л	$см^3$	0,1л	$дм^3$	0,1л	$м^3$
0,1 м/с	м/ч	0,1 м/с	км/с	0,1 м/с	км/ч
10 А	ГА	10 А	кА	10 А	МА
100Вт	МВт	100Вт	сВт	100Вт	дВт
1 кг / $м^3$	$кг/дм^3$	1 кг /$м^3$	$г/см^3$	1 кг / $м^3$	$г/м^3$
Варианты заданий.					
4, 10,16, 22		5, 11, 17, 23		6,12,18, 24	
Задание	Ответ	Задание	Ответ	Задание	Ответ
1Мм	м	10мкм	м	100мм	м
10т	кг	100ц	т	100г	кг
48 °C	Ѳ =	53 °C	Ѳ =	70 °C	Ѳ =
375К	°C	273К	°C	300К	°C
10Па	ат	10Па	мм.рт.ст.	10Па	мбар
100Па	$кгс/м^2$	100Па	мкбар	100Па	$дин/м^2$
1000 мм.рт.ст.	$дин/см^2$	1000 мм.рт.ст.	ат	1000 мм.рт.ст.	$кгс/м^2$
10 Н	дг	10 Н	сг	10 Н	дин
1Вт	ккал/ч	1Вт	кгс*м/с	1Вт	эрг/с
1Дж	ккал	1Дж	кВт*ч	1Дж	эрг
0,01л	$см^3$	0,01л	$дм^3$	0,01л	$м^3$
0,1 м/с	м/мин	0,1 м/с	км/мин	0,01 м/с	км/ч
0,1 А	гА	0,1 А	сА	0,1 А	МА
1Вт	мВт	1Вт	сВт	1Вт	дВт
1 кг / $м^3$	$кг/дм^3$	1 кг / $м^3$	$г/см^3$	1 кг / $м^3$	мг/ $м^3$

Ответы к заданию. ВЫРАЗИТЬ В СООТВЕТСТВУЮЩИХ ЕДИНИЦАХ.

Таблица 17а

Варианты заданий.					
1,7, 13, 19		2,8, 14, 20		3, 9, 15, 21	
Задание	Ответ	Задание	Ответ	Задание	Ответ
10м	10^7 мкм	100м	10^5 мм	100см	1м
100кг	0,1т	100кг	1,0 ц	100кг	10^5 г
37 °C	Ѳ = 310,15К	32 °C	Ѳ = 305,15К	25 °C	Ѳ = 298,15К
250К	t = - 23,15 °C	450К	t = 176,85 °C	210 К	t = - 63,15 °C
10Па	10^{-4} бар	10Па	10^{-10} Мбар	10Па	10^2 $дин/см^2$
100Па	0,75 мм.рт.ст.	100Па	$1{,}02x10^{-3}$ $кгс/см^2$	100Па	10,2 мм.вод.ст.
1000 мм.рт.ст.	$0{,}13x10^4$ мбар	1000 мм.рт.ст.	$1{,}333x10^5$ Па	1000 мм.рт.ст.	1,36 $кгс/ см^2$
10 Н	1,02кг	10 Н	10^6 дин	10 Н	$1{,}02x10^3$ г
10Вт	8,6 ккал/ч	10Вт	10^8 эрг/с	10Вт	1,02 кгс*м/с
10Дж	$2{,}4x10^3$ ккал	10Дж	$2.8x10^6$ кВт*ч	10Дж	10^8 эрг
0,1л	100 $см^3$	0,1л	0,1 $дм^3$	0,1л	$0.1x10^{-3}$ $м^3$
0,1 м/с	360 м/ч	0,1 м/с	0,0001км/с	0,1 м/с	$3{,}6x10^6$ км/ч
10 А	10^{-8} ГА	10 А	0,01кА	10 А	10^{-5} МА
100Вт	10^{-4} МВт	100Вт	10^4 сВт	100Вт	10^3 дВт

1 кг / м^3	10^{-4} кг/дм^3	1 кг /м^3	10^{-4} г/см^3	1 кг / м^3	10^{3} г/м^3
Варианты заданий.					
4, 10,16, 22		5, 11, 17, 23		6,12,18, 24	
Задание	Ответ	Задание	Ответ	Задание	Ответ
1Мм	10^6 м	10мкм	10^{-5} м	100мм	0,1м
10т	10^4 кг	100ц	10 т	100г	0,1 кг
48 °C	Θ = 321,15К	53 °C	Θ = 326,15К	70 °C	Θ = 343,15К
375К	t = 101,85 °C	273К	t = - 0,15 °C	300К	t = 26,85 °C
10Па	1,02x10^{-3} ат	10Па	7,5x10^{-2} мм.рт.ст.	10Па	0,1 мбар
100Па	10,2 кгс/м^2	100Па	10^3 мкбар	100Па	10^7 дин/м^2
1000 мм.рт.ст.	1,335x10^6 дин/см^2	1000 мм.рт.ст.	1,36 ат	1000 мм.рт.ст.	1,36x10^4 кгс/м^2
10 Н	1,02x10^2 дг	10 Н	10,2сг	10 Н	10^6 дин
1Вт	0,86 ккал/ч	1Вт	0,1кгс*м/с	1Вт	10^7 эрг/с
1Дж	0,24x10^3 ккал	1Дж	2,8x10^5 кВт*ч	1Дж	10^7 эрг
0,01л	10 см^3	0,01л	0,01 дм^3	0,01л	0,1x10^{-4} м^3
0,1 м/с	6 м/мин	0,1 м/с	0,6x10^{-4} км/мин	0,01 м/с	0,036 км/ч
0,1 А	0.001 гА	0,1 А	10 сА	0,1 А	10^{-7} МА
1Вт	10^3 мВт	1Вт	100 сВт	1Вт	10 дВт
1 кг / м^3	10^{-3} кг/дм^3	1 кг / м^3	10^{-3} г/см^3	1 кг / м^3	10^6 мг/ м^3

Практическая работа
Работа со стандартами системы стандартизации в Российской Федерации

Цель работы: Изучение Системы стандартизации РФ. Ознакомление с национальными стандартами, СТО и ТУ.

Материалы для выполнения работы:
ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения».
ГОСТ Р 1.12—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения».
ГОСТ Р 1.2—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные РФ. Правила разработки. Утверждения. Обновления и отмены».
ГОСТ Р 1.4—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения.
ГОСТ Р 1.5—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные РФ. Правила построения, изложения, оформления и обозначения».
ГОСТ Р 1.9— 2004 «Знак соответствия национальному стандарту Российской Федерации. Изображение. Порядок применения».
ГОСТ 2.114—95 «Единая система конструкторской документации. Технические условия»;

Описание практической работы:

Общие теоретические сведения.

Система стандартизации Российской Федерации — это совокупность организационно-технических, правовых и экономических мер, осуществляемых под управлением национального органа по стандартизации и направленных на разработку и применение нормативных документов в области стандартизации с целью защиты потребителей и государства.

С принятием ФЗ о техническом регулировании началось реформирование системы, в котором можно выделить три этапа:

1-й этап— начальный (2002 г.)— состояние Государственной системы стандартизации (ГСС), функционирующей с 1992 г., к моменту принятия названного закона;

Основой ГСС являлся фонд законов, подзаконных актов, нормативных документов по стандартизации. Указанный фонд представлял четырехуровневую систему, включавшую:

1) техническое законодательство;

2) государственные стандарты, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации;

3) стандарты отрасли и стандарты общественных организаций;

4) стандарты предприятий и технические условия.

2-й этап— переходный (2003—2010 гг.)— преобразование государственной системы стандартизации (ГСС) в национальную систему стандартизации (НСС) с изменением правового статуса системы с государственного на добровольный.

С 1 июля 2003 г. — дня вступления в силу ФЗ о техническом регулировании признаны национальными действующие государственные и межгосударственные стандарты, введенные в действие до 1 июля 2003 г. для применения в Российской Федерации.

Впредь до вступления в силу соответствующих технических регламентов действующие государственные и межгосударственные стандарты рекомендовано применять в добровольном порядке, за исключением обязательных требований, обеспечивающих достижение целей законодательства РФ о техническом регулировании.

Роль главных инструментов государственного технического регулирования, которую выполняли государственные стандарты, переходит к ТР. Несмотря на добровольный характер национальных стандартов, их требования могут стать обязательными для изготовителя, если он принял решение об их применении для производства и поставки продукции.

В переходный этап происходит установление единой системы документации по стандартизации: национальных стандартов, общероссийских классификаторов (в том числе правил их разработки и применения), стандартов организаций. Нормативные документы федеральных органов исполнительной власти, например СанПиНы бывшего Минздрава России, СНиПы бывшего Госстроя России, с принятием ТР на соответствующую продукцию относятся к такой категории, как «свод правил».

Постановлением Правительства РФ от 17.06.2004 № 294 было утверждено Положение о Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии, которое определено национальным органом по стандартизации (вместо Госстандарта России). Федеральное агентство по техническому регулированию (Ростехрегулирование) находится в ведении Министерства промышленности и энергетики РФ (Минпромэнерго России).

3-й этап — окончание формирования национальной системы стандартизации — системы, возглавляемой негосударственной организацией и базирующейся на национальных стандартах только добровольного применения.

Характеристика национальных стандартов.

Национальные стандарты и общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации, в том числе правила их разработки и применения, представляют собой национальную систему стандартизации.

Национальный стандарт Российской Федерации — утвержденный органом РФ по стандартизации стандарт, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг.

Виды национальных стандартов.

Вид стандарта — характеристика, определяющаяся его содержанием в зависимости от объекта стандартизации.

ГОСТ Р 1.0 установил следующие основные виды стандартов:

- стандарты основополагающие;
- стандарты на услуги;
- стандарты на процессы (работы);
- стандарты на методы контроля;
- стандарты на термины и определения.

Основополагающий стандарт — стандарт, имеющий широкую область распространения и (или) содержащий общие положения для определенной области.

Основополагающий стандарт может применяться непосредственно в качестве стандарта или служить основой для разработки других стандартов и иных нормативных или технических документов.

Существует два подвида стандартов — организационно-методические и общетехнические.

При стандартизации организационно-методических и общетехнических объектов устанавливаются положения, обеспечивающие техническое единство при разработке, производстве, эксплуатации продукции и оказании услуг.

Основополагающие организационно-методические стандарты устанавливают общие организационно-технические положения по проведению работ в определенной области.

Основополагающие общетехнические стандарты устанавливают: научно-технические термины, многократно используемые в науке, технике, производстве; условные обозначения различных объектов стандартизации — коды, метки, символы.

Стандарт на продукцию — стандарт, устанавливающий требования, которым должна удовлетворять продукция или группа однородной продукции, чтобы обеспечить ее соответствие своему назначению.

В ГОСТ Р 1.0—2004 указывается, что стандарты на продукцию устанавливают для групп однородной продукции или конкретной продукции: а) технические требования; б) методы контроля безопасности; в) технические требования к основным потребительским свойствам; г) требования к условиям и правилам эксплуатации; д) требования к транспортированию, хранению, применению и утилизации.

На продукцию разрабатывают следующие основные подвиды стандартов:

1) стандарт общих технических условий;
2) стандарт технических условий.

В первом случае стандарт содержит общие требования к группам однородной продукции, во втором — к конкретной продукции. Указанные стандарты в общем случае включают следующие разделы: классификация, основные параметры и (или) размеры; общие технические требования; правила приемки; маркировка, упаковка, транспортирование, хранение. По группам однородной продукции могут разрабатываться стандарты узкого назначения: стандарты технических требований; стандарты правил приемки; стандарты правил упаковки, транспортирования и хранения.

Стандарты на процессы устанавливают требования к выполнению различного рода работ на отдельных этапах жизненного цикла продукции (услуги) — разработка, изготовление, хранение, транспортирование, эксплуатация, утилизация для обеспечения их технического единства и оптимальности.

Стандарты на работы (процессы) должны содержать требования безопасности для жизни и здоровья населения и охраны окружающей природной среды при проведении технологических операций.

Стандарты на методы контроля должны в первую очередь обеспечивать всестороннюю проверку всех обязательных требований к качеству продукции (услуги). Устанавливаемые в стандартах методы контроля должны быть объективными, точными и обеспечивать воспроизводимые результаты. Для каждого метода в зависимости от специфики его проведения устанавливают:

а) средства испытаний и вспомогательные устройства;
б) порядок подготовки к проведению испытаний;
в) порядок проведения испытаний;
г) правила обработки результатов испытаний;
д) правила оформления результатов испытаний;
е) допустимую погрешность испытаний.

Стандарты могут быть узкого назначения — проверка одного показателя качества, либо широкого назначения - проверка комплекса показателей.

Практика обязательной сертификации вызвала необходимость разработки стандартов смешанного вида — стандартов на продукцию и методы контроля, в частности стандартов на требования безопасности к продукции (услуге) и методы контроля безопасности.

Стандарт на услугу устанавливает требования, которым должна удовлетворять группа однородных услуг (услуги туристские, услуги транспортные) или конкретные услуги (классификация гостиниц, грузовые перевозки) с тем, чтобы обеспечить соответствие услуги ее назначению.

Стандарт на термины и определения — стандарт, устанавливающий термины, к которым даны определения, содержащие необходимые и достаточные признаки понятия.

Терминологические стандарты выполняют одну из главных задач стандартизации — обеспечение взаимопонимания между всеми сторонами, заинтересованными в объекте стандартизации.

Разработка национальных стандартов.

Порядок разработки и утверждения стандартов осуществляется согласно по следующей общей схеме.

1. Национальный орган по стандартизации разрабатывает и утверждает программу разработки национальных стандартов (далее — НС).
2. Разработчик (любое физическое или юридическое лицо) организует уведомление о разработке НС, обеспечивает доступность проекта НС заинтересованным лицам для ознакомления, дорабатывает проект НС с учетом полученных замечаний заинтересованных лиц, проводит публичное обсуждение проекта.
3. Технический комитет (ТК) по стандартизации организует проведение экспертизы данного проекта.
4. Национальный орган по стандартизации утверждает и публикует в печатном издании федерального органа исполнительной власти по техническому регулированию и в информационной системе общего пользования перечень НС, которые могут на добровольной основе применяться для соблюдения требований ТР.

Применение национальных стандартов.

Применение национального стандарта — это использование указанного нормативного документа в различных видах деятельности:

- в производстве, торговле;
- в качестве доказательной базы ТР;
- в отношении продукции (услуг) на территории РФ с целью экспорта, при этом составляется договор (контракт).

В договор о поставке продукции или исполнении услуги должно быть включено условие о соответствии продукции (услуг) обязательным требованиям стандартов.

Применение национального стандарта подтверждается в соответствии со ст. 22 ФЗ о техническом регулировании знаком соответствия национальному стандарту в порядке, определенном

ГОСТ Р 1.9— 2004 «Знак соответствия национальному стандарту Российской Федерации. Изображение. Порядок применения».

Знак соответствия является формой доведения до потребителя информации о соответствии конкретной продукции требованиям национальных стандартов на эту продукцию. Подтверждение соответствия осуществляется по инициативе заявителя в форме добровольной сертификации.

Применением знака соответствия национальному стандарту является:

- маркирование им непосредственно продукции, тары, упаковки, товарно-сопроводительной документации, прилагаемой к продукции, поступающей к приобретателю при реализации;
- использование этого знака в рекламе, проспектах, на официальных бланках и вывесках, при демонстрации экспонатов на выставках и ярмарках;
- если необходимость маркирования продукции знаком соответствия установлена в договоре (контракте) на поставку продукции.

Знаком соответствия может маркироваться продукция, на которую имеются национальные стандарты следующего содержания:

- стандарты общих технических условий (технических условий);
- стандарты общих технических требований (технических требований).

Характеристика стандартов организаций.

Стандарты организаций (СТО) — документы по стандартизации, введенные ФЗ о техническом регулировании.

СТО, по существу, заменяют две категории стандартов, ранее введенные - стандарты научно-технических, инженерных обществ и других общественных объединений.

СТО применяются для совершенствования производства, обеспечения качества продукции, оказываемых услуг, а также для распространения и использования полученных в различных областях знаний, результатов исследований, измерений и разработок.

Объекты стандартов организации.

СТО могут разрабатываться на применяемые в данной организации продукцию, процессы и оказываемые услуги, а также на продукцию, создаваемую и поставляемую данной организацией на внутренний и внешний рынки, на работы, выполняемые данной организацией на стороне, и оказываемые ею на стороне услуги в соответствии с заключаемыми договорами (контрактами).

Объектом стандартизации могут быть:

- требования к качеству закупаемой продукции (собственные стандарты организаций — потребителей продукции;
- на полученные в результате НИР принципиально новые виды продукции, процессы, услуги, методы испытаний;
- внутри организации, выпускающей продукцию: составные части (детали и сборочные единицы) разрабатываемой и изготавливаемой продукции; процессы выполнения работ на стадиях жизненного цикла продукции; технологическая оснастка и инструмент и пр;
- внутренние документы по обеспечению и улучшению качества.

Поскольку СТО заменяет стандарты отраслей народного хозяйства, общественных объединений, стандарты предприятий, то сфера их действия является различной — от сферы отрасли народного хозяйства и сферы научно-практической деятельности до сферы отдельного предприятия. В отраслях, где существуют крупные корпорации или отраслевые объединения предприятий, стандартизацию на уровне организаций называют «корпоративной стандартизацией».

Получат широкое применение СТО, распространяющиеся на деятельность по торговле, стандарты субъектов РФ - территориальные стандарты.

Требования к стандартам организаций.

СТО должны обеспечивать соблюдение требований ТР, а также национальных стандартов, разрабатываемых для содействия соблюдению требований ТР.

В СТО не должны устанавливаться требования, параметры, характеристики и другие показатели, противоречащие ТР или национальным стандартам, разрабатываемым в обеспечение ТР, стандартам ИСО, МЭК и других международных организаций.

Разработка и утверждение стандартов организаций.

При установлении последовательности разработки СТО рекомендуется предусматривать наличие четырех следующих стадий:

- организация разработки стандарта;
- разработка проекта стандарта (первая редакция), его согласование заинтересованными сторонами;
- доработка проекта стандарта (окончательная редакция), его согласование и экспертиза;
- утверждение стандарта, его регистрация, распространение и введение в действие.

Возможность при разработке собственных стандартов учесть специфику структуры или области деятельности является преимуществом стандартизации на уровне организации.

СТО утверждает руководитель организации приказом и (или) личной подписью на титульном листе стандарта, в установленном в организации порядке, без ограничения срока действия. Если проект стандарта затрагивает вопросы безопасности, то он должен быть согласован с органом государственного контроля и надзора, к компетенции которого относятся эти вопросы.

Проект СТО может представляться разработчиком в ТК по стандартизации, который организует проведение экспертизы данного проекта, если СТО распространяется:

1) на продукцию, поставляемую на внутренний и (или) внешний рынки;
2) работы и услуги, выполняемые организацией на стороне.

СТО является интеллектуальной собственностью разработчика, а значит, и объектом авторского права, могут использоваться другой организацией в своих интересах только по договору с утвердившей его организацией.

В состав обозначения стандарта, распространяющегося на продукцию, поставляемую на внутренний и внешний рынки, или работы (услуги), выполняемые на стороне, следует согласно ГОСТ Р 1.4 включать:

- аббревиатуру — «СТО»;
- код органа по Общероссийскому классификатору предприятий и организаций;
- регистрационный номер, присваиваемый организации;
- год утверждения стандарта.

Технические условия как нормативный документ.

ТУ имеют двойной статус, как документа технического и нормативного.

ТУ выполняют роль НД в том случае, если на них делаются ссылки в договорах (контрактах), но их назначение этим не ограничивается.

При декларировании соответствия собственными доказательствами заявителя для целей подтверждения соответствия ТР может быть техническая документация.

ТУ разрабатывают: на одно конкретное изделие, материал, вещество и т.п.; на несколько конкретных изделий, материалов, веществ и т.п. В отличие от национальных стандартов они разрабатываются в более короткие сроки, что позволяет оперативно организовать выпуск новой продукции.

Объект ТУ:

- продукция, в частности ее разновидности — конкретные марки, модели товаров;
- изделия, выпускаемые мелкими сериями (предметы галантереи, изделия народных промыслов);
- изделия сменяющегося ассортимента (сувениры, выпускаемые к знаменательному событию);
- изделия, осваиваемые промышленностью;
- продукция, выпускаемая на основе новых рецептур и (или) технологий.

ТУ должны содержать вводную часть и разделы, расположенные в следующей последовательности: технические требования; требования безопасности; требования охраны окружающей среды; правила приемки; методы контроля; транспортирование и хранение; указания по эксплуатации; гарантии изготовителя.

Требования, установленные ТУ, не должны противоречить обязательным требованиям национальных стандартов, распространяющимся на данную продукцию.

ТУ подлежат согласованию на приемочной комиссии, если решение о постановке продукции на производство принимает приемочная комиссия. Подписание акта приемки опытного образца (опытной партии) продукции членами приемочной комиссии означает согласование ТУ. Если решение о постановке продукции на производство принимают без приемочной комиссии, ТУ направляют на согласование заказчику (потребителю).

ТУ, содержащие требования, относящиеся к компетенции органов госнадзора, подлежат согласованию с ними.

ТУ утверждает разработчик документа.

Обозначение ТУ формируется из: кода ТУ; кода группы продукции по классификатору продукции (ОКП); трехразрядного регистрационного номера; кода предприятия разработчика ТУ по классификатору предприятий и организаций (ОКПО); двух последних цифр года утверждения документа.

Например: ТУ 1115-017-38576343-93, где 1115 - код группы продукции по ОКП; 017 — регистрационный номер; 38576343 — код предприятия по ОКПО. Для продукции, поставляемой для государственных нужд (закупаемой по государственному контракту), в случаях, когда в контрактах есть ссылка на ТУ, должна быть предусмотрена их государственная регистрация.

На регистрацию представляется копия ТУ и в качестве приложения к нему — каталожный лист.

В каталожном листе приводятся подробные сведения о предприятии-изготовителе и выпущенной конкретной продукции в виде текста и в закодированном виде. Предприятие-разработчик несет ответственность за правильность заполнения каталожного листа.

При согласии заказчика (потребителя) разрешается не разрабатывать ТУ, если продукция может быть выпущена:

- по контракту — продукция, предназначенная для экспорта;
- по образцу-эталону и его техническому описанию — непродовольственные товары (кроме сложной бытовой техники и продукции бытовой химии), потребительские свойства которых определяются непосредственно образцом товара без установления количественных значений показателей его качества или когда значения этих показателей установлены ГОСТом (ГОСТ Р) на группу однородной продукции;
- по техническому документу (ТД) — полуфабрикаты, вещества, материалы, изготовленные в установленном объеме по прямому заказу одного предприятия. Указанные документы выполняют роль ТУ.

В связи с расширением сферы применения стандартов организаций, в частности распространением их на поставляемую продукцию, ТУ начинают вытесняться СТО. Уже известны случаи переоформления ТУ в СТО. В ближайшей перспективе на конкретные разновидности продукции будут действовать два массовых документа — ТУ и СТО.

ЗАДАНИЕ П.Р:

Ознакомиться с общими теоретическими сведениями и указанными ГОСТами НСС. Проработать поставленные вопросы по указанным в задании первоисточникам.

ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения».

Проработайте следующие разделы: 3,4,5,67,8 и продумайте вопросы:

1. Основные цели и принципы стандартизации.
2. Национальный орган по стандартизации и его функции.
3. Документы в области стандартизации в РФ.
4. Их разработка, утверждение и применение.
5. Виды стандартов.
6. Применение документов.
7. Издание и распространение национальных стандартов и стандартов организаций.

ГОСТ Р 1.12—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения».
Выпишите следующие термины:
- знак соответствия национальным стандартам;
- национальный орган РФ по стандартизации;
- правила (нормы) по стандартизации;
- рекомендации по стандартизации;
- национальный стандарт РФ;
- стандарт организаций;
- экспертиза проекта стандарта.

ГОСТ Р 1.2—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные РФ. Правила разработки. Утверждения. Обновления и отмены».
Проработайте следующие разделы: 3,4.1, 4.2, 4.3, 5.1, 6 и продумайте вопросы:
1. Правила разработки национальных стандартов.
2. Правила утверждения национальных стандартов.
3. Правила обновления и отмены национальных стандарт.

ГОСТ Р 1.4—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения.
Проработайте раздел 4 и продумайте вопросы:
1. Разработка и применение стандартов организаций.
2. Утверждение стандартов организаций.
3. Объекты стандартов организаций.
4. Правила обозначения стандартов организаций.

ГОСТ Р 1.5—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные РФ. Правила построения, изложения, оформления и обозначения».
Проработайте следующие разделы: 3, 4, 7, 8 и продумайте вопросы:
1. Требования к содержанию стандартов.
2. Правила изложения стандартов.
3. Правила обозначения национальных стандартов.

ГОСТ Р 1.9— 2004 «Знак соответствия национальному стандарту Российской Федерации. Изображение. Порядок применения».
Проработайте следующие разделы: 1, 3,4, 5, 6 и продумайте вопросы:
1. Область применения знака соответствия национальному стандарту.
2. Цели применения знака соответствия.
3. Изображение знака соответствия национальному стандарту.
4. Порядок применения знака соответствия национальному стандарту.

ГОСТ 2.114—95 «Единая система конструкторской документации. Технические условия»;
Проработайте следующие разделы: 3, 4, 5, 6 и продумайте вопросы:
1. Назначение и объекты ТУ.
2. Правила построения и изложения ТУ.
3. Согласование и утверждение ТУ.
4. Правила обозначения ТУ.

Порядок выполнения работы:

Проработав указанный материал, результаты оформить по образцу таблицы 5.

Национальная система стандартизации.

Таблица 5.

Показатели нормативных документов	Нормативные документы		
	Национальные стандарты	Стандарты организаций	Технические условия
1. Характеристика			
2. Применение			
3. Объекты			
4. Требования к НД			
5. Разработчик			
6. Стадии разработки			
7. Утверждение и согласование			
8. Содержание			
9. Применение знака соответствия			
10. Обозначение и его расшифровка			

Контрольные вопросы:

1. Укажите назначение единой информационной системы.
2. Назовите основные задачи международного сотрудничества в области стандартизации.
3. Какие права даются организациям в области стандартизации?
4. В каком случае другая организация может использовать СТО?

Закончите предложение:

1. Национальный орган по стандартизации опубликовывает и распространяет…
2. Издание национальных стандартов других стран осуществляет…
3. Издание и распространение стандартов организаций осуществляет…
4. Заказчиком разработки национального стандарта может быть…
5. Разработчиком национального стандарта может быть…

Практическая работа «Чтение линейных размеров на чертежах, определение годности действительных размеров детали»

Теоретические сведения

Различают номинальный, действительный и предельный размеры.

Номинальный размер – размер, который указывают на чертеже на основании инженерных расчетов, опыта проектирования, обеспечения конструктивного совершенства или удобства изготовления детали (изделия).

В производстве невозможно выполнить абсолютно точно требуемые размеры деталей. Некоторая погрешность вносится также при измерении. Поэтому существует понятие – *действительный* размер детали. Так называют размер, полученный в результате измерения с погрешностью мерительного инструмента.

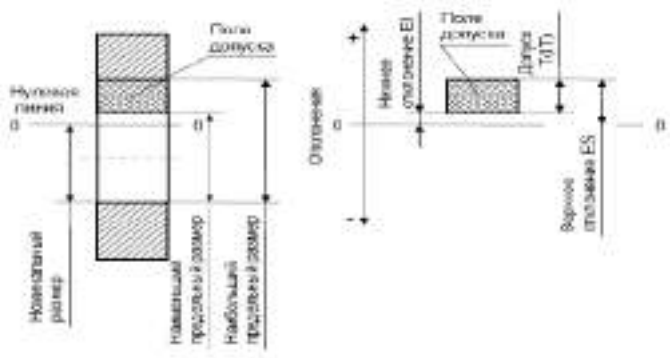
Для определения допускаемого диапазона требуемых размеров устанавливают *предельные* размеры детали. Такими называются наибольшее и наименьшее допустимые значения размера, между которыми должен находиться действительный размер годной детали. Больший из них называется наибольшим предельным размером, меньший –наименьшим предельным размером.

Сравнение действительного размера с предельными дает возможность судить о годности детали. Изготовленные детали считаются годными, если их действительные размеры находятся между предельными размерами или равны им: для отверстия - Dmin ≤ Da, ≤ Dmax; для вала - dmin ≤ da, ≤ dmax

Для упрощения чертежей введены предельные отклонения от номинального размера, проставляемые рядом с этим размером. Верхним предельным отклонением называется алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами; нижним предельным отклонением – алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами.

Действительным отклонением называется алгебраическая разность между действительным и номинальным размерами. Отклонение является положительным, если предельный или действительный размер больше номинального, и отрицательным, если указанные размеры меньше номинального.

Допуском T называется разность между наибольшим и наименьшим допустимыми значениями того или иного параметра. Допуск размера – разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами. Он равен также алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями. Допуск – величина всегда положительная. Он определяет заданную точность изготовления. Чем меньше допуск, тем точнее должен быть изготовлен элемент детали и тем труднее, сложнее и потому дороже его изготовление. Чем больше допуск, тем грубее требования к элементу детали и тем проще и дешевле его изготовление.



При схематическом изображении полей допусков предельные отклонения размеров откладываются по вертикали в определенном масштабе от линии, условно соответствующей номинальному размеру, называемой нулевой линией. Положительные отклонения откладываются вверх от нулевой линии, а отрицательные – вниз.

Все выше перечисленные элементы, относящиеся к отверстию, обозначаются прописными буквами, относящиеся к валу – строчными.

№ п/п	Название параметра	ВАЛ		ОТВЕРСТИЕ	
		Условн. обозначение	Формула расчета	Условн. обозначение	Формула расчета
1.	**Номинальный размер**	**d**	Расчет конструктора	**D**	Расчет конструктора

2.	**Действительный размер**	**da**	Измерением	**Da**	Измерением
3.	**Наибольший предельный размер**	**d max**	**d max = d + es**	**D max**	**Dmax = D+ES**
4.	**Наименьший предельный размер**	**d min**	**d min = d + ei**	**D min**	**Dmin = D+EI**
5.	**Верхнее предельное отклонение**	**es**	**es = d max - d**	**ES**	**ES = D max – D**
6.	**Нижнее предельное отклонение**	**ei**	**ei = d min - d**	**EI**	**EI = D min - D**
7.	**Действительное отклонение**	**ea**	**ea = da - d**	**Ea**	**Ea = Da - D**
8.	**Допуск**	**Td**	**Td =d max - dmin Td = es - ei**	**TD**	**TD =Dmax –Dmin TD = ES - EI**

«Чтение линейных размеров на чертежах, определение годности действительных размеров детали»

Цель работы – усвоение основных терминов и определений, формирование навыков в вычислении предельных размеров, величин допусков.

Порядок выполнения работы

1.Проработайте теоретический материал и ответьте письменно на контрольные вопросы.
2.Выполните задание №1.
3.Постройте графики полей допусков в определенном масштабе, нанесите все размеры, отклонения, допуски.
4.Выполните задание №2.

Задание №1

По заданным номинальным размерам и предельным отклонениям подсчитать предельные размеры, допуски размеров и результаты занести в соответствующие графы таблицы отчета

Таблица 1

	Размеры, мм			
Вариант 1	**Ø54** $^{-0,025}_{-0,050}$	**Ø13** $^{+0,040}$	**Ø8** $^{+0,013}_{-0,044}$	**Ø13** $_{-0,065}$
Вариант 2	**Ø44** $^{+0,033}_{-0,012}$	**Ø136** $^{+0,089}_{+0.044}$	**Ø12** $^{-0,033}_{-0,066}$	**Ø44** $_{-0,017}$
Вариант 3	**Ø80** $^{-0,011}_{-0,033}$	**Ø55** $^{+0,045}$	**Ø66** $^{+0,034}_{-0,014}$	**Ø80** $^{+0,048}_{+0,012}$
Вариант 4	**Ø34** $_{-0,055}$	**Ø14** $^{+0,030}_{+0,003}$	**Ø34** $^{+0,046}_{-0,013}$	**Ø76** $^{+0,040}$
Вариант 5	**Ø12** $_{-0,055}$	**Ø24** $^{+0,089}_{+0.044}$	**Ø36** $^{+0,046}_{-0,013}$	**Ø12** $^{-0,022}_{-0,055}$

Задание №2.

Определите годность действительного размера детали

Таблица 2

	ВАЛ		ОТВЕРСТИЕ	
	d мм	**d_a мм**	**D мм**	**D_a мм**
Вариант 1	$\text{Ø}44^{+0,033}_{-0,012}$	$d_a = 44,035$	$\text{Ø}50_{-0,017}$	$D_a = 50,0$
Вариант 2	$\text{Ø}35^{+0,012}$	$d_a = 35,012$	$\text{Ø}12_{-0,01}$	$D_a = 11,98$
Вариант 3	$\text{Ø}67^{+0,046}_{-0,013}$	$d_a = 67,002$	$\text{Ø}40 \pm 0,022$	$D_a = 40,02$
Вариант 4	$\text{Ø}36^{+0,012}_{+0,003}$	$d_a = 36,009$	$\text{Ø}136^{+0,022}_{-0,044}$	$D_a = 136,020$
Вариант 5	$\text{Ø}80^{-0,011}_{-0,033}$	$d_a = 80,001$	$\text{Ø}77^{+0,048}_{+0,012}$	$D_a = 77,050$

Отчет по работе

Отчет по работе должен содержать:

1. Наименование темы и цель работы.
2. Данные варианта выполнения работы
3. Ответы на контрольные вопросы
3. Заполненную таблицу 3.
4. Графическое изображение расположения полей допусков с указанием всех предельных отклонений.
5. Указать годен или нет полученный действительный размер. Обосновать ответ.

Контрольные вопросы

- Что такое допуск, верхнее, нижнее отклонение размера?
- Какой размер называется действительным?
- В каких единицах измерения проставляются линейные размеры на чертежах?
- Почему не следует изготавливать все детали, из которых состоит механизм, с наивысшей точностью?
- В каком документе указываются размеры, которые должна иметь заданная деталь?

Таблица 3

Основные понятия	Обозначение размера, мм			
Номинальный размер				
Верхнее предельное отклонение				
Нижнее предельное отклонение				
Наибольший предельный размер				
Наименьший предельный размер				
Допуск				

Практическая работа
«Чтение размеров с использованием таблиц полей допусков валов и отверстий»

Теоретические сведения

Точность размеров определяется величиной допуска — с уменьшением допуска точность повышается и наоборот. Однако значение допуска без учета величины и характера размера, назначения и условий работы детали не может служить мерой точности. Это объясняется следующим.

Каждый технологический метод обработки деталей характеризуется своей экономически обоснованной оптимальной точностью, но практика показывает, что с увеличением размеров возрастают технологические трудности обработки деталей с малыми допусками и оптимальные допуски, при неизменных условиях обработки, несколько увеличиваются. Обобщение опыта обработки деталей на металлорежущем оборудовании позволило выразить связь между экономически достижимой точностью и значениями размеров с помощью условной величины, называемой единицей допуска.

Единица допуска / выражает зависимость допуска от номинального размера и служит базой для определения стандартных допусков. В системе допусков и посадок СЭВ единицу допуска вычисляют по формулам:

для размеров до 500 мм

$$i = 0.45\sqrt[3]{Dm} + 0.001Dm \quad (1)$$

для размеров свыше 500 до 10 000 мм

$$i = 0{,}004Dm + 2{,}1, \quad (2)$$

где Dm — средний диаметр интервала, мм;

i — единица допуска, мкм.

в формулах (1) и (2) первое слагаемое учитывает влияние погрешностей обработки, а второе — влияние погрешностей измерения и температурных погрешностей.

К размерам, имеющим даже одинаковые значения, могут предъявляться различные требования в отношении точности. Это объясняется большим разнообразием механизмов, а также узлов и деталей, отличающихся конструкциями, назначением и условиями работы, поэтому стандартные системы допусков и посадок содержат ряд квалитетов.

Квалитетом называется совокупность или ряд допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров.

Допуск для квалитетов, за некоторым исключением, устанавливают по формуле

$$T = ai, \quad (3)$$

где a — число единиц допуска.

В пределах одного и того же квалитета a постоянно. Благодаря этому все номинальные размеры в каждом квалитете имеют одинаковую степень точности. Допуски в одном и том же квалитете для разных размеров все же изменяются, так как по мере увеличения размеров увеличивается единица допуска [см. формулы (1) и (2)]. При переходе от квалитетов высокой точности к квалитетам грубой точности допуски увеличиваются вследствие увеличения числа единиц допуска, поэтому в разных квалитетах изменяется точность одних и тех же номинальных размеров (см. табл. 5.2)..

В Единой системе допусков и посадок установлено 19 квалитетов и определены формулы для расчета допусков. Точность валов, изготовленных, например, шлифованием во всем диапазоне диаметров одинакова, несмотря на то, что погрешность обработки, как показали эксперименты, растет с увеличением размера обрабатываемой детали.

Точность возрастает с уменьшением номера квалитета. Самые точные квалитеты (01, 0, 1, 2, 3, 4), как правило, применяются при изготовлении образцовых мер и калибров. Квалитеты с 5-го по 11-й, как правило, применяются для сопрягаемых элементов деталей. Квалитеты с 12-го по 18-й применяются для несопрягаемых элементов деталей.

Чтобы максимально сократить число значений допусков при построении рядов допусков, стандартом установлены интервалы размеров, внутри которых значение допуска для данного квалитета не меняется.

Пример 1. На размер ø23 установлен допуск T = 52 мкм. На размер ø280 установлены допуски: в первом случае — 52, во втором — 130 и в третьем — 210 мкм. Определить, в каком случае на размер ø280 установлен более точный и в каком менее точный допуски, чем на размер ø23. *Решение.* Вычисляем единицы допуска В формулу (1) подставляем заданные размеры, весьма близкие к средним размерам интервалов. Для ø23 , $i = 0{,}45\sqrt[3]{23} + 0{,}001 * 23 = 1{,}3$. Для ø280 $i = 0{,}45\sqrt[3]{280} + 0{,}001 * 280 = 3{,}22$ мкм. Находим число единиц допуска для размера ø23 при T = 52 мкм a_{23} = T/i — 52/1,3 = 40. Находим числа единиц допусков, установленных на размер ø280, сопоставляем их с a_{23} (числом единиц допуска, найденного для размера ø23) и определяем точность допусков в трех заданных случаях: 1) T = 52 мкм; a_{280} = 52/3,22 = 16,2 < a_{23}. следовательно, допуск на ø 280 точнее, чем на ø23 мм; 2) T = 130 мкм; a_{280} = 130/3,22 = 40 = a_{23} — допуски обоих размеров имеют одинаковую точность; 3) T = 210 мкм, a_{280} = 210/2,22 = 65 > a_{23} — допуск на размер ø280 грубее, чем на размер ø23.

«Чтение размеров с использованием таблиц полей допусков валов и отверстий»

Цель работы - получить практические навыки работы с таблицами допусков и посадок в системе отверстия и вала.

Порядок выполнения работы

1.Проработайте теоретический материал
2.Выполните задания.
3.Ответьте письменно на контрольные вопросы.

Вариант №1

Задание 1. Определить величину допуска по 10 квалитету для детали размером 125 мм.
Задание 2. По заданным номинальным размерам 165u7; 82H7 определить предельные размеры.
Задание 3. Определить допуск на изготовление деталей с номинальными размерами 8g5; 12m5; 15k7.
Задание 4. По заданным номинальным размерам 50H8; 120f8 определить, какая из деталей изготовлена более точно?

Вариант №2

Задание 1. Определить величину допуска по 7 квалитету для детали размером 25 мм.
Задание 2. По заданным номинальным размерам 165u8; 66H8 определить предельные размеры.
Задание 3. Определить допуск на изготовление деталей с номинальными размерами 24g5; 12H5; 40k6.
Задание 4. По заданным номинальным размерам 46H8; 116f8 определить, какая из деталей изготовлена более точно?

Вариант №3

Задание 1. Определить величину допуска по 8 квалитету для детали размером 66 мм.
Задание 2. По заданным номинальным размерам 18h8; 24d10 определить предельные размеры.
Задание 3. Определить допуск на изготовление деталей с номинальными размерами 52d9; 70K8; 120N8.
Задание 4. По заданным номинальным размерам 50H6; 120f6 определить, какая из деталей изготовлена более точно?

Вариант №4
Задание 1. Определить величину допуска по 6 квалитету для детали размером 86 мм.
Задание 2. По заданным номинальным размерам 36h8; 24d9 определить предельные размеры
Задание 3. Определить допуск на изготовление деталей с номинальными размерами 15k6; 52d9; 70K8.
Задание 4. По заданным номинальным размерам 44H7; 120f7 определить, какая из деталей изготовлена более точно?

Вариант №5
Задание 1. Определить величину допуска по 6 квалитету для детали размером 42 мм.
Задание 2. По заданным номинальным размерам 24k8; 24H7 определить предельные размеры.
Задание 3. Определить допуск на изготовление деталей с номинальными размерами 36d9; 70H8; 116N8.
Задание 4. По заданным номинальным размерам 50H6; 110f6 определить, какая из деталей изготовлена более точно?

Отчет по работе
Отчет по работе должен содержать:
1. Наименование темы и цель работы.
2. Данные варианта выполнения работы.
3. Решения заданий.
4. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы:
- Что такое единица допуска и для чего она служит?
- Что называется квалитетом?
- В чём различие между понятиями «допуск» и «поле допуска»?
- Для каких целей весь диапазон размеров разбит на группы и интервалы?
- Какой параметр определяет различную точность одинаковых номинальных размеров?

Практическая работа «Чтение обозначений допусков формы и расположения поверхностей на чертежах»

Теоретические сведения

Под отклонением формы поверхности (или профиля) понимают отклонение формы реальной поверхности от формы номинальной поверхности.

Отсчет отклонений формы поверхности производится от прилегающей поверхности или от прилегающей линии. В общем случае под прилегающей поверхностью понимается поверхность, имеющая форму номинальной поверхности, соприкасающаяся с реальной поверхностью и расположенная вне материала детали так, чтобы расстояние от нее наиболее удаленной точки реальной поверхности, в пределах нормируемого участка, было минимальным. За отклонение формы принимают наибольшее расстояние от точек действительной поверхности до прилегающей поверхности.

Отклонением расположения называется отклонение реального (действительного) расположения рассматриваемого элемента (поверхности, оси или плоскости симметрии) от номинального расположения. Под номинальным понимается расположение, определяемое номинальными

линейными и угловыми размерами между рассматриваемым элементом и базой. При оценке расположения отклонения формы рассматриваемых поверхностей и базовых элементов исключаются из рассмотрения. При этом реальные поверхности заменяются прилегающими.

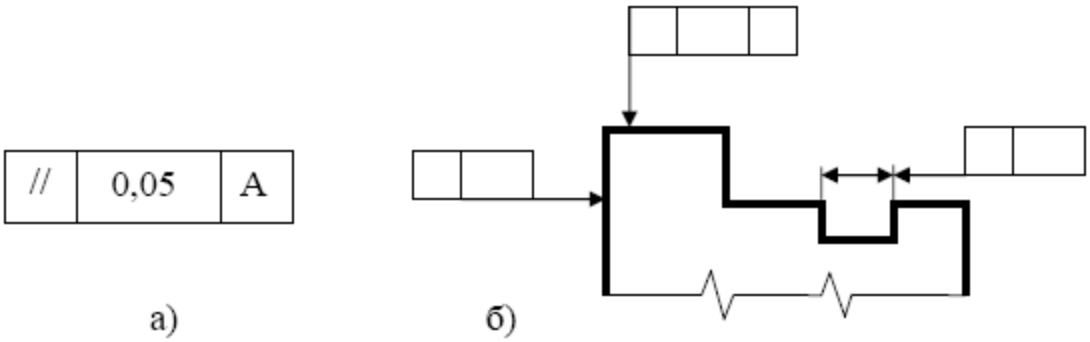
К отклонениям расположения поверхностей относятся:

1. отклонение от параллельности плоскостей, прямых в плоскости, осей поверхностей вращения, оси вращения и плоскости;
2. отклонение от перпендикулярности плоскостей, осей или оси и плоскости;
3. отклонение от соосности – относительно оси базовой поверхности и относительно общей оси;
4. отклонение от пересечения осей;
5. отклонение наклона;
6. отклонение от симметричности;
7. позиционное отклонение – смещение от номинального расположения.

Кроме перечисленных отклонений формы и расположения установлены суммарные отклонения формы и расположения. К ним относятся:

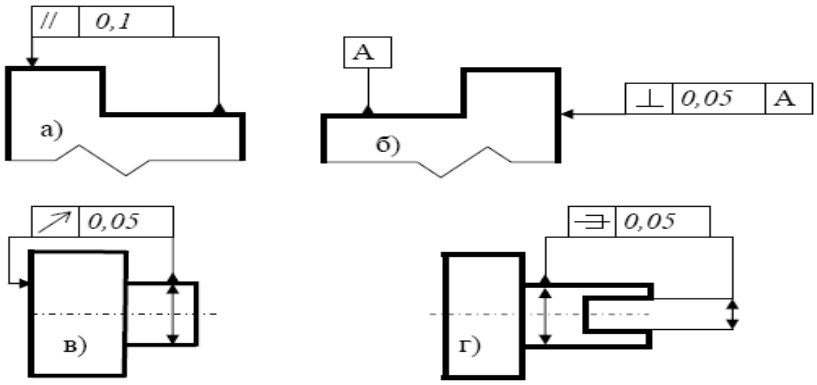
1. торцовое и радиальное биение и биение в заданном направлении;
2. полное торцовое и полное радиальное биение;
3. отклонение формы заданного профиля;
4. отклонение формы заданной поверхности.

На чертежах допуски формы и расположения поверхностей должны обозначаться в соответствии с ***СТ СЭВ 368 – 76***. знак и числовое значение допуска вписывают в рамку: на первом месте указывают условное обозначение отклонения формы или расположения, на втором – числовое значение допуска и на третьем – базу, относительно которой определяют допуск (рис. а). Рамку соединяют с контурной линией изделия или с выносной линией (рис. б).



Условное обозначение отклонений формы и расположения поверхностей

Базы обозначают зачерненным треугольником, который соединяют линией с рамкой допуска (рис. а). Чаще базу обозначают буквой и соединяют ее с треугольником (рис.б). Если базой является ось или плоскость симметрии, то треугольник располагают в конце размерной линии соответствующего размера поверхности (рис.в), при этом треугольник может заменить стрелку.



Примеры обозначений отклонений расположения поверхностей на чертежах.

Условные обозначения допусков формы и расположения поверхностей

Группа допусков	Вид допуска	Знак
Допуск формы	Допуск прямолинейности	
	Допуск плоскостности	
	Допуск круглости	
	Допуск цилиндричности	
	Допуск профиля продольного сечения	
Допуск расположения	Допуск параллельности	
	Допуск перпендикулярности	
	Допуск наклона	
	Допуск соосности	
	Допуск симметричности	
	Позиционный допуск	
	Допуск пересечения осей	
Суммарные допуски формы и расположения	Допуск радиального биения	
	Допуск торцового биения	
	Допуск биения в заданном направлении	
	Допуск полного радиального биения	
	Допуск полного торцового биения	
	Допуск формы заданного профиля	
	Допуск формы заданной поверхности	

«Чтение обозначений допусков формы и расположения поверхностей на чертежах»

Цель работы – закрепление определений параметров формы и отклонений расположения поверхностей, приобретение практических навыков чтения допустимого отклонения формы и расположения плоскостей на чертеже.

Порядок выполнения работы

1.Проработайте теоретический материал

2.Изобразите эскиз детали с указанием на заданных поверхностях обозначений отклонений формы и расположения поверхностей;

3. Заполните таблицу

Условное обозначение допуска	Поверхность	Расшифровка обозначения	Размерность
1	2	3	4

В графе 1 последовательно изобразить все указанные на чертеже допуски формы и расположения поверхностей.
В графе 2 охарактеризовать поверхность, на которой указан допуск
В графе 3 расшифровать обозначения отклонений формы и расположения заданных поверхностей
В графе 4 указать размерность числовых отклонений

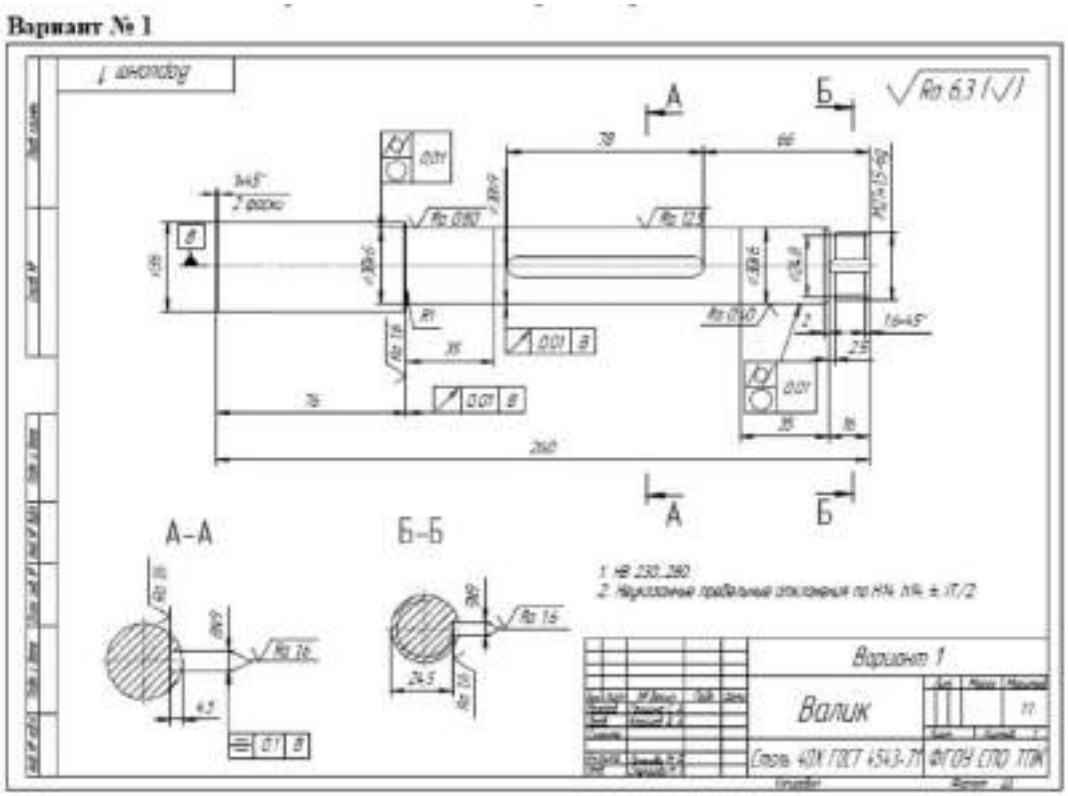
Отчет по работе

Отчет по работе должен содержать:
1. Наименование темы и цель работы.
2. Эскиз детали.
3. Заполненную таблицу.

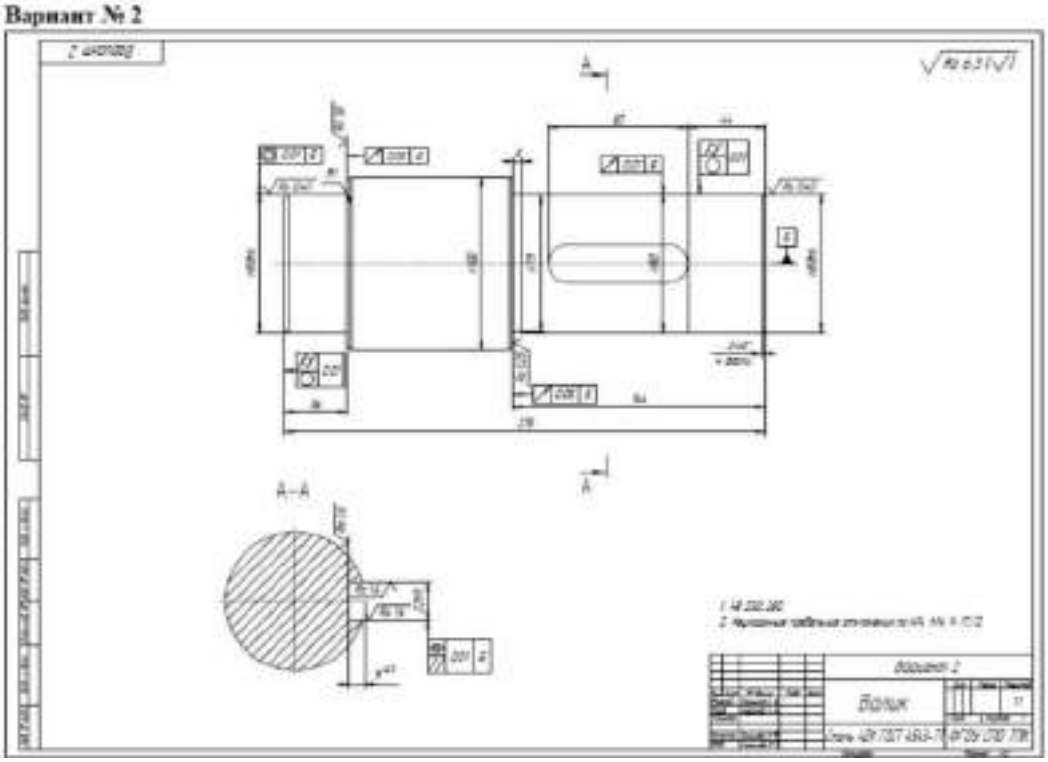
Контрольные вопросы:

- Что такое номинальная форма поверхности, реальная поверхность, профиль поверхности и прилегающая поверхность?
- Перечислите виды отклонений формы поверхности и условные обозначения их на чертеже.
- Что такое отклонение от плоскостности и частные виды отклонений?
- Какие средства измерений применяют для выявления отклонений от плоскостности?

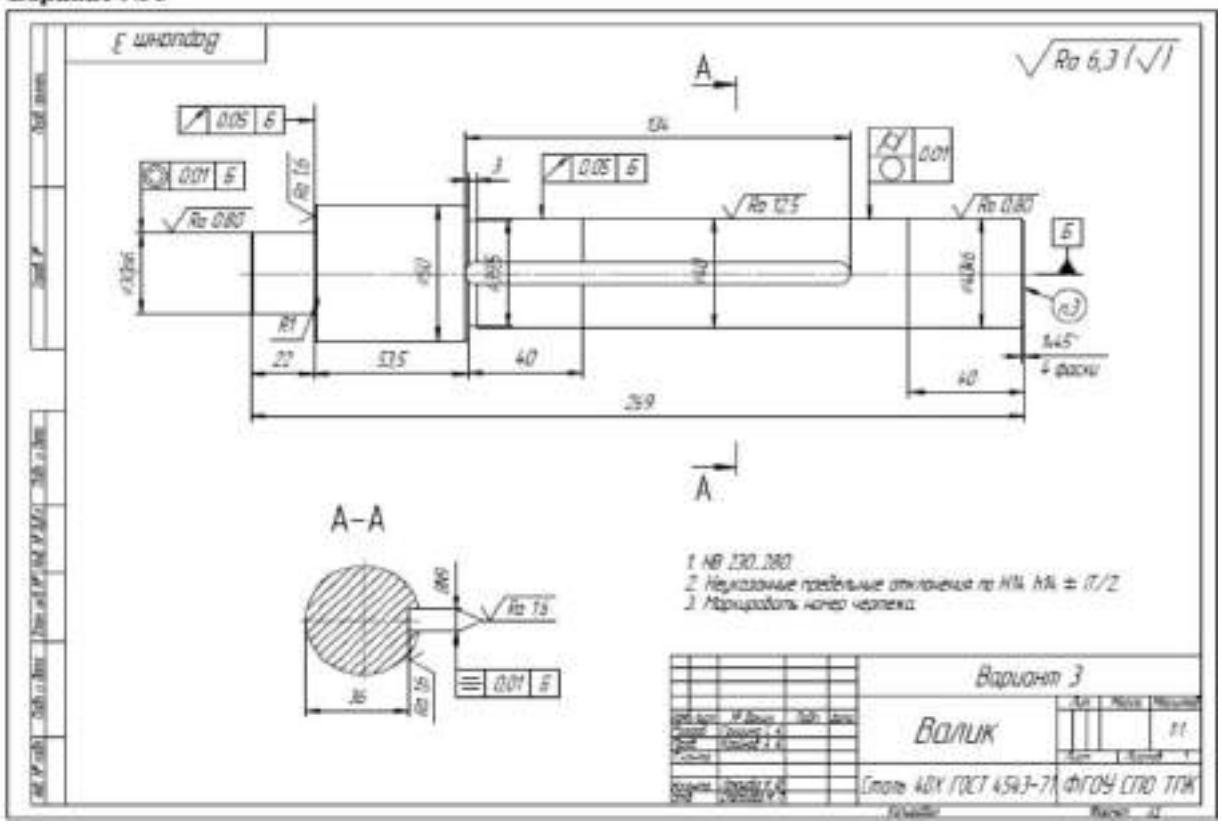
Вариант № 1



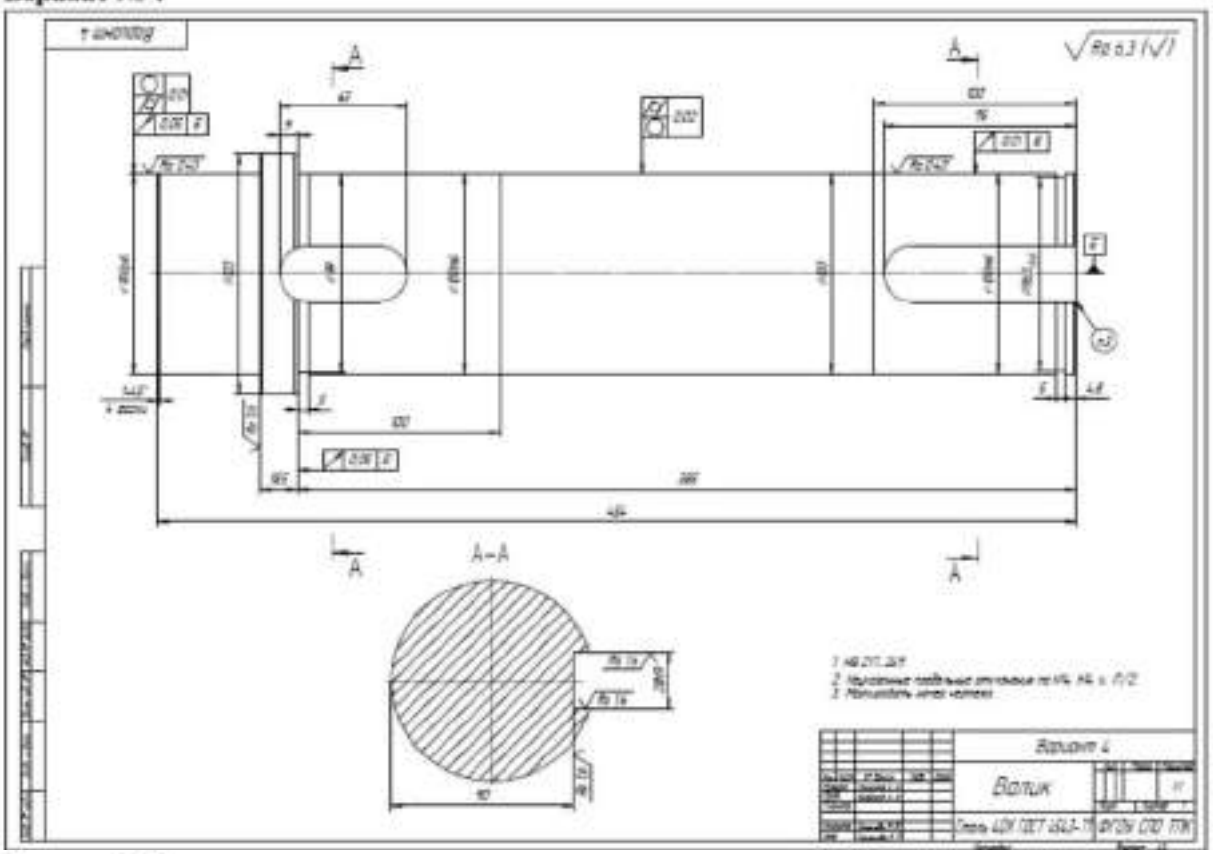
Вариант № 2



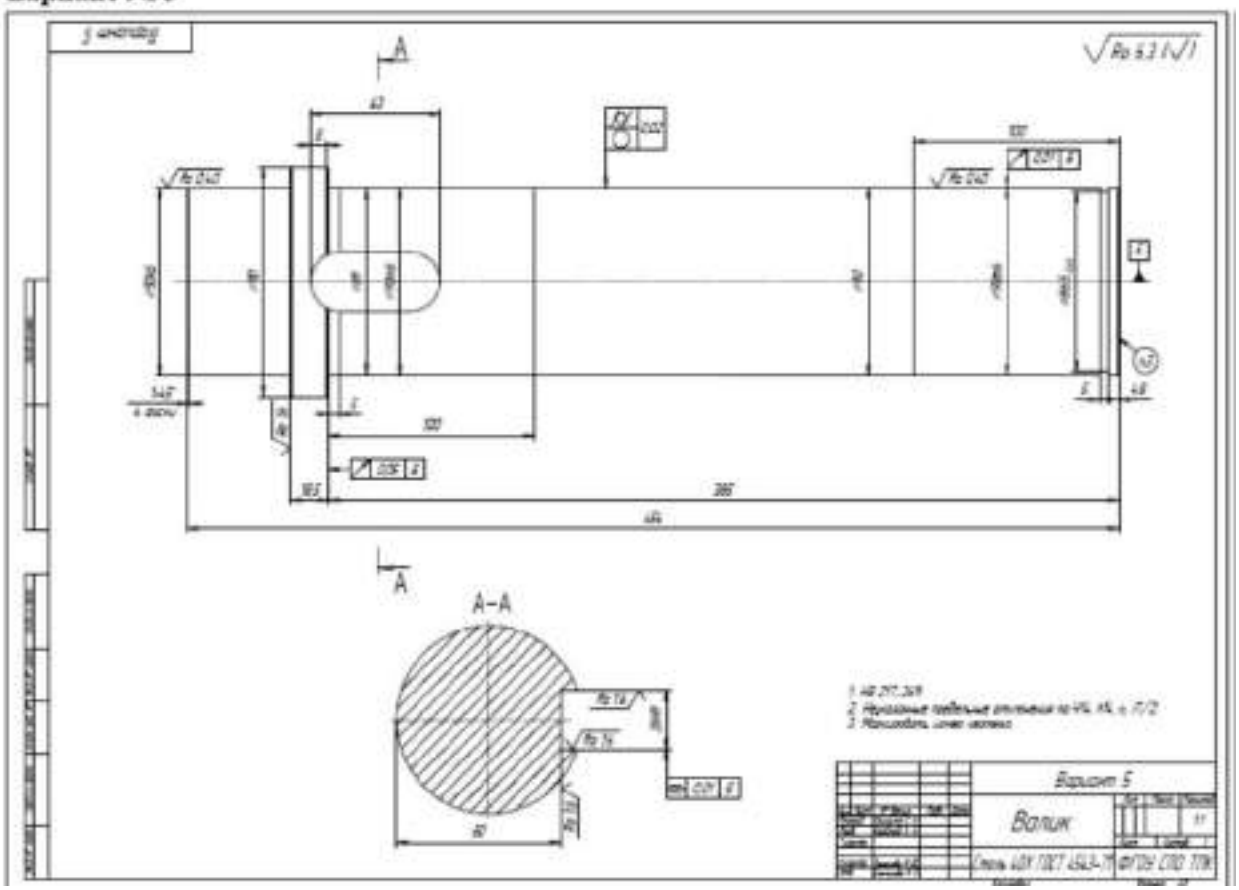
Вариант № 3



Вариант № 4



Вариант № 5



Практическая работа
Определение шероховатости поверхности

Цель работы: Научиться определять шероховатость поверхности для деталей разного назначения.

Материалы для выполнения работы:

ГОСТ 25142—82. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики;

ГОСТ 2.309—73. Шероховатость поверхности. Термины и определения;

ГОСТ 2789—73. Обозначение шероховатости поверхностей.

Описание практической работы:

Общие теоретические сведения.

Шероховатость поверхности регламентируется следующими стандартами:

ГОСТ 25142—82. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики;

ГОСТ 2.309—73. Шероховатость поверхности. Термины и определения;

ГОСТ 2789—73. Обозначение шероховатости поверхностей.

Шероховатость поверхности влияет на работу деталей машин.

В процессе формообразования деталей на их поверхности появляется шероховатость — ряд чередующихся выступов и впадин сравнительно малых размеров.

Шероховатость может быть следом от резца или другого режущего инструмента, копией неровностей форм или штампов, может появляться вследствие вибраций, возникающих при резании, а также в результате действия других факторов.

ГОСТ2789—73 устанавливает следующие параметры шероховатости:

1. Среднее арифметическое отклонение профиля Ra.
2. Высота неровностей профиля по десяти точкам Rz.
3. Наибольшая высота неровностей профиля Rmax.
4. Средний шаг неровностей профиля Sm.
5. Средний шаг местных выступов S.
6. Относительная опорная длина профиля tp.

Нормирование параметров шероховатости поверхности

Выбор параметров шероховатости поверхности производится в соответствии с ее функциональным назначением.

Основным во всех случаях является нормирование высотных параметров. Предпочтительно, в том числе и для самых грубых поверхностей, нормировать параметр Ra, который лучше отражает отклонения профиля, поскольку определяется по значительно большему числу точек, чем Rz.

Параметр Rz нормируется в тех случаях, когда прямой контроль Ra с помощью профилометров невозможен (режущие кромки инструментов и т. п.).

Числовые значения параметров Ra и Rz приведены в таблице 15 (см. приложение). Следует применять в первую очередь предпочтительные значения.

Технологический процесс изготовления детали и окончательная обработка поверхности детали определяет ее шероховатость. Параметры шероховатости поверхности при различных методах ее обработки даны в табл. 17(см. приложение).

Шероховатость (параметр Ra) связана с точностью изготовления изделия, т. е. с квалитетом табл.18 (см. приложение). Чем, меньше квалитет (уже поле допуска), тем более высокие требования к параметрам шероховатости.

В настоящее время существует несколько способов назначения шероховатости поверхности:

1. По выбору числовых значений для наиболее характерных видов сопряжений.

2. Шероховатость устанавливается стандартами на детали и изделия, а также на поверхности, с которыми они сопрягаются.

Пример 1.

На чертеже вала проставлен размер 30p6,но отсутствует параметр шероховатости. Известно, что вал будет соединен с деталью по посадке с натягом. Выбрать параметр шероховатости и по его числовому значению назначить вид окончательной обработки вала.

Решение

Согласно таблице 16 (см. приложение) назначают параметр Ra или Rz, - выбираем Ra Для вала 6-го квалитета номинального размера 30 мм (интервал размеров «Св. 18 до 50 мм») по таблице18 (приложение) могут быть назначены три значения Ra: 1,6; 0,8 и 0,4 мкм Выбираем Ra = 0,8 мкм .Согласно табл. 17 (приложение) требования по точности и шероховатости выполняются при обтачивании и тонком шлифовании .

3. Когда отсутствуют рекомендации по назначению шероховатости поверхности, ограничения шероховатости могут быть связаны с допуском размера (I T), формы (TF) или расположения (TP). Большинство геометрических отклонений детали должно находиться в пределах поля допуска размера.

Поэтому величину параметра Rz рекомендуется назначать не более 0.33 от величины поля допуска на размер либо 0.5...0.4 от допуска расположения или формы. Если элемент детали имеет все три допуска, то следует брать допуск с наименьшей величиной:

Rz = 0,33 I T или Rz = 0,5 TF; или Rz = 0,5 TP

Переход от параметра Rz к параметру Ra производится по соотношениям:

Ra = 0.25 Rz при Rz > 8 мкм или при Rz = 8 мкм;

Ra » 0.2 Rz при Rz < 8 мкм.

После определения параметр Ra округляют до ближайшего числа из ряда стандартных значений (см. приложение таблица 15).

Пример 2

На чертеже детали задан размер $Ø42k6\begin{pmatrix}+0,018\\+0,002\end{pmatrix}$.Определить параметр шероховатости Ra.

Решение

Допуск размера I T = 16 мкм. Параметр Rz = 0,33 I T = 0,33x16 = 5,3 мкм. Параметр Ra = 0,2 Rz = 0,2x5,3 = 1,06 мкм. Для нанесения на чертеже детали принимаем Ra = 0,8 мкм.

Пример 3

На чертеже детали заданы $Ø36k6\begin{pmatrix}+0,015\\+0,002\end{pmatrix}$, допуск радиального биения TP = 9 мкм и отклонение от цилиндричности TF = 4 мкм. Определить параметр шероховатости Ra.

Решение

Допуск размера I T = 13 мкм, допуск TP = 9 мкм, поэтому параметр Rz = 0,5 TF = 0,5 x 4 = 2 мкм. Параметр Ra = 0,2 Rz = 0,2 x 2 = 0,4 мкм. Для нанесения на чертеже детали принимаем Ra = 0,4 мкм.

ЗАДАНИЕ П.Р:

1. Задано соединение (по варианту см. таблицу 9):
- определить характер соединения;
- выбрать параметр шероховатости;
- по числовому значению параметра шероховатости назначить вид окончательной обработки отверстия и вала.

Таблица 9

Варианты заданий								
1, 19	2, 20	3, 21	4, 22	5, 23	6, 24	7, 25	8, 26	9, 27
Ø15 $\frac{H6}{p5}$	Ø20 $\frac{H7}{s6}$	Ø110 $\frac{H6}{r5}$	Ø90 $\frac{H7}{t6}$	Ø45 $\frac{H6}{s5}$	Ø10 $\frac{H8}{s7}$	Ø85 $\frac{H7}{p6}$	Ø50 $\frac{H8}{u8}$	Ø72 $\frac{H7}{r6}$
Варианты заданий								
10, 28	11, 29	12, 30	13, 31	14, 32	15, 33	16, 34	17, 35	18, 36
Ø75 $\frac{H7}{t6}$	Ø30 $\frac{H8}{s7}$	Ø130 $\frac{H9}{u8}$	Ø80 $\frac{H7}{s6}$	Ø12 $\frac{H7}{r6}$	Ø28 $\frac{H7}{p6}$	Ø35 $\frac{H6}{s5}$	Ø60 $\frac{H6}{r5}$	Ø48 $\frac{H6}{p5}$

2. На чертеже задан размер (см. по варианту таблицу 10). Определить параметр шероховатости Ra по расчетным формулам.

Таблица 10

Варианты заданий					
1,7,13,19,25	2,8,14,20,26	3,9,15,21,27	4,10,16,22,28	5,11,17,23,29	6,12,18,24,30
$Ø25\begin{pmatrix}-0,020\\-0,041\end{pmatrix}$	$Ø15\begin{pmatrix}+0,012\\+0.001\end{pmatrix}$	$Ø30\begin{pmatrix}+0,035\\+0,022\end{pmatrix}$	$Ø45\begin{pmatrix}-0,050\\-0,089\end{pmatrix}$	$Ø64\begin{pmatrix}+0,039\\+0,020\end{pmatrix}$	$Ø85\begin{pmatrix}+0,073\\+0,051\end{pmatrix}$

3.По варианту задан размер детали, допуск формы и расположения. Определить параметр шероховатости Ra по расчетным формулам (см. таблицу 11).

Таблица 11

Варианты	Соединение	Допуск формы, мкм			Допуск расположения, мкм		
		плос-кост-ноть	круг-лость	цилинд-ричность	соос-ность	пер-пенди-ку-лярность	торцовое биение
1,7,13,19,25	$Ø32\begin{pmatrix}+0,064\\+0,025\end{pmatrix}$	12				20	
2,8,14,20,26	$Ø36\begin{pmatrix}+0,064\\+0,025\end{pmatrix}$		6		25		
3,9,15,21,27	$Ø70\begin{pmatrix}+0,134\\+0,060\end{pmatrix}$			40			100
4,10,16,22,28	$Ø55\begin{pmatrix}-0,009\\-0,039\end{pmatrix}$	10				16	
5,11,17,23,29	$Ø18\begin{pmatrix}+0,030\\+0,012\end{pmatrix}$		6		10		
6,12,18,24,30	$Ø50\begin{pmatrix}+0,109\\+0,070\end{pmatrix}$			16			25

4. Подробно записать решение своего варианта по всем пунктам выполнения работы.

Порядок выполнения работы:

Задание 1.

1. Выписав по своему варианту задание, по таблице 4 (см. приложение) по системе отверстия и основному отверстию для заданного поля допуска вала определить характер соединения.
2. Для выбранного соединения по таблице 16 (см. приложение) выбрать параметр шероховатости.
3. Для отверстия и вала заданного квалитета и номинального размера по таблице 18 (см. приложение) выбрать числовое значение Ra, по которому (см. таблицу 17- приложение) назначить вид окончательной обработки отверстия и вала.

Задание 2.
Решать по образцу примера 2, для нанесения на чертеже принимать предпочтительное значение Ra по таблице 15 приложения.

Задание 3.
Решать по образцу примера 3, окончательным ответом принимать предпочтительное значение Ra по таблице 15 приложения.

Контрольные вопросы:

1. Какими стандартами регламентируется шероховатость поверхности?
2. Как влияет на работу деталей машин шероховатость поверхности?
3. От чего зависит выбор параметров шероховатости поверхности?
4. Какие параметры являются основными при выборе шероховатости поверхности?

Практическая работа
«Чтение обозначений шероховатости поверхности на чертежах»

Теоретические сведения

Шероховатость поверхности – это совокупность неровностей профиля поверхности с относительно малыми шагами в пределах базовой длины ***l***.

Стандартом ***СТ СЭВ 638-77*** предусмотрен ряд параметров для количественной оценки шероховатости, причем, отсчет производится от единой базы, за которую принята средняя линия профиля.

Количественную оценку шероховатости производят по следующим параметрам:

- Ra – среднее арифметическое отклонение профиля, т.е. среднее значение расстояний (***y1***; ***y2***; ….;***yn***) от точек измеренного профиля до средней линии, взятых по абсолютной величине, в пределах базовой длины
- Высота неровностей профиля по десяти точкам Rz – среднее значение абсолютных высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины.
- Наибольшая высота неровностей профиля ***Rmax*** – расстояние между линией выступов профиля и линией впадин профиля в пределах базовой длины.

Требования к шероховатости поверхности деталей нужно устанавливать исходя из функционального назначения поверхности деталей конкретных изделий и их конструктивных особенностей. Основным во всех случаях является нормирование высотных параметров. Предпочтительно, в том числе и для самых грубых поверхностей, нормировать параметр ***Ra***, который более представительно, чем ***Rz*** или ***Rmax*** отражает отклонения профиля, поскольку определяется по всем точкам (или достаточно большому числу точек)
профиля.

Шероховатость поверхностей обозначают на чертежах в соответствии с ***ГОСТ2.309-73***. шероховатость устанавливают для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей, независимо от методов их обработки. Структура обозначения шероховатости приведена на рис.

Рис.1

На рис 2. показаны обозначения шероховатости для различных видов обработки. В обозначении шероховатости поверхности, вид обработки которой конструктор не устанавливает, применяют знак, указанный на рис.2 а; этот знак является предпочтительным. В обозначении шероховатости, образуемой удалением слоя материала (точением, сверлением, травлением и т.п.), применяют знак, указанный на рис2.б. В обозначении шероховатости поверхности, образуемой без снятия слоя материала (литье, обработка давлением и т.п.), применяют знак, указанный на рис2. в.

Рис.2

Значение параметра шероховатости по ГОСТ 2.309 -73 указывают в обозначении шероховатости после соответствующего символа, например: *Ra* 0,4; *Rmax* 6,3; *Sm* 0,63; t_{50} 70; *S* 0,032; *Rz* 50. Здесь указаны наибольшие допустимые значения параметров шероховатости; их наименьшие значения не ограничиваются. При указании наибольшего значения параметра шероховатости поверхности в обозначении приводят значение параметра, соответствующее наибольшей допустимой шероховатости, например $\sqrt{Ra0.4}$ $\sqrt{Rz50}$. При указании наименьшего значения параметра шероховатости поверхности в обозначении следует указывать "*min*", например $\sqrt{Ra3.2min}$ $\sqrt{Rz50min}$.

При указании диапазона значений параметра шероховатости поверхности в обозначении приводят пределы значений параметра, размещая их в две строки, например $Ra\,^{0,8}_{0,4}$; $Rz\,^{0,10}_{0,05}$; $t_p\,^{70}_{50}$ и т.п.

При указании номинального значения параметра шероховатости поверхности в обозначении приводят это значение с предельными отклонениями по ГОСТ 2.309 -73, например:

Ra 1±20 %; *Rz* $100_{-10\%}$; $Sm0,63^{+20\%}$; t_p 70± 40 % и т. п.

Обозначения шероховатости поверхностей на изображении детали располагают на линиях контура, выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии) или на полках линий-выносок. При недостатке места допускается располагать обозначения шероховатости на размерных линиях или на их продолжениях, а также разрывать выносную линию (рис. 3).

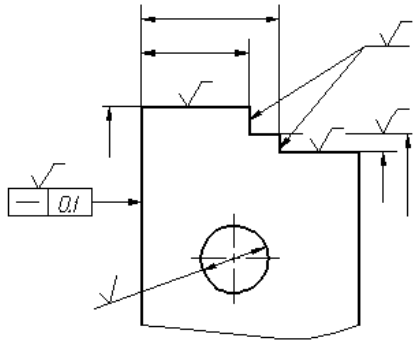


Рис. 3.

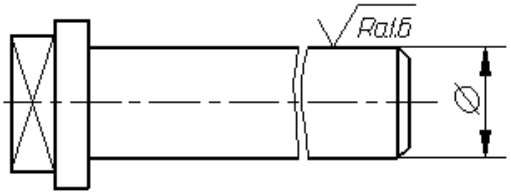
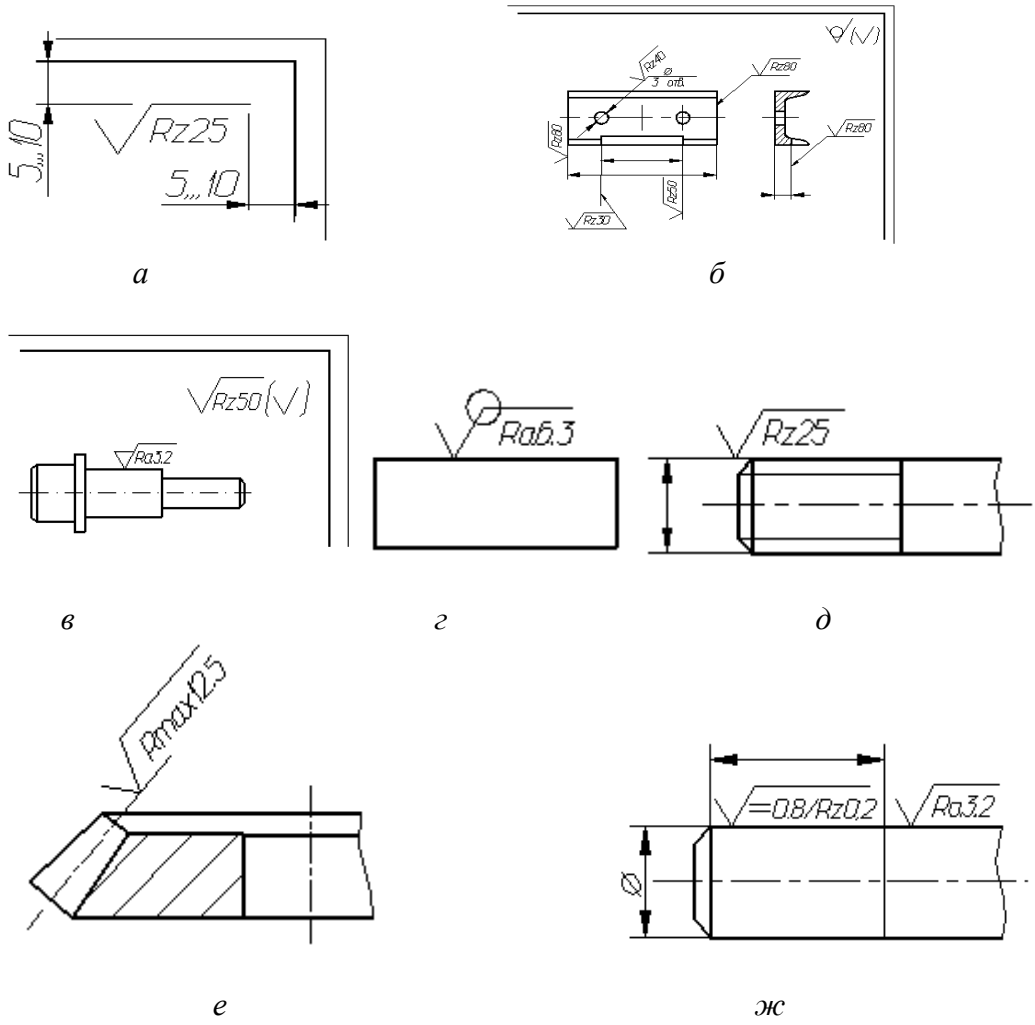


Рис. 4.

При изображении изделия с разрывом обозначение шероховатости наносят только на одной части изображения, по возможности ближе к месту указания размеров (рис. 4).

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей детали обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображении не наносят (рис. 5, *а*).



а *б* *в* *г* *д* *е* *ж*

Рис. 5. Примеры различных случаев обозначения шероховатости

Обозначение шероховатости одинаковой для части поверхностей изделия, может быть помещено в правом верхнем углу чертежа (рис. 5, *б*, *в*). Если шероховатость поверхностей, образующих контур должна быть одинаковой обозначение шероховатости наносят один раз в соответствии с рис. 5, *г.* На рис. 5, *д, е* приведены обозначения шероховатости на резьбе и зубчатом колесе. Шероховатость разная на отдельных участках одной и той же
поверхности обозначается, как показано на рис. 5, *ж;* участки поверхности разграничиваются тонкой линией.

«Чтение обозначений шероховатости поверхности на чертежах»

Цель работы - закрепление определений шероховатости поверхностей, способов обозначения шероховатости на чертеже, приобретение практических навыков чтения обозначения шероховатости на чертеже.

Порядок выполнения работы

1.Проработайте теоретический материал

2.Изобразите эскиз детали с указанием на заданных поверхностях обозначений отклонений формы и расположения поверхностей (использовать чертежи практической работы №5);
3. Заполните таблицу

Условное обозначение	Поверхность	Расшифровка обозначения	Размерность
1	2	3	4

В графе 1 последовательно изобразить все указанные на чертеже параметры шероховатости поверхностей.
В графе 2 охарактеризовать заданную поверхность
В графе 3 расшифровать обозначения шероховатости поверхности
В графе 4 указать размерность числового значения шероховатости

Отчет по работе
Отчет по работе должен содержать:
1. Наименование темы и цель работы.
2. Эскиз детали.
3. Заполненную таблицу.

Контрольные вопросы:
- Что такое шероховатость поверхности?
- Какое значение имеет шероховатость для работы механизмов?
- Назовите размерные параметры шероховатости поверхности.
- Нарисуйте условные знаки шероховатости на чертеже, назовите, что они обозначают.

Практическая работа
«Определение цены деления и погрешности средств измерения»

Теоретические сведения

Основными факторами, определяющими выбор средств измерения, являются:
- тип производства;
- конструктивные особенности контролируемых деталей;
- номинальный размер, квалитет и допуск размера;
- допускаемая погрешность измерения **δ**, нормированная ГОСТ 8.051-81;

Погрешности измерений неизбежны и зависят от погрешностей измерительного средства, метода измерения, установочной меры и установки по ней прибора, условий измерений и других факторов.

Погрешность измерения $\Delta x_{изм}$ - это разность между результатом измерения $x_{изм}$ и истинным (действительным) значением измеряемой величины $x_д$, т.е. $\Delta x_{изм} = x_{изм} - x_д$.

Допускаемой погрешностью измерения **δ** называется наибольшее предельное значение погрешности измерения, которое может быть допущено при определении действительного размера для оценки соответствия его допускаемым предельным размерам.

Для измерения линейных размеров до 500 мм ГОСТ 8.051-81 устанавливает 16 рядов значений допускаемой погрешности измерения **δ** в зависимости от допуска на изготовление изделия **IT**, номинального размера и квалитета. Допускаемая погрешность измерения **δ** составляет:

• для 2-го…5-го квалитетов 0,35 **IT**;
• для 6-го,7-го квалитетов - 0,3 **IT**;
• для 9-го, 10-го квалитетов - 0,25 **IT**;
• грубее 10-го квалитета – 0,2 **IT**.

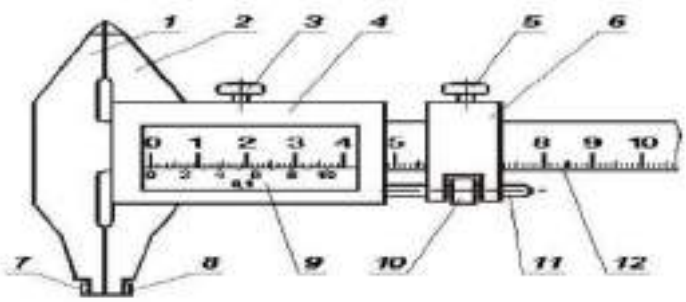
Установленные стандартом допускаемые погрешности измерений **δ** включают в себя как случайные, так и не учтенные систематические погрешности, т.е. все составляющие, зависящие от измерительных средств, установочных мер, температурных колебаний, базирования и т.д. При этом случайная погрешность измерения не должна превышать 0,6 от нормированной допускаемой погрешности измерения **δ** и принимается равной 2б, т.е. с доверительной вероятностью 0,954, где б – значение среднего квадратического отклонения погрешности измерения.

Выбор конкретного средства измерения осуществляется так, чтобы предел допускаемой погрешности **Δlim**, являющийся нормированной метрологической характеристикой данного средства измерений, не превышал допускаемой погрешности измерения **δ**, т.е. **Δlim ≤ δ**. Чем ближе значение предела допускаемой погрешности средства измерения **Δlim** к значению допускаемой погрешности измерения **δ**, тем менее трудоемким и более экономически целесообразным будет измерение.

Пределы допускаемой погрешности **Δlim** основных измерительных инструментов и приборов, установленные расчетным и экспериментальным путем. Значения размеров, полученных при измерении с погрешностью, не превышающей допускаемую погрешность измерения, принимаются за действительные.

Штангенциркуль

Штангенциркуль (рис.) предназначен для абсолютных измерений линейных наружных и внутренних размеров детали, а также для воспроизведения размеров при разметке деталей.



Отсчетным устройством в штангенциркуле являются основная шкала и нониус. Нониус является вспомогательной шкалой, позволяющей отсчитывать дробные доли основной шкалы.
Штангенциркули изготавливают с ценой деления по основной шкале 1 мм или 0,5 мм; по нониусной шкале – 0,1; 0,5 и 0,02 мм.
Основная шкала с ценой деления 1 мм наносится на поверхность штанги 12.
Нониусная шкала наносится на линейку 9, укрепленную в окне рамки 4.

Отсчет показаний штангенциркуля осуществляется по основной и нониусной шкалам следующим образом:

- определяют число целых миллиметров по основной шкале, для чего находят штрих, ближайший слева к нулевому штриху нониуса;
- определяют доли миллиметров, для чего по нониусной шкале находят штрих, ближайший к его нулевому штриху и совпадающий со штрихом основной шкалы, и умножают его порядковый номер на цену деления нониусной шкалы.
- сумма целых миллиметров основной шкалы и долей миллиметра нониусной шкалы и есть показание штангенциркуля.

При измерении наружных размеров штангенциркулем деталь зажимается между внутренними поверхностями губок 1 и 2.

При измерении внутренних размеров наружные измерительные поверхности губок 7 и 8 приводятся в соприкосновение со стенками отверстия. При измерении наружных размеров штангенциркулем отсчет показаний снимается непосредственно по основной шкале и нониусу, а при измерении внутренних размеров к отсчету показаний,
полученных по основной шкале и нониусу, прибавляют размер толщины двух губок (маркируется на губках).

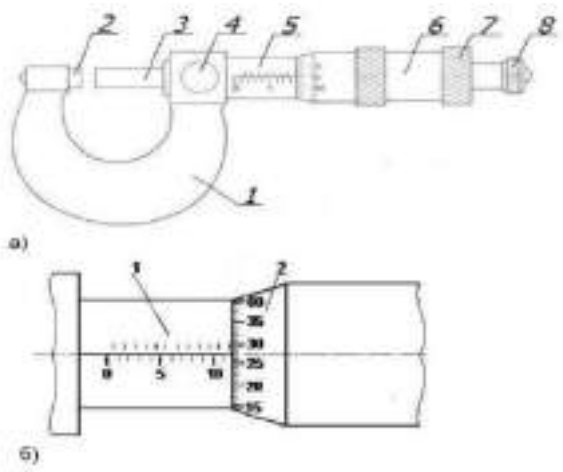
Измерение производится следующим образом.

При отстопоренных зажимном винте 3 (рис. 3) и винте 5 измерительные поверхности штангенциркуля приводятся в неплотное соприкосновение с поверхностью измеряемой детали. Затем хомутик 6 стопорится винтом 5 и с помощью гайки 10 и винта 11 осуществляется микрометрическая подача рамки 4 с нониусом.

Как только измерительные поверхности штангенциркуля оказываются в плотном соприкосновении с измеряемой поверхностью, рамка 4 стопорится винтом 3 и производится отсчет показаний.

Микрометр гладкий

Микрометр гладкий (рис.6, а) предназначен для абсолютных измерений наружных размеров деталей и выпускается с ценой деления 0,01 мм со следующими пределами измерений: 0…25; 25…50; 50…75; 75…100; 100…125; 125…150; 150…175; 175…200; 200…225; 225…250; 250…275; 275…300; 300…400; 400…500; 500…600. Различаются они размерами скоб.



В основе устройства микрометра лежит принцип действия винтовой пары (винт-гайка), которая позволяет преобразовывать вращательное движение винта в поступательное. Микровинт 3 (рис. 6, а), жестко связанный с барабаном 6, вращается в резьбе стебля 5, выполняющего роль неподвижной гайки. Стебель 5 и пятка 2 запрессованы в скобу 1. Барабан 6 присоединен к микровинту 3. К барабану крепится колпачок 7 и трещотка 8.

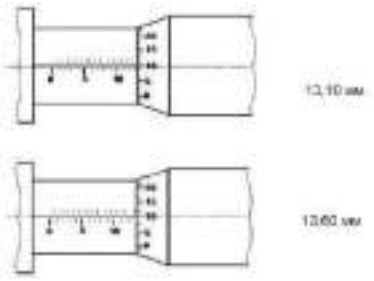
Измеряемую деталь помещают между торцевыми измерительными поверхностями микровинта 3 и пятки 2. Вращением трещотки 8 перемещают микровинт 3 до плотного соприкосновения измерительных поверхностей микрометра с поверхностью измеряемой детали. Вращение микровинта прекращают после характерных двух-трех щелчков трещотки. Затем закрепляют микровинт 3 стопором 4 и снимают показания микрометра.

Отсчетное устройство микрометра (рис. 6, б) состоит из двух шкал: шкалы 1 стебля и шкалы 2, нанесенной на конусной (скошенной) поверхности барабана.

Цена деления шкалы стебля равна 0,5 мм, что соответствует величине продольного перемещения микровинта и жестко скрепленного с ним барабана за один полный оборот. Целое число и половину миллиметров отсчитывают по шкале стебля. Указателем является скошенный край барабана.

Цена деления барабана равна 0,01 мм. На барабане нанесено 50 делений . Поворот барабана с микрометрическим винтом на одно деление относительно шкалы стебля соответствует перемещению
микровинта на 0,01 мм. Десятые и сотые доли миллиметров отсчитывают по шкале барабана. Указателем является продольная риска, нанесенная на стебель.

Результат измерения микрометром определяется как сумма отсчетов по шкале стебля и по шкале барабана.



«Определение цены деления и погрешности средств измерения»

Цель работы - рассчитать величину допуска размера согласно рабочего чертежа детали; выбрать средство измерения.

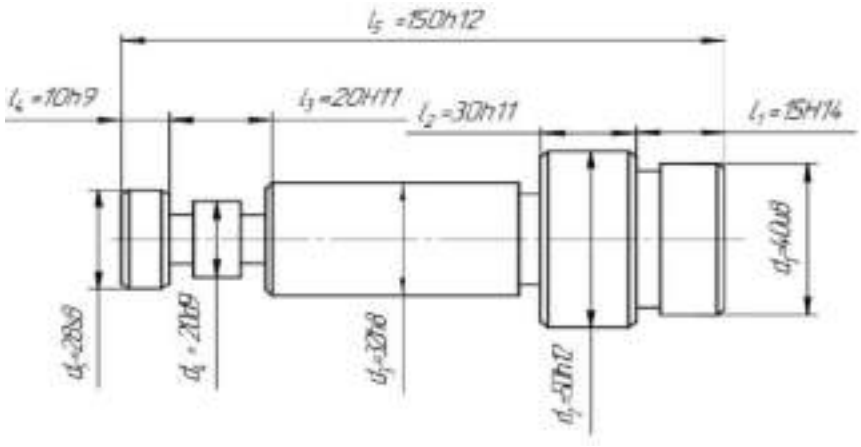
Порядок выполнения работы

1. Проработать теоретический материал.
2. Выполнить эскиз детали согласно рабочему чертежу
3. В таблицу отчета выписать из ГОСТ 25347–82 предельные допускаемые отклонения для всех размеров, указанных на рабочем чертеже детали.
4. Подсчитать предельные размеры, допуски размеров и результаты занести в соответствующие графы таблицы 1 отчета.
5. В зависимости от номинального размера, квалитета, и допуска по таблице ГОСТ 8. 051-81 (приложение А) определить величину допустимой погрешности измерений δ, мкм.
6. В зависимости от номинального размера D (d) и предельной погрешности измерения Δ по таблицам (приложение Б, В, Г) выбрать средство измерения, при этом должно выполнятся условие $\Delta \leq \delta$
7. Вычертить схему расположения полей допусков для размеров (по указанию преподавателя), проставить на них числовые значения предельных отклонений, номинального, предельных и действительного размеров.
8. Дать краткую характеристику инструментов, выбранных для измерения (название инструмента, цена деления, пределы измерения).

Таблица 1

№ п/п	Показатель	Величина показателя (мм)	
1	Буквенное обозначение детали		
2	Цифровое обозначение детали		
3	Отклонение верхнее, мм		
4	Отклонение нижнее, мм		
5	Наибольший предельный размер, мм		
6	Наименьший предельный размер, мм		
7	Допуск, мм		
8	Величина допустимой погрешности измерений δ, мкм		
9	Величина предельной погрешности измерения Δ, мкм		
10	Средство измерения		

Чертеж детали



	Измеряемые размеры детали	
Вариант 1	d1	L1
Вариант 2	d2	L2
Вариант 3	d3	L3
Вариант 4	d4	L4
Вариант 5	d5	L1

Отчет по работе

Отчет по работе должен содержать:

1. Наименование темы и цель работы.
2. Эскиз детали.
3. Заполненную таблицу.
4. Графическое изображение расположения полей допусков с указанием всех предельных отклонений.
5. Краткая характеристика инструментов, выбранных для измерения (название инструмента, цена деления, пределы измерения).

Контрольные вопросы

- Раскройте сущность понятий измерение, средство измерения
- Перечислите виды (группы) средств измерений.
- Перечислите виды измерений.
- Объясните, что такое погрешность измерения, и какие составляющие влияют на ее величину.
- Перечислите микрометрические инструменты общего назначения.

Практическая работа
Изучение штангенинструмента

1.1. Цель работы

1.1. Познакомиться с различными конструкциями штангенинструментов.

1.1.2. Приобрести практический навык работы со штангенинструментом при контроле размеров детали.

1.2. Общие сведения о штангенинструментах.

Для абсолютных измерений наружных и внутренних линейных размеров, а также для воспроизведения размеров при разметке деталей используются штангенинструменты. К ним относятся штангенциркули, штангенглубиномеры и штангенрейсмасы.
Штангенциркуль ШЦ-1 (рис. 1.1) предназначен для наружных и внутренних измерений и для измерений глубин.

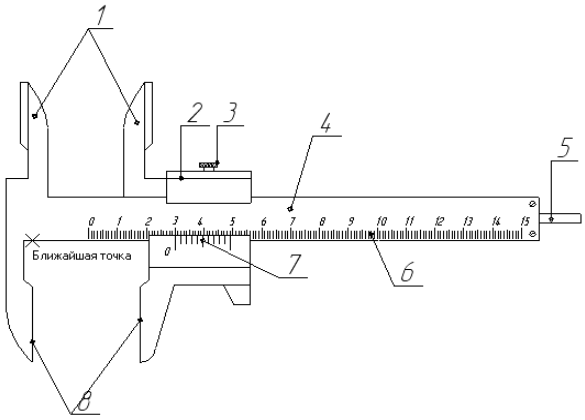


Рис. 1.1. Штангенциркуль ШЦ-1 с пределами измерений 0-125 и величиной отсчёта по нониусу 0.1 мм

1. губки для внутренних измерений;
2. рамка;
3. зажим рамки;
4. штанга;
5. линейка глубиномера;
6. шкала штанги;
7. нониус;
8. губки для наружных измерений.

Характерной особенностью штангенинструментов является наличие линейного нониуса (дополнительной шкалы) для отсчёта целых и дробных величин цены деления штанги.
Целое число миллиметров у штангенинструментов отсчитывается по шкале штанги слева на право нулевым штрихом нониуса.

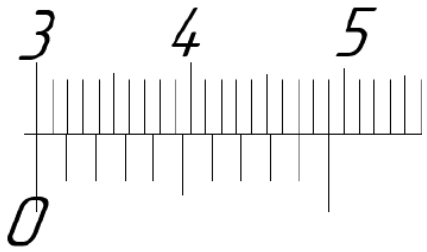


Рис. 1.2. Основная и нониусная шкала при настройке на 0 мм

Нониус длиной 19 мм разделён на 10 частей, одно деление которого составляет 19:10=1,9 мм, что на 0,1 мм меньше целого числа миллиметров. Количество целых миллиметров на основной шкале штангенциркуля 20 мм.

Если бы 0 нониуса совпадал с одним из штрихов линейки, то размер контролируемой детали выразился бы в целых числах, выраженных в миллиметрах, тогда первый после 0 штрих

нониуса отставал бы от ближайшего штриха на 0,1 мм, второй на 0,2 мм, третий на 0,3 мм и т.д. В случае несовпадения нулевого штриха нониуса, десятые доли миллиметра смотрим по совпадающему штриху нониуса (3-й штрих указывает на то, что контролируемый размер равен 50,3 мм).

Дробная величина определяется умножением величины отсчёта (0,1 мм) на порядковый номер штриха нониуса (не считая нулевого), совпадающего соштрихом штанги.

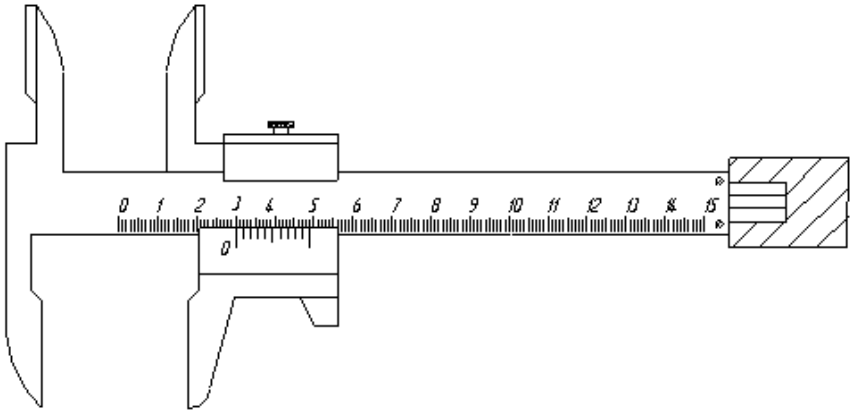


Рис. 1.3. Положение линейки глубиномера относительно проверяемой детали.

ГОСТ 166-80 предусматривает изготовление трёх типов штангенциркулей:
ШЦ-1 - с ценой деления 0,1 мм;
ШЦ-2 - с ценой деления 0,05 мм;
ШЦ-3 - с ценой деления 0,05 и 0,1 мм.
В промышленности используются ещё ранее выполненные штангенциркули ШЦ-2 и ШЦ-3 с ценой деления 0,02 мм.

Рис. 1.4. Электронный штангенциркуль

Основной характеристикой при расчёте нониуса является величина отсчёта или точность нониуса. Нониус рассчитывают следующим образом. Сначала определяют число делений нониуса
$n=a/i$,
где a-длина деления основной шкалы;
i - точность отсчёта по нониусу.

Тогда длина деления шкалы нониуса

$b = Y \cdot a - i$,

где *Y*-модуль, т.е. натуральное число (1,2,3…), служащее для увеличения интервала деления нониусной шкалы. Подставляя значение *i* из первого выражения во второе, получим

$b = \frac{Y \cdot n - 1}{n} \cdot n$ или $b \cdot n = (Y \cdot n - 1) \cdot a$,

Где $b \cdot n$ - есть длина нониуса (l)

$l = b \cdot n = (Y \cdot n - 1) \cdot a$.

Например, если *i*=0,001мм, *a*=1мм; *Y*=2, *n*=10.

$b = \frac{2 \cdot 10 - 1}{10} \cdot 1 = 1{,}9 \text{ìì}$

$l = b \cdot n = 1{,}9 \cdot 10 = 19 \text{ìì}$

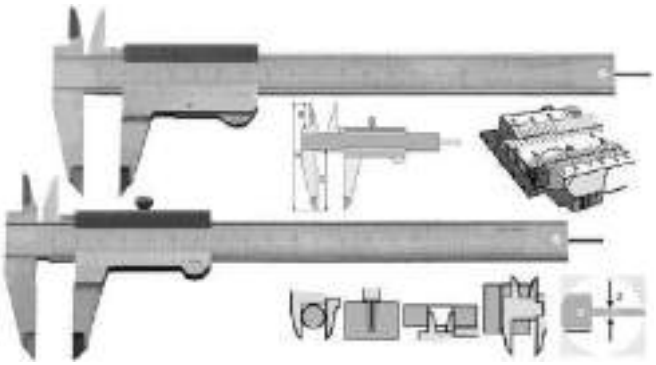


Рис. 1.5. Штангенглубиномер

Штангенглубиномер предназначен для измерения глубин в отверстиях и пазах небольших размеров. Рабочими поверхностями штангенглубиномеров являются торцовая поверхность штанги 6 и база для измерений нижняя поверхность основания 1.

Рис. 1.6. Измерение штангенглубиномером

1 – основание,
2 – зажим рамки,
3 –рамка,
4 – зажим рамки микрометрической подачи,

5 - рамка микрометрической подачи,
6 – штанга,
7 – гайка и винт микрометрической подачи,
8 – нониус.

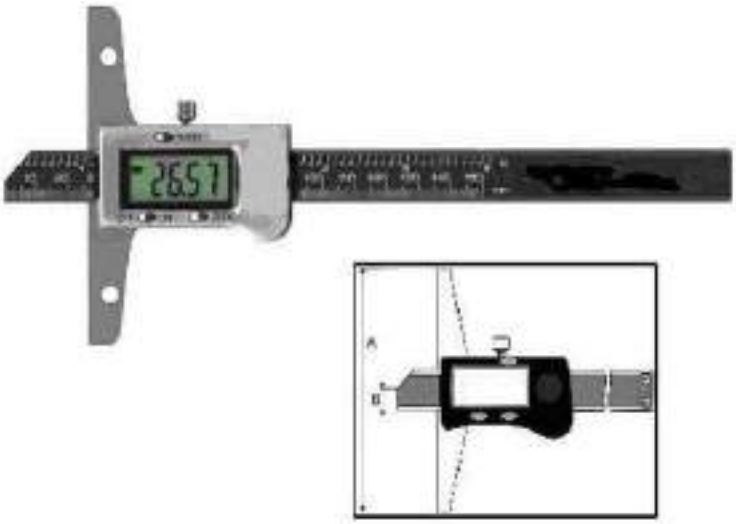


Рис. 1.7. Электронный глубиномер

Рис. 1.8. Микрометрический глубиномер

Рис. 1.9. Электронный глубиномер часового типа

Штангенрейсмасы (ГОСТ 164-80) являются основными измерительными инструментами для разметки деталей. Они могут использоваться и для измерений высот.

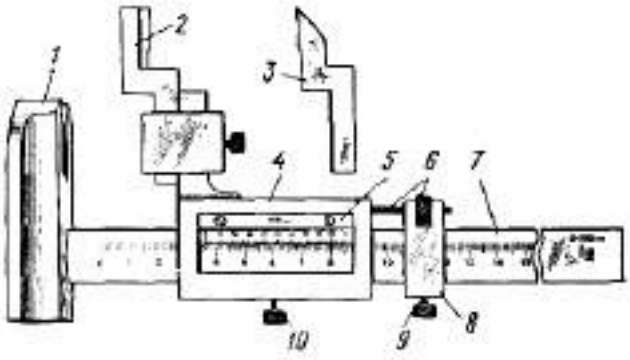


Рис. 1.10. Штангенрейсмасы

1 – основание, 2 – измерительная ножка, 3 – разметочная ножка,
4 – рамка, 5 – нониус, 6 – винт и гайка микрометрической подачи,
9 – зажим рамки микрометрической подачи, 10 – зажим рамки.
При измерении высоты левой рукой прижимают основание к плите, а правой рукой при помощи микроподачи доводят измерительную ножку до соприкосновения с поверхностью детали.

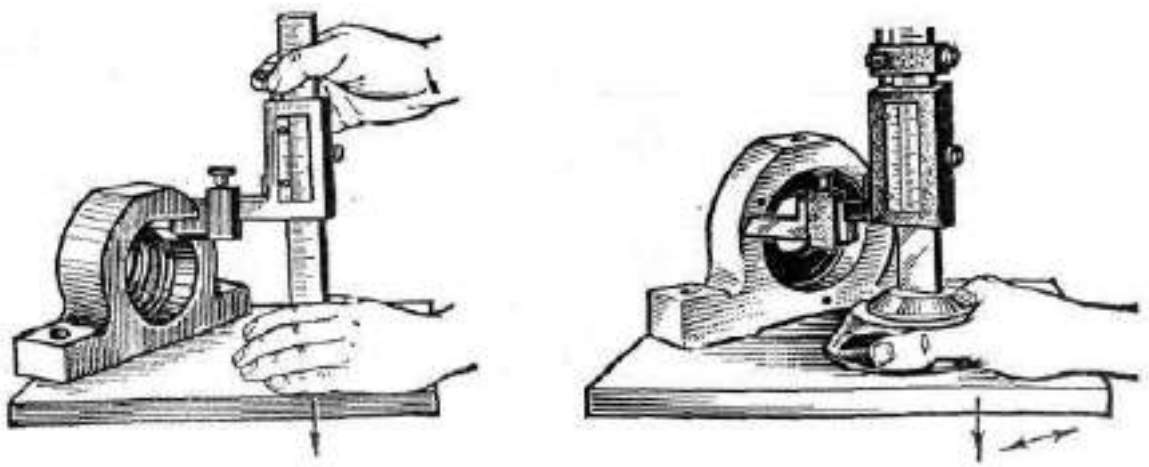


Рис. 1.11. Измерение и разметка штангенсейсмасами

Рисунок 1.12. Электронный штангенрейсмас (слева); электронный штангенрейсмас с графическим дисплеем

1.4. Последовательность выполнения работы

1.4.1. Получить индивидуальное задание для выполнения работы.
1.4.2. Выполнить эскиз детали, проставив номинальные размеры на поверхности, указанные по заданию.
1.4.3. Ознакомиться с инструментами, изучить принципы работы с ними.
1.4.4. Измерить деталь согласно заданию.
1.4.5. Оформить отчёт, предъявив на контроль два размера детали на инструменте.

1.5. Контрольные вопросы

1.5.1. Назначение штангенинструментов и принципы их действия при измерении.
1.5.2. Устройство и типы штангенинструментов.
1.5.3. Принцип и порядок отсчёта по шкалам.
1.5.4. Порядок подготовки инструмента к работе.
1.5.5. Приёмы измерения и разметки деталей штангенинструментами (валов, уступов, отверстий, пазов).
1.5.6. Понятие о действительном размере.

Практическая работа
Изучение микрометрического инструмента

Цель работы: Освоить измерение размеров деталей микрометрическими инструментами.

Задание:

1. Выбрать измерительный инструмент для проверки размеров.
2. Измерить заданные размеры
3. Дать заключение о годности измеренных размеров.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

МИКРОМЕТРИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Когда штангенинструменты не способны выдавать необходимую точность в измерении малых величин, применяются микрометры. Данные инструменты в зависимости от измерительного диапазона выпускаются в нескольких вариантах. Это, в числе прочих, могут быть стрелочные счётные устройства для ручного и настольного применения.

Действие микрометра обеспечивается перемещением винта вдоль оси в процессе его вращения в неподвижной гайке. Микрометр в зависимости от конструкции может измерять охватывающие и охватываемые размеры, сечение тонких листовых материалов и проводов. Для определения ширины пазов и диаметров отверстий используются микрометры для внутренних измерений.

Для сравнения с эталоном измеряемой детали или для абсолютных измерений применяются рычажные микрометры.

Для того, чтобы измерить средний диаметр наружной резьбы, изготавливаются специальные резьбовые микрометры.

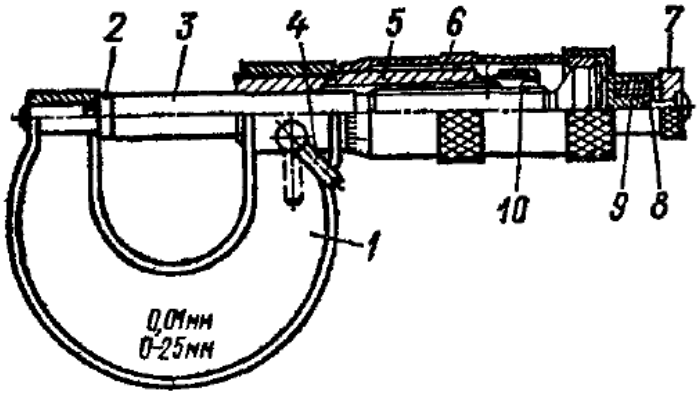
Микрометрическими инструментами называют средства измерения линейных размеров, основанные на использовании винтовой пары, называемой микропарой. Микропара служит размерным и преобразовательным устройством в этих средствах измерения. Метод измерения микрометрическими инструментами прямой, абсолютный. К микрометрическим инструментам относятся: микрометры, микрометрические глубиномеры и нутромеры.

1. МИКРОМЕТРЫ ГЛАДКИЕ типа МК предназначены для измерения наружных размеров изделий.

Микрометры гладкие МК изготовляют с пределами 43мерения: 0-25 мм, 25-50 мм,50-75 мм... 250-275 мм. 275-300 мм. 500-400 мм , 400-500 мм, 500-600 мм 1-го и 2-го класса точности.

Конструкция микрометра показана на рисунке 1. Скоба *1* должна быть

достаточно жесткой, чтобы ее деформация от измерительного усилия не сказывалась на точности измерения. В микрометрах небольших размеров (до 300 мм) пятка *2* запрессовывается в скобу. В микрометрах для размеров свыше 300 мм пятки выполняют подвижными (регулируемыми или сменными), что облегчает установление их в нулевое положение и позволяет расширить пределы измерения.



МИКРОМЕТРЫ - предназначены для измерения линейных размеров. Микрометры гладкие МК изготовляют с пределами 43мерения: 0-25 мм, 25-50 мм,50-75 мм... 250-275 мм. 275-300 мм. 500-400 мм , 400-500 мм, 500-600 мм 1-го и 2-го класса точности.

Микрометры гладкие типа МК предназначены для измерения наружных размеров изделий.

Скоба *1* должна быть достаточно жесткой, чтобы ее деформация от измерительного усилия не сказывалась на точности измерения. В микрометрах небольших размеров (до 300 мм) пятка *2* запрессовывается в скобу. В микрометрах для размеров свыше 300 мм пятки выполняют подвижными (регулируемыми или сменными), что облегчает установление их в нулевое положение и позволяет расширить пределы измерения. Стебель *5* запрессовывают в скобу или присоединяют к ней на резьбе. В некоторых конструкциях стебель выполняют вместе со скобой. Внутри стебля с одной стороны имеется микрометрическая резьба, а с другой – гладкое цилиндрическое отверстие, обеспечивающее точное направление перемещения винта *3*. На конце стебля (на длине

микрометрической резьбы) имеются продольные прорези, а снаружи коническая резьба с навернутой на нее гайкой *10*. Вращением этой гайки можно изменять плотность резьбового соединения винта со стеблем, обеспечивая необходимую легкость вращения винта и устранение мертвого хода. Торцовая поверхность винта, обращенная к пятке, является измерительной. Торцовые поверхности пятки *2* и винта *3* должны иметь шероховатость поверхности не ниже 12-го класса шероховатости.

Трещотка предназначена для обеспечения постоянства измерительной силы в пределах 7±2 Н. Механизм трещотки состоит из храповика *7*, штифта *8* и пружины *9*. Вращение головки храповика по часовой стрелке передается микрометрическому винту трением между штифтом *8*, поджимаемым пружиной *9*, и зубьями храповика. При

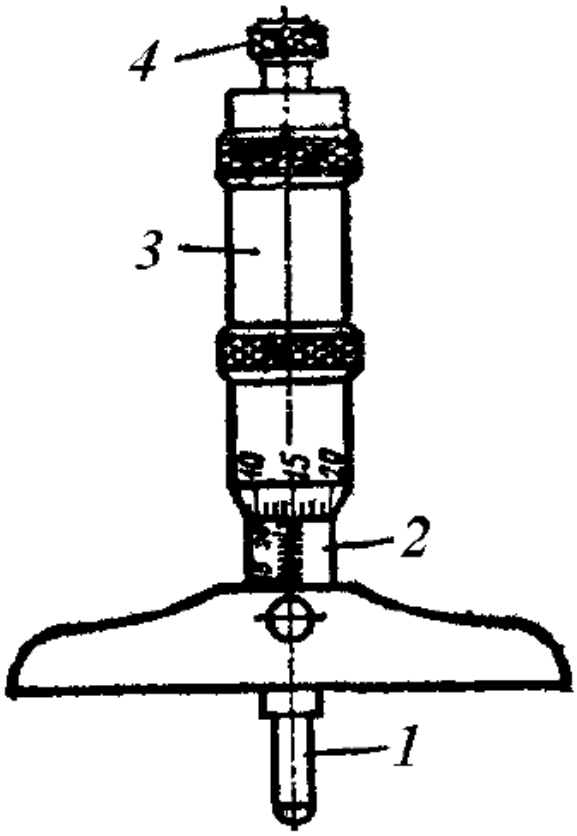
измерительном усилии, превышающем допустимую величину, храповик будет поворачиваться относительно винта. Существуют и другие конструкции устройств для стабилизации измерительной силы (фрикционное устройство со спиральной пружиной, с винтовой пружиной и т. п.). Стопорное устройство *4* используют, если необходимо сохранять микрометрический винт в установленном положении.

Результат измерения размера микрометром отсчитывается как сумма отсчетов по шкале стебля и барабана. Цена деления шкалы стебля 0,5 мм, а шкалы барабана 0,01 мм. Шаг резьбы микропары 0,5 мм. Число делений барабана 50. Если повернуть барабан на одно деление его шкалы, то торец микровинта переместится относительно пятки на 0,01 мм, т.к. 0,5 мм: 50 = 0,01мм. Показания по шкалам микрометра отсчитывают в следующем порядке: сначала по шкале стебля читают значение штриха, ближайшего к торцу скоса барабана. Затем по шкале барабана

читают значение штриха, ближайшего к продольному штриху стебля. Сложив оба значения получают показания микрометра. Для установки на ноль все микрометры, кроме 0-25 мм, снабжаются установочными мерами размер которых равен нижнему пределу измерения. Обозначение: микрометра МК-50-1 ГОСТ 6507-78 .

Для более быстрых измерений, изготавливаются инструменты с электронной «цифровой» индикацией, конечное значение измерений в которых, выводится на отдельный электронный дисплей (например, модифицированный микрометр МК - МКЦ)

2. ГЛУБИНОМЕРЫ МИКРОМЕТРИЧЕСКИЕ.



Микрометрические глубиномеры предназначены для измерения глубины и высоты изделий, расстояний до буртиков и уступов. Конструкция микрометрического

глубиномера: *1* – микрометрический винт; *2* – стебель; *3* – барабан; *4* – трещотка.

Диапазон измерений глубиномерами

составляет 0...25, 25...50 и т. д., до 125...150 мм.

Цифры у штрихов стебля и барабана нанесены в

обратном порядке по сравнению с микрометрами, так как чем больше глубина, тем дальше выдвинут микровинт.

Глубиномер устанавливается на "0" по установочным мерам-втулкам на плоской точной поверхности. В торце микровинта выполнено отверстие, в которое вставляются сменные измерительные стержни.

Особенность микрометрического глубиномера в том, что числовые значения штрихов шкалы стебля расположены, уменьшаясь при удалении барабана от основания, т.к. уменьшаются соответственно размеры глубины измеряемого уступа. Число значений штрихов на барабане также расположено противоположно числам и шкале барабана гладкого микрометра.

Микрометрические глубиномеры ГМ изготовляют с пределами измерения 0-25 мм,25-50 мм,50-75 мм... 150-175 мм,175-200 мм 1-го и 2-го классов точности. Обозначение: глубиномер ГМ - 75-1 ГОСТ 7470-78 .

3. НУТРОМЕРЫ МИКРОМЕТРИЧЕСКИЕ.

Нутромеры микрометрические предназначены для измерения внутренних линейных размеров. Они состоят *1* – микрометрический винт; *2* – барабан; *3*– стопор.

Увеличение пределов измерения нутромеров осуществляют с помощью набора удлинительных стержней разной длины, заключенных в трубках и поджатых пружинами.

Для соединения удлинителей один с другим и с микрометрическим нутромером удлинители имеют на одном конце наружную, а на другом внутреннюю резьбу.

Микрометрические нутромеры выпускаются в виде наборов микрометрических головок с наконечниками и комплектов удлинителей к ним.

Установку шкал микрометрических нутромеров в нулевое положение можно

выполнять по микрометрам для наружных измерений, а также в специальной скобе.

Результат измерения подсчитывается как сумма: исходный размер головки + размер удлинителя + показание шкал головки.

Нутромеры микрометрические выпускаются с пределами измерения 50-75 мм,75-175 мм,75-600 мм, 150 - 1250мм , 800-2500 мм 1250-4000 мм,2500-6000мм,6000-10000м>1 первого класса точности. Обозначение: нутромер НМ-175 ГОСТ 10-75.

ТЕХНИКА ИЗМЕРЕНИЯ

- перед началом работы с микрометрическим инструментом необходимо ознакомиться с паспортом и проверить его комплектность;
- удалить смазку с наружных поверхностей узлов и деталей инструмента, особенно тщательно с измерительных поверхностей тканью, смоченной в бензине и протереть сухой чистой тканью;

- произвести осмотр и проверить качество инструмента. На измерительных поверхностях, стебле и скошенной части барабана не допускаются забоины, следы коррозии. Микрометрический винт переместить несколько раз в обе стороны. Барабан должен перемещаться вдоль стебля плавно без трения об него, а микрометрический винт не должен иметь осевого люфта.

Проверить действие стопорного устройства, а также трещотки в различных положениях микрометрического винта. Трещоток нет у микрометрических нутромеров;

- проверить установку на ноль. Проверка микрометрического инструмента на "0" производится с установочными мерами, за исключением гладких микрометров и микрометрических глубиномеров для измерения размеров до 25 мм. Если нулевой отсчет выходит за пределы 0,01 мм, произвести установку инструмента на ноль. Для этого стопорится микрометрический винт, освобождается барабан от сцепления с винтом и поворачивается до совпадения нулевого штриха с продольным штрихом стебля и снова закрепляется барабан;

- производить измерения гладкими микрометрами и микрометрическими глубиномерами, пользуясь трещоткой. Правильное положение при измерении такое, в котором микрометрический нутромер не сдвигается в поперечном направлении и плотно касается образующей отверстия в продольном направлении;

- после окончания работы, при необходимости, разобрать микрометрический инструмент, промыть в бензине, смазать антикоррозийной смазкой и уложить в футляр.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

1. Начертить эскиз детали.
2. По чертежу найти проверяемые размеры и занести их в таблицу.
3. Выбрать предельные отклонения проверяемых размеров (В.Д. Мягков Допуски посадки т. 1 таблица,3 стр 140-141,таблица 1.30 стр. 99) и занести их в таблицу.
4. Определить предельные размеры и допуски проверяемых размеров, записать их в таблицу.
5. Выбрать допускаемую погрешность для проверяемых размеров (руководство по выбору измерительных средств таблица 1 стр.3) и занести их в таблицу,

6. Выбрать для каждого проверяемого размера измерительные средства и его характеристику (руководство по выбору измерительных средств) и занести их в таблицу,

7. Произвести измерения в двух направлениях и занести их в таблицу,

8. Дать заключение о годности проверяемых поверхностей и о годности детали.

Контрольные вопросы:

1. Какие измерения называются абсолютными?
2. Какие измерения называются относительными?
3. Что такое микрометр?
4. Как определяется цена деления микрометра?
5. Из каких частей состоит микропара, и какой шаг её резьбы?
6. В чем особенность устройства микрометрического глубиномера, его шкалы и применения?
7. Опишите основные части микрометрического нутромера и его применение.

Практическая работа
Выбор средств измерения

Цель работы: Научиться выбирать средства измерений.

Материалы для выполнения работы:
ГОСТ 8.051-81 Допускаемые погрешности измерения.
Таблица «Средства измерения наружных и внутренних размеров».

Описание практической работы:

Общие теоретические сведения.

Выбор средств измерения размеров.

Изделие, изготовленное по чертежу, подвергается контролю с помощью средств измерений (мер, измерительных приборов и др.). При этом определяется годность изделия, т. е. находится ли действительный размер в пределах поля допуска или вышел за его пределы. Годность изделия оценивают предельными калибрами, а также обоснованно выбранными средствами измерения. Измерить — значит сравнить действительный размер изделия с величиной, принятой за единицу измерения, т. е. установить, сколько единиц измерения содержится в контролируемом размере.

Процесс измерения неизбежно сопровождается погрешностями. Погрешностью измерения называется отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины. Поскольку истинное значение измеряемой величины неизвестно, то неизвестна и погрешность измерения. В этом случае истинное значение измеряемой величины заменяют действительным значением. Под действительным значением физической величины понимают ее значение, найденное опытным путем и настолько приближающееся к истинному, что оно принимается вместо него.

Средства измерений выбирают в зависимости от допуска контролируемого изделия и допускаемой погрешности измерений, установленной ГОСТ 8.051—81. Допуск размера является определяющей характеристикой для подсчета допускаемой погрешности измерений, которая принимается равной 1/5 – 1/3 допуска на размер. В допускаемую погрешность измерений входят погрешности средств измерений и установочных мер, погрешности условий измерений, а также погрешности базирования изделия и погрешности, вызываемые измерительной силой прибора.

Допускаемые погрешности измерения размеров приведены в табл. 20 (см. приложение). Каждое средство измерения характеризуется основной погрешностью, величина которой указана в паспорте на это средство измерений (табл. 19 см. приложение).

Погрешности средств измерений во многих случаях определяют погрешность измерения, которая приведена в табл. 20 (см. приложение).

От правильно выбранного средства измерения зависит обеспечение требуемой точности измерений. Выбор средства измерения заключается в сравнении его основной погрешности с допускаемой погрешностью измерения; при этом основная погрешность средства измерения должна быть меньше допускаемой погрешности измерения.

Пример:

Выбрать средства измерения размеров валов Ø 25h6 и Ø 25h12, а также отверстий Ø 25H7 и Ø 25H12.

Из табл. 20 (см. приложение) по известному квалитету и номинальному размеру находим допускаемые погрешности измерения в мкм. Так, для вала 6-го квалитета Ø 25h6 погрешность измерения должна быть менее $\delta = 4$ мкм, а для вала 12-го квалитета Ø 25h12 погрешность измерения не более $\delta = 50$ мкм. Аналогично определяем погрешности измерения для отверстия 7-го квалитета Ø 25H7 — $\delta = 6$ мкм и для отверстия 12-го квалитета Ø 25H12— $\delta = 50$ мкм. По табл. 19 (см. приложение) выбираем средство измерения размеров.

Для измерения вала Ø 25h6 с погрешностью, менее $\delta = 4$ мкм могут быть выбраны следующие измерительные приборы: 1) гладкий микрометр типа ЭДК 1-го класса точности с: погрешностью 2 мкм; 2) рычажная скоба типа СР с погрешностью ±2 мкм; 3) рычажный микрометр типа МР с погрешностью ±3 мкм.

Наиболее распространенным, дешевым, надежным в эксплуатации и простым в обращении является гладкий микрометр типа МК 1-го класса точности, обозначаемый «Микрометр МК-25-1 ГОСТ 6507—78». Его и выбираем для измерения вала Ø 25h6.

Для измерения отверстия Ø 25H7 с погрешностью $\delta = 6$ мкм согласно табл. 19 (см. приложение) может быть выбран только один измерительный прибор: нутромер с головкой 2ИГ с ценой деления 0,002 мм и предельно погрешностью ±3,5 мкм, обозначаемый «Нутромер мод. 109 ГОСТ 9244—75».

Аналогично, для измерения вала Ø25h12 и отверстия Ø25H12 может быть выбран штангенциркуль с отсчетом по нониусу 0,05 мм, снабженный губками для измерения внутренних размеров. Для измерения отверстия Ø25H12 кроме штангенциркуля может быть выбран также индикаторный нутромер 2-го класса точности, обозначаемый «Нутромер НИ 18-50-2 ГОСТ 868—82».

ЗАДАНИЕ П.Р:

По данным своего варианта (см. таблицу 17) выбрать средства измерения размеров валов и отверстий.

Таблица 17

№ варианта	Размеры деталей		№ варианта	Размеры деталей	
	Вал	Отверстие		Вал	Отверстие
1,7,13,19	Ø15h6	Ø15H7	4,10,16,22	Ø 75h7	Ø 75H8
	Ø15h11	Ø15H11		Ø 75h14	Ø 75H14
2,8,14,20	Ø48h7	Ø48H8	5,11,17,23	Ø 86h7	Ø 86H8
	Ø48h12	Ø48H12		Ø 86h15	Ø 86H15
3,9,15,21	Ø60h8	Ø 60H9	6,12,18,24	Ø 125h8	Ø 125H8
	Ø60h13	Ø 60H13		Ø 125h16	Ø 125H16

Порядок выполнения работы:

1. Самостоятельно разберите пример по выбору средств измерения, помещенный в общих теоретических сведениях данной работы.
2. Проработайте данные по своему варианту. Используя таблицу 20 приложения, определите предельную погрешность измерения детали по квалитету и номинальному диаметру.

4. По таблице 19 приложения выберите средства измерений для заданных деталей по предельной погрешности и диапазону измерения и запишите его наименование, диапазон измерения, цену деления шкалы и величину предельной погрешности измерения.
5. Сопоставьте величины предельной и допускаемой погрешностей измерения и решите вопрос о пригодности выбранного средства для измерения заданных деталей.
6. Перечертите таблицу18 и оформите в нее результат, указав марки СИ и ГОСТы на СИ.

Таблица 18

№ варианта	Размеры деталей		Погрешность	Выбранные средства измерений
	Вал	Отверстие		

Контрольные вопросы:
1. Какие приборы относят к самым простым и дешевым СИ?
2. Перечислите факторы, которые следует учитывать при выборе средств измерений линейных размеров. Что такое допускаемая погрешность измерения?
2. Что измеряют следующими приборами:
- штангенциркулями;
- штангенглубиномерами;
- штангенрейсмасами;
- микрометрами;
- индикаторами;
- рычажными скобами;
- индикаторными нутромерами;
- калибрами.
3. Какие параметры включаются в маркировку СИ?

Практическая работа
«Графическое изображение посадок»

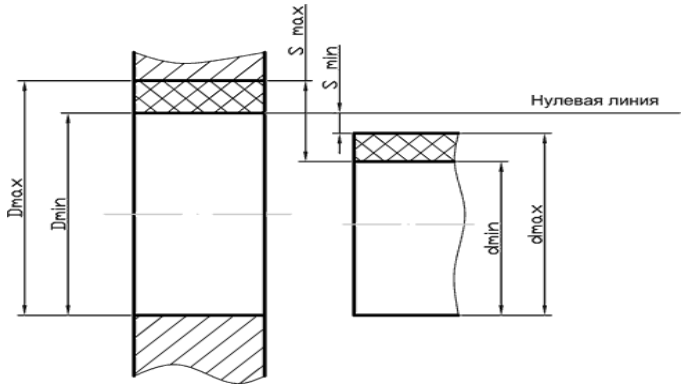
Теоретические сведения

Две или несколько подвижно или неподвижно соединяемых деталей называются сопрягаемыми. Поверхности, по которым происходит соединение деталей, называются сопрягаемыми поверхностями. Остальные поверхности называются несопрягаемыми (свободными). В соответствии с этим различают размеры сопрягаемых и несопрягаемых (свободных) поверхностей. В соединении деталей, входящих одна в другую, есть охватывающие и охватываемые поверхности. Для гладких цилиндрических и конических деталей охватывающая поверхность называется отверстием, охватываемая – валом.

Посадка – характер соединения двух деталей, определяемый разностью
их размеров до сборки. Посадки характеризуют свободу относительного перемещения соединенных деталей или их способность сопротивляться взаимному смещению.

Номинальный размер посадки d – номинальный размер, общий для отверстия и вала, составляющих соединение. Допуск посадки – сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединение.

Различают посадки трех типов: с зазором, с натягом и переходные**.**



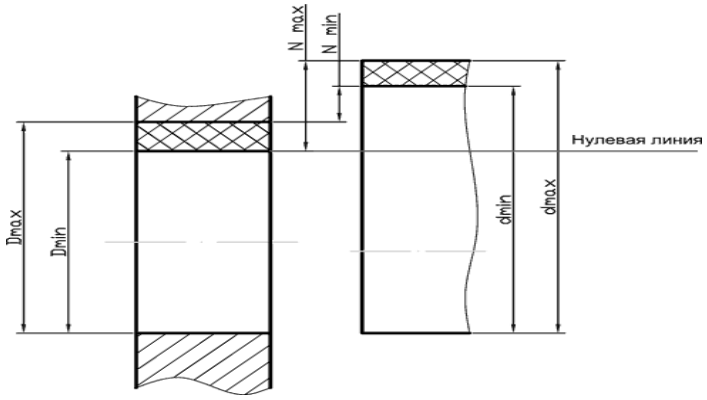
Посадка с зазором – посадка, при которой гарантированно образуется зазор в соединении, т.е. наименьший предельный размер отверстия больше наибольшего предельного размера вала или равен ему. При графическом изображении поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала.

Посадки с зазором характеризуются наибольшими (Smax) и наименьшими (Smin) зазорами. Зазор S – разность между размерами отверстия и вала до сборки, если размер отверстия больше размера вала.

Наибольший зазор: Smax = Dmax – dmin = ES – ei.

Наименьший зазор: Smin = Dmin – dmax = EI - es.

Посадка с натягом – посадка, при которой гарантированно образуется натяг в соединении, т.е.наибольший предельный размер отверстия меньше наименьшего предельного размера вала или равен ему.



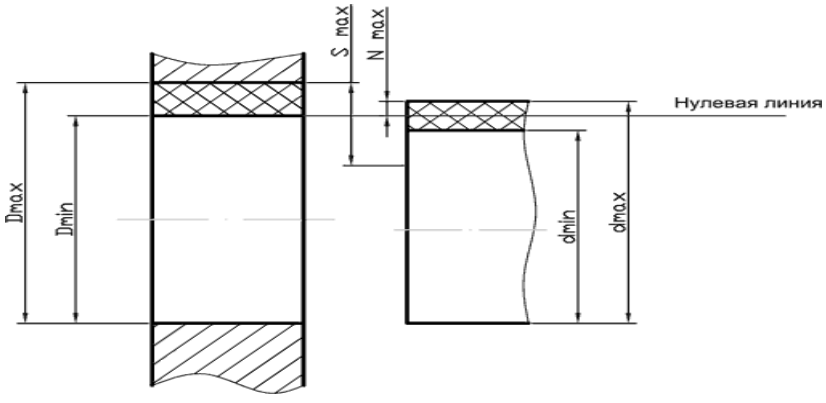
При графическом изображении поле допуска отверстия распо ложено под полем допуска ва ла. Посадки с натягом характе ризуются наибольшими (Nmax) и наименьшими (Nmin)натягами.

Натяг N – разность между раз мерами вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия. Натяг можно определять как отрицательную разность между размерами отверстия и вала:

Наибольший зазор: Smax = Dmax – dmin = ES – ei;

Наибольший натяг: Nmax = dmax – Dmin =es – EI.

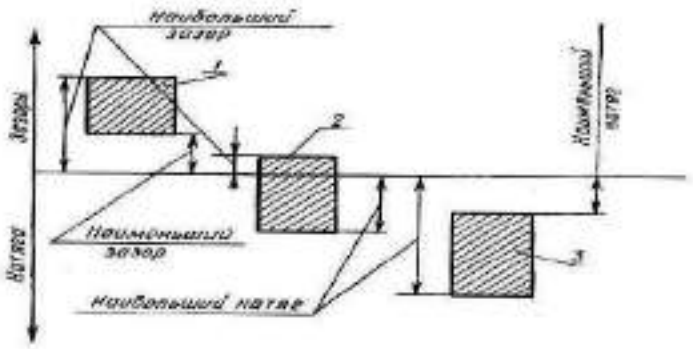
Переходная посадка – посадка, при которой возможно получение



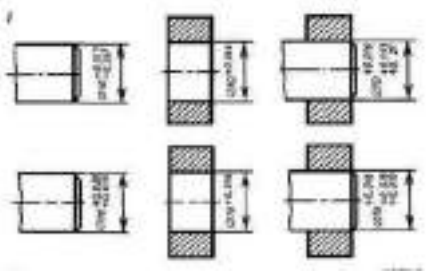
как зазора, так и натяга в соединении, в зависимости от действительных размеров отверстия и вала.При графическом изображении поля допусков отверстия и вала перекрываются полностью или частично.

Переходные посадки характеризуются наибольшими зазорами Smax и наибольшими натягами Nmax : Smax Dmax - dmin , Nmax = dmax - Dmin

или Smax = ES □ -ei , Nmax = es □- EI



Вал и отверстие, образующие посадку, имеют один и тот же номинальный размер и различаются верхними и нижними отклонениями; поэтому на чертежах над размерной линией посадку обозначают после номинального размера дробью, в числителе которой записывают предельные отклонения для отверстия, а в знаменателе - предельные отклонения для вала. В переходных посадках допуск посадки определяется суммой наибольшего натяга и наибольшего зазора.



«Графическое изображение посадок»

Цель работы - изучить основные положения и научиться определять величину допуска, предельные размеры, зазоры и натяги посадки. Изучить посадки, установленные ЕСДП. Научиться определять тип посадки по взаимному расположению полей допусков.

Порядок выполнения работы

1.Для заданного сопряжения (таб.1) определить предельные размеры вала и отверстия; определить величину допусков каждой детали; найти величину предельных зазоров или натягов и допуск посадки; Результаты занести в таблицу 2.;

2. Построить график полей допусков в определенном масштабе, нанести все размеры, отклонения, допуски.

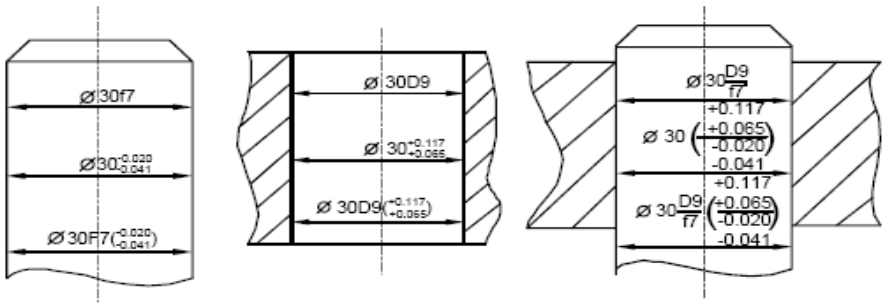
3.Начертить эскизы сопряжения в сборе и подетально с обозначением посадок и отклонений.

Таблица 1

№ варианта	Посадка №1		Посадка №2	
	Отверстие	Вал	Отверстие	Вал
1.	Ø44 $^{+0,033}_{-0,012}$	Ø44 $^{+0,089}_{+0.044}$	Ø12 $^{-0,033}_{-0,066}$	Ø12 $_{-0,017}$
2.	Ø22 $^{+0,012}$	Ø22 $^{+0,007}_{-0,013}$	Ø111 $^{+0,068}_{+0,022}$	Ø111 $_{-0,01}$
3.	Ø60 $^{+0,046}_{-0,013}$	Ø60 $^{+0,18}_{+0,08}$	Ø40 $^{+0,013}$	Ø40 ± 0,022
4.	Ø36 $^{+0,012}_{+0,003}$	Ø36 $_{-0,055}$	Ø11 ± 0,011	Ø11 $^{+0,022}_{-0,044}$
5.	Ø80 $^{-0,011}_{-0,033}$	Ø80 $^{+0,045}$	Ø77 $^{+0,034}_{-0,014}$	Ø77 $^{+0,048}_{+0,012}$

Отчет по работе должен содержать:

1. Наименование темы и цель работы.
2. Данные варианта выполнения работы.
3. Заполненную таблица 2.
4. Графическое изображение расположения полей допусков в системах отверстия и вала с указанием всех предельных отклонений.
5. Эскизы деталей соединения и сборки с указанием всех способов обозначения допусков на чертежах



Пример обозначения размеров деталей и соединения

Таблица 2

Размеры, мм.	Посадка №1		Посадка №2	
	Отверстие	Вал	Отверстие	Вал
Номинальный размер				
Верхнее предельное отклонение				
Нижнее предельное отклонение				
Наибольший предельный размер				
Наименьший предельный размер				
Допуск				
Группа посадки				
Величины зазоров и натягов				

Контрольные вопросы:

- Что такое сопрягаемые и несопрягаемые, охватываемые и охватывающие поверхности?
- Что такое посадка, зазор, натяг?
- За счет чего получаются различные посадки: а) в системе отверстия; б) в системе вала?
- Что такое номинальный, действительный и предельные размеры?
- Что такое отклонение размеров и как оно указывается на чертежах?

Практическая работа «Определение группы посадок на чертежах сопрягаемых деталей»

Теоретические сведения

Системой допусков и посадок называют совокупность рядов допусков и посадок, закономерно построенных на основе опыта, теоретических и экспериментальных исследований и оформленных в виде стандартов. Система предназначена для выбора минимально необходимых, но достаточных для практики вариантов допусков и посадок типовых соединений деталей машин. Системы допусков и посадок ИСО и ЕСДП для типовых деталей машин построены по единым принципам. Посадки в системе отверстия и в системе вала показаны на рис. 1.

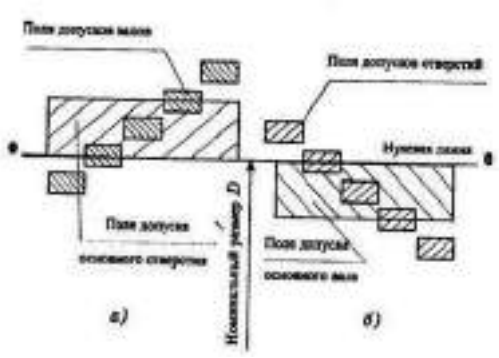


рис.1.Примеры расположения полей допусков для посадок в системе отверстия (а) и в системе вала *(б)*.

Посадки в системе отверстия — посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются соединением различных валов с основным отверстием кото-

рый обозначают *H*. Для всех посадок в системе отверстия нижнее отклонение отверстия *El*= 0, т.е. нижняя граница поля допуска основного отверстия всегда совпадает с нулевой линией, верхнее отклонение *ES* всегда положительное. Поле допуска основного отверстия откладывают вверх, т.е. в материал детали.

Посадки в системе вала — посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются соединением различных отверстий с основным валом который обозначают *h*. Для всех посадок в системе вала верхнее отклонение основного вала *es*= 0, т.е. верхняя граница поля допуска вала всегда совпадает с нулевой линией, нижнее отклонение отрицательное. Поле допуска основного вала откладывают вниз от нулевой линии, т.е. в материал детали.

Система отверстия имеет более широкое применение по сравнению с системой вала, что связано с ее преимуществами технико-экономического характера на стадии отработки конструкции. Для обработки отверстий с разными размерами необходимо иметь и разные комплекты режущих инструментов (сверла, зенкера, развертки, протяжки и т. п.), а валы независимо от их размера обрабатывают одним и тем же резцом или шлифовальным кругом. Таким образом, система отверстия требует существенно меньших расходов производства как в процессе экспериментальной обработки сопряжения, так и в условиях массового или крупносерийного производства.

Система вала является предпочтительной по сравнению с системой отверстия, когда валы не требуют дополнительной разметочной обработки, а могут пойти в сборку после так называемых заготовительных технологических процессов. Система вала применяется также в случаях, когда система отверстия не позволяет осуществлять требуемые соединения при данных конструктивных решениях.

В Единой системе допусков и посадок установлено 19 квалитетов и определены формулы для расчета допусков. Точность возрастает с уменьшением номера квалитета. Чтобы максимально сократить число значений допусков при построении рядов допусков, стандартом установлены интервалы размеров, внутри которых значение допуска для данного квалитета не меняется.

В Единой системе допусков и посадок для размеров до 500 мм установлено: 27 основных отклонений валов; 27 основных отклонений отверстий.

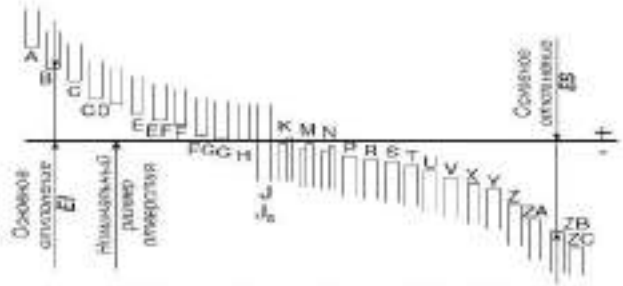


Рис. 1. Схема расположения основных отклонений отверстий

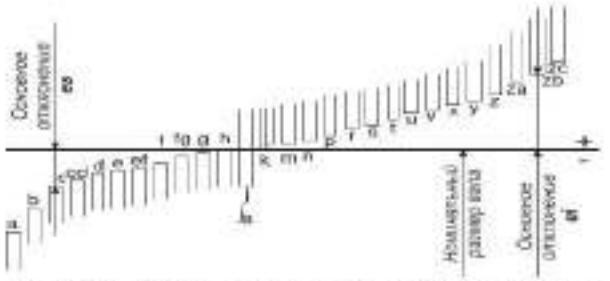
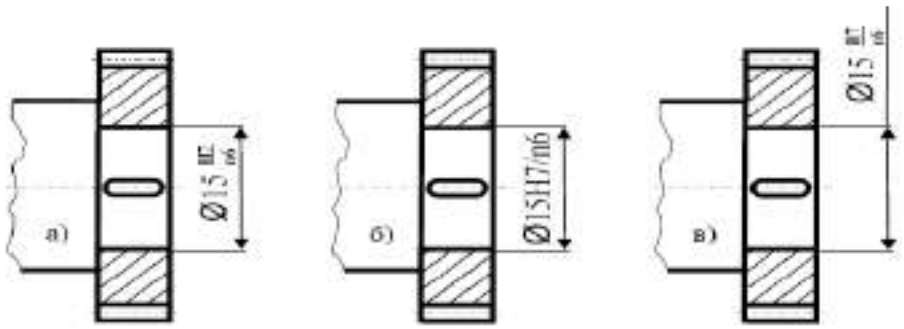


Рис. 2. Схема расположения основных отклонений валов

Основные отклонения отверстий обозначаются прописными буквами латинского алфавита, валов – строчными.

В Единой системе допусков и посадок основными деталями служат отверстия или валы, имеющие основное отклонение, равное нулю. Посадка обозначается дробью, проставляемой после номинального размера, в числителе которой всегда проставляется буквенное обозначение поля допуска отверстия с номером соответствующего квалитета, в знаменателе – буквенное обозначение поля допуска вала с номером соответствующего квалитета.



Пример обозначения размеров деталей и соединения.

«Определение группы посадок на чертежах сопрягаемых деталей»

Цель работы – приобретение практических навыков определения посадок сопряженных деталей по действительным размерам, изучение методики определения зазоров, натягов, допусков и посадок в гладких цилиндрических соединениях.

Порядок выполнения работы

В задании вид сопряжения задан номинальным диаметром и условным обозначением конкретной посадки.

Вариант	1	2	3	4	5
Посадка	$\varnothing 50\frac{F8}{h7}$	$\varnothing 18\frac{M8}{h7}$	$\varnothing 16\frac{F8}{h7}$	$\varnothing 20\frac{H7}{f8}$	$\varnothing 12\frac{S6}{h7}$

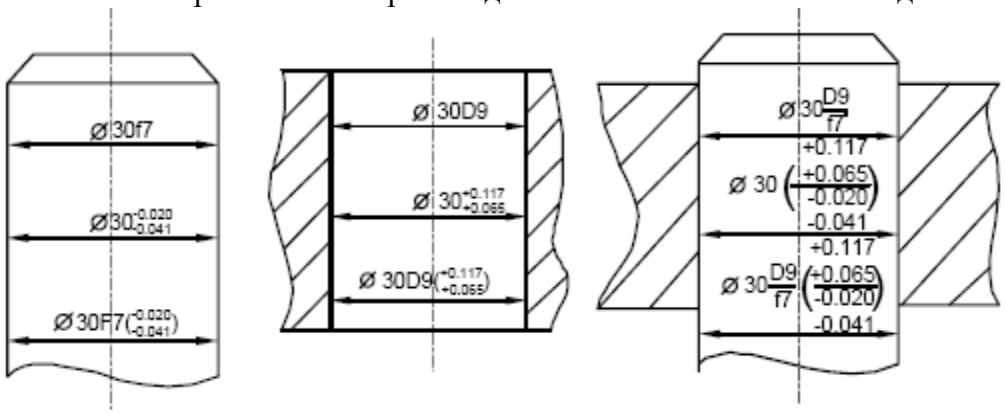
1.Исходя из заданных обозначений посадок

- записать их условное обозначение дробью, как принято обозначать посадки на чертежах.
- по таблицам ГОСТ 25347-82 (СТ СЭВ 144-75) найти отклонения размеров вала и отверстия.
- вычислить предельные размеры вала и отверстия.
- определить величину допусков каждой детали.
- найти величину предельных зазоров или натягов и допуск посадки.

Результаты занести в таблицу 1

2. Построить график полей допусков в определенном масштабе, нанести все размеры, отклонения, допуски.

3. Вычертить эскизы сопряжения в сборе и подетально с обозначением посадок и отклонений.



Пример обозначения размеров деталей и соединения

Таблица 1

№ п/п	Показатель	Величина показателя (мм)	
		отверстие	вал
1	Буквенное обозначение посадки		
2	Система посадки		
3	Буквенное обозначение детали		
4	Цифровое обозначение детали		
5	Отклонение верхнее, мм		
6	Отклонение нижнее, мм		
7	Наибольший предельный размер, мм		
8	Наименьший предельный размер, мм		
9	Допуск, мм		
10	Группа посадки		
11	Натяг наибольший		
12	Натяг наименьший		
13	Зазор наибольший		
14	Зазор наименьший		
15	Средний зазор (натяг)		
16	Допуск посадки		

Отчет по работе

Отчет по работе должен содержать:

1. Наименование темы и цель работы.
2. Данные варианта выполнения работы.
3. Заполненную таблица 2.
4. Графическое изображение расположения полей допусков в системах отверстия и вала с указанием всех предельных отклонений.
5. Эскизы деталей соединения и сборки с указанием всех способов обозначения допусков на чертежах

Контрольные вопросы:

- Как образуются посадки в системе отверстия?
- Как образуются посадки в системе вала?
- Какая из систем посадок является предпочтительной и почему?
- Как расположено поле допуска основного отверстия в системе отверстия?
- Как расположено поле допуска основного вала в системе вала?

Приложения

Числовые значения допусков (ГОСТ 25346-89)

Интервалы номинальных размеров, мм		Квалитет											
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Свыше	до	мкм							мм				
3	6	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,30	0,48	0,75
6	10	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,90
10	18	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,70	1,10
18	30	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,30
30	50	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,00	1,60
50	80	13	19	30	46	74	120	190	0,30	0,46	0,74	1,20	1,90
80	120	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,40	2,20
120	180	18	25	40	63	100	160	250	0,40	0,63	1,00	1,60	2,50
180	250	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,90
250	315	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,30	2,10	3,20
315	400	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,40	2,30	3,60
400	500	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,50	4,00

Числовые значения основных отклонений валов (ГОСТ 25346-89) · мкм

Интервал размеров, мм		Основные отклонения																
		a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	j_s[1]	l			k	
		для всех квалитетов												для квалитетов				
														5 и 6	7	8	от 4 до 7	до 3 и свыше 7
Свыше	До	Верхнее отклонение es												нижнее отклонение ei				
3	6	-270	-140	–70	–46	–30	–20	–14	–10	–6	–4	0	Предельные отклонения = $\pm\frac{IT_n}{2}$, где n — порядковый номер квалитета	–2	–4	–	+1	0
6	10	-280	-150	–80	–56	–40	–25	–18	–13	–8	–5	0		–2	–5	–	+1	0
10	14	-290	-150	–95	–	–50	–32	–	–16	–	–6	0		–3	–6	–	+1	0
14	18																	
18	24	-300	-160	-110	–	–65	–40	–	–20	–	–7	0		–4	–8	–	+2	0
24	30																	
30	40	-310	-170	-120	–	–80	–50	–	25	–	–9	0		–5	–10	–	+2	0
40	50	-320	-180	-130														
50	65	-340	-190	-140	–	-100	–60	–	–30	–	–10	0		–7	–12	–	+2	0
65	80	-360	-200	-150														
80	100	-380	-220	-170	–	-120	–72	–	–36	–	–12	0		–9	–15	–	+3	0
100	120	-410	-240	-180														
120	140	-460	-260	-200														
140	160	-520	-280	-210	–	-145	–85	–	–43	–	–14	0		–11	–18	–	+3	0
160	180	-580	-310	-230														
180	200	-660	-340	-240														
200	225	-740	-380	-260	–	-170	-100	–	–50	–	–15	0		–13	–21	–	+4	0
225	250	-820	-420	-280														
250	280	-920	-480	-300	–	-190	-110	–	–56	–	–17	0		–16	–26	–	+4	0
280	315	1050	-540	-330														
315	355	1200	-600	-360	–	-210	-125	–	–62	–	–18	0		–18	–28	–	+4	0
355	400	1350	-680	-400														
400	450	1500	-760	-440	–	-230	-135	–	–68	–	–20	0		–20	–32	–	+5	0
450	500	1650	-840	-480														

Числовые значения основных отклонений валов (ГОСТ 25346-89), мкм

Интервал размеров, мм		Основные отклонения													
		m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
		для всех квалитетов													
Свыше	До	Нижнее отклонение ei													
3	6	+4	+8	+12	+15	+19	—	+23	—	+28	—	+35	+42	+50	+80
6	10	+6	+10	+15	+19	+23	—	+28	—	+34	—	+42	+52	+67	+97
10	14	+7	+12	+18	+23	+28	—	+33	—	+40	—	+50	+64	+90	+130
14	18								+39	+45	—	+60	+77	+108	+150
18	24	+8	+15	+22	+28	+35	—	+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188
24	30						+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218
30	40	+9	+17	+26	+34	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274
40	50						+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325
50	65	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405
65	80				+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
80	100	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585
100	120				+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690
120	140	+15	+27	+43	+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800
140	160				+65	+100	+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900
160	180				+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000
180	200	+17	+31	+50	+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150
200	225				+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250
225	250				+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350
250	280	+20	+34	+56	+94	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200	+1550
280	315				+98	+170	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1000	+1300	+1700
315	355	+21	+37	+62	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900
355	400				+114	+208	+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650	+2100
400	450	+23	+40	+68	+126	+232	+330	+490	+595	+740	+920	+1100	+1450	+1850	+2400
450	500				+132	+252	+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600

Числовые значения основных отклонений отверстий (ГОСТ 25346-89), мкм

Интервал размеров, мм		Основные отклонения											
		A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	J_s[1]
		для всех квалитетов											
Свыше	До	Нижнее отклонение EI											
3	6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0	Предельные отклонения = $\pm\frac{IT_n}{2}$, где n — порядковый номер квалитета
6	10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0	
10	14	+290	+150	+95	-	+50	+32	-	+16	-	+6	0	
14	18												
18	24	+300	+160	+110	-	+65	+40	-	+20	-	+7	0	
24	30												
30	40	+310	+170	+120	-	+80	+50	-	+25	-	+9	0	
40	50	+320	+180	+130									
50	65	+340	+190	+140	-	+100	+60	-	+30	-	+10	0	
65	80	+360	+200	+150									
80	100	+380	+220	+170	-	+120	+72	-	+36	-	+12	0	
100	120	+410	+240	+180									
120	140	+460	+260	+200	-	+145	+85	-	+43	-	+14	0	
140	160	+520	+280	+210									
160	180	+580	+310	+230	-								
180	200	+660	+340	+240		+170	+100	-	+50	-	+15	0	
200	225	+740	+380	+260	-								
225	250	+820	+420	+280									
250	280	+920	+480	+300	-	+190	+110	-	+56	-	+17	0	
280	315	+1050	+540	+330									
315	355	+1200	+600	+360	-	+210	+125	-	+62	-	+18	0	
355	400	+1350	+680	+400									
400	450	+1500	+760	+440	-	+230	+135	-	+68	-	+20	0	
450	500	+1650	+840	+480									

Числовые значения основных отклонений отверстий (ГОСТ 25346-89) - мкм

Интервал размеров, мм		Основные отклонения													
		J			K[2]		M[2 3]		N[2]		P до ZC[2]	P	R	S	T
		для квалитетов										для квалитетов свыше 7-го			
		6	7	8	до 8	св. 8	до 8	св. 8	до 8	св. 8	до 7				
Свыше	До	Верхнее отклонение ES													
3	6	+5	+6	+10	–1+Δ	–	–4+Δ	–4	–8+Δ	0	Отклонения как для квалитетов свыше 7-го, увеличенные на Δ	–12	–15	–19	
6	10	+5	+8	+12	–1+Δ	–	–6+Δ	–6	–10+Δ	0		–15	–19	–23	
10	14	+6	+10	+15	–1+Δ	–	–7+Δ	–7	–12+Δ	0		–18	–23	–28	
14	18														
18	24	+8	+12	+20	–2+Δ	–	–8+Δ	–8	–15+Δ	0		–22	–28	–35	
24	30														–41
30	40	+10	+14	+24	–2+Δ	–	–9+Δ	–9	–17+Δ	0		–26	–34	–43	–48
40	50														–54
50	65	+13	+18	+28	–2+Δ	–	–11+Δ	–11	–20+Δ	0		–32	–41	–53	–66
65	80												–43	–59	–75
80	100	+16	+22	+34	–3+Δ	–	–13+Δ	–13	–23+Δ	0		–37	–51	–71	–91
100	120												–54	–79	–104
120	140	+18	+26	+41	–3+Δ	–	–15+Δ	–15	–27+Δ	0		–43	–63	–92	–122
140	160												–65	–100	–134
160	180												–68	–108	–146
180	200	+22	+30	+47	–4+Δ	–	–17+Δ	–17	–31+Δ	0		–50	–77	–122	–166
200	225												–80	–130	–180
225	250												–84	–140	–196
250	280	+25	+36	+55	–4+Δ	–	–20+Δ	–20	–34+Δ	0		–56	–94	–158	–218
280	315												–98	–170	–240
315	355	+29	+39	+60	–4+Δ	–	–21+Δ	–21	–37+Δ	0		–62	–108	–190	–268
355	400												–114	–208	–294
400	450	+33	+43	+66	–5+Δ	–	–23+Δ	–23	–40+Δ	0		–68	–126	–232	–330
450	500												–132	–252	–360

Числовые значения основных отклонений отверстий (ГОСТ 25346-89) - мкм

Интервал размеров, мм		Основные отклонения								Δ, мкм					
		U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC						
		для квалитетов свыше 7-го								для квалитетов					
Свыше	До	Верхнее отклонение ES								3	4	5	6	7	8
3	6	–23	–	–28	–	–35	–42	–50	–80	1	1,5	1	3	4	6
6	10	–28	–	–34	–	–42	–52	–67	–97	1	1,5	2	3	6	7
10	14	–33	–	–40	–	–50	–64	–90	–130	1	2	3	3	7	9
14	18		–39	–45	–	–60	–77	–108	–150						
18	24	–41	–47	–54	–63	–73	–98	–136	–188	1,5	2	3	4	8	12
24	30	–48	–55	–64	–75	–88	–118	–160	–218						
30	40	–60	–68	–80	–94	–112	–148	–200	–274	1,5	3	4	5	9	14
40	50	–70	–81	–97	–114	–136	–180	–242	–325						
50	65	–87	–102	–122	–144	–172	–226	–300	–405	2	3	5	6	11	16
65	80	–102	–120	–146	–174	–210	–274	–360	–480						
80	100	–124	–146	–178	–214	–258	–335	–445	–585	2	4	5	7	13	19
100	120	–144	–172	–210	–254	–310	–400	–525	–690						
120	140	–170	–202	–248	–300	–365	–470	–620	–800	3	4	6	7	15	23
140	160	–190	–228	–280	–340	–415	–535	–700	–900						
160	180	–210	–252	–310	–380	–465	–600	–780	–1000						
180	200	–236	–284	–350	–425	–520	–670	–880	–1150	3	4	6	9	17	26
200	225	–258	–310	–385	–470	–575	–740	–960	–1250						
225	250	–284	–340	–425	–520	–640	–820	–1050	–1350						
250	280	–315	–385	–475	–580	–710	–920	–1200	–1550	4	4	7	9	20	29
280	315	–350	–425	–525	–650	–790	–1000	–1300	–1700						
315	355	–390	–475	–590	–730	–900	–1150	–1500	–1900	4	5	7	11	21	32
355	400	–435	–530	–660	–820	–1000	–1300	–1650	–2100						
400	450	–490	–595	–740	–920	–1100	–1450	–1850	–2400	5	5	7	13	23	34
450	500	–540	–660	–820	–1000	–1250	–1600	–2100	–2600						

Допускаемые погрешности измерений **δ,** мкм (ГОСТ 8.051-81)

Интервал номинальных размеров, мм	Квалитеты									
	5		6		7		8		9	
	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ
Свыше 10 до 18	8,0	2,8	11,0	3,0	18,0	5,0	27,0	7,0	43,0	10,0
Свыше 18 до 30	9,0	3,0	13,0	4,0	21,0	6,0	33,0	8,0	52,0	12,0
Свыше 30 до 50	11,0	4,0	16,0	5,0	25,0	7,0	39,0	10,0	62,0	16,0
Свыше 50 до 80	13,0	4,0	19,0	5,0	30,0	9,0	46,0	12,0	74,0	18,0
Свыше 80 до 120	15,0	5,0	22,0	6,0	35,0	10,0	54,0	12,0	87,0	20,0
Свыше 120 до 180	18,0	6,0	25,0	7,0	40,0	12,0	63,0	16,0	100,0	30,0
Свыше 180 до 250	20,0	7,0	29,0	8,0	46,0	12,0	72,0	18,0	115,0	30,0
Свыше 250 до 315	23,0	8,0	32,0	10,0	52,0	14,0	81,0	20,0	130,0	30,0
Свыше 315 до 400	25,0	9,0	36,0	10,0	57,0	18,0	89,0	24,0	140,0	40,0
Свыше 400 до 500	27,0	9,0	40,0	12,0	63,0	18,0	97,0	26,0	155,0	40,0

Допускаемые погрешности измерений **δ,** мкм (ГОСТ 8.051-81)

Интервал номинальных размеров, мм	К в а л и т е т ы									
	10		11		12		13		14	
	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ
Свыше 10 до 18	70,0	14,0	110,0	30,0	180,0	40,0	270,0	60,0	430,0	90,0
Свыше 18 до 30	84,0	18,0	130,0	30,0	210,0	50,0	330,0	70,0	520,0	120,0
Свыше 30 до 50	100,0	20,0	160,0	40,0	250,0	50,0	390,0	80,0	620,0	140,0
Свыше 50 до 80	120, 0	30,0	190,0	40,0	300,0	60,0	460,0	100,0	740,0	160,0
Свыше 80 до 120	160,0	40,0	250,0	50,0	400,0	80,0	540,0	120,0	870,0	180,0
Свыше 120 до 180	160,0	40,0	250,0	50,0	400,0	80,0	630,0	140,0	1000,0	200,0
Свыше 180 до 250	185,0	40,0	290,0	60,0	460,0	100,0	720,0	160,0	1150,0	240,0
Свыше 250 до 315	210,0	50,0	320,0	70,0	520,0	120,0	810,0	180,0	1300,0	260,0
Свыше 315 до 400	230,0	50,0	360,0	80,0	570,0	120,0	890,0	180,0	1400,0	280,0
Свыше 400 до 500	250,0	50,0	400,0	80,0	630,0	140,0	970,0	200,0	1550,0	320,0

Пределы допускаемых погрешностей (Δlim) средств измерений для наружных размеров (РД 50-98-86)

Наименование средств измерений	Интервалы размеров, мм						
	1-10	10-18	18-30	30-50	50-80	80-120	120-180
	Пределы допускаемой погрешности ± Δlim , мкм						
Штангенциркули с ценой деления шкалы нониуса 0,1 мм (типа ЩЦ, ЩЦ-11)	150	150	150	150	150	150	150
Штангенциркули с ценой деления шкалы нониуса 0,05 мм и 0,02 мм (типа ЩЦ-1, ЩЦ-11)	120	120	120	120	130	130	130
Микрометры гладкие (типа МК); при работе находятся в стойке	5	5	5	5	5	10	10
Индикаторы часового типа (ИЧ) с ценой деления 0,01мм, при работе находятся в стойке	15	15	16	16	18	20	22

Пределы допускаемых погрешностей (Δlim) средств измерений для внутренних размеров (РД 50-98-86)

Наименование средств Измерений	Интервалы размеров, мм			
	1-18	18-50	50-120	120-250
	Пределы допускаемой погрешности ± Δlim , мкм			
Штангенциркули с ценой деления шкалы нониуса 0,1 мм (типа ЩЦ, ЩЦ-11)	200	200	250	300
Штангенциркули с ценой деления шкалы нониуса 0,05 и 0,02 мм (типа ЩЦ-1, ЩЦ-11)	150	150	200	200
Нутромеры индикаторные с ценой деления отсчетного устройства 0,01 мм	15	20	25	25

Измерительные средства	Предельные погрешности измерения (±Δ мм, мкм) для интервалов размеров, мм							
	До 10	11… 50	51… 80	81… 120	121… 180	181… 260	261… 360	361… 500
Оптиметры, измерительные машины (при измерении наружных размеров)	0,7	1,0	1,3	1,6	1,8	2,5	3,5	4,5
То же (при измерении внутренних размеров)	-	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	-	-
Микроскоп инструментальный	1,5	2,0	2,5	2,5	3,0	3,5	-	-
Рычажная скоба с ценой деления:								
2 мкм	3,0	3,5	4,0	4,5	-	-	-	-
10 мкм	7,0	7,0	7,5	7,5	8,0	-	-	-
Микрометр рычажный	3,0	4,0	-	-	-	-	-	-
Микрометр	7,0	8,0	9,0	10	12	15	20	25
Индикатор	15	15	15	15	15	16	16	16
Штангенциркуль с ценой деления								
0,02 мм	40	40	45	45	45	50	60	70
0,05 мм	80	80	90	100	100	100	110	110
0,1 мм	150	150	160	170	190	200	210	230

Список литературы

Основные источники:

1. Атрошенко, Ю. К. Метрология, стандартизация и сертификация. Сборник лабораторных и практических работ : учебное пособие для среднего профессионального образования / Ю. К. Атрошенко, Е. В. Кравченко. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 174 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-07981-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/534182
2. Кошевая, И. П. Метрология, стандартизация, сертификация : учебник / И.П. Кошевая, А.А. Канке. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 415 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-013572-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1141784
3. Лифиц, И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия : учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. М. Лифиц. — 14-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 423 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-15928-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/537200
4. Шишмарев, В. Ю. Метрология, стандартизация, сертификация, техническое регулирование и документоведение : учебник / В.Ю. Шишмарев. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2021. — 312 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-906923-15-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1141803

Дополнительные источники:

1. Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация в 3 ч. Часть 1. Метрология : учебник для среднего профессионального образования / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 235 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10236-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/495205
2. Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация в 3 ч. Часть 2. Стандартизация : учебник для среднего профессионального образования / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 481 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10238-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/495206
3. Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация в 3 ч. Часть 3. Сертификация : учебник для среднего профессионального образования / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 132 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10239-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/495207
4. Степанова, Е. А. Метрология и измерительная техника: основы обработки результатов измерений : учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. А. Степанова, Н. А. Скулкина, А. С. Волегов ; под общей редакцией Е. А. Степановой. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 95 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10715-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/495556

Нормативная документация

- ГОСТ 25346-89 Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений.
- ГОСТ 8.051-81 Государственная система обеспечения единства измерений. Погрешности, допустимые при изучении размеров до 500 мм.

Интернет ресурсы:

- http://claw.ru/ - Образовательный портал
- http://ru.wikipedia.org/ - Свободная энциклопедия
- Электронный ресурс Российское образование, Федеральный портал (http://www.edu.ru).

Приложение 2.1.6
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

ОП.10 «СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

2025

Оглавление

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Рабочий экран САПР 4
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. Построение геометрических примитивов..... 10
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3. Понятие привязок. Конструирование объектов..... 17
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4. Построение геометрических объектов по сетке 26
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5. Построение сопряжений в чертежах деталей 29
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6. Основы трехмерного моделирования и проектирования..... 37
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7. Трехмерное моделирование многогранников 41
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8. Трехмерное моделирование тел вращения 46
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9. Моделирование сложного геометрического объекта. Операции программы Компас 3D LT «приклеить выдавливанием», «вырезать выдавливанием» 50
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 10. Построение кинематических поверхностей способом 56
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 11. Создание геометрических моделей 61
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 12. Создание библиотечных элементов в графических системах САПР 66
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 13. Параметрическое моделирование..... 70
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 14. Построение сборок в системах геометрического моделирования 77
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 15. Создание рабочих чертежей деталей на основе трехмерных моделей 80
Информационное обеспечение обучения 87

Пояснительная записка

Методические рекомендации по выполнению практических и лабораторных работ составлены в соответствии с программой по профессиональному модулю ОП.10 «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов» по профессии среднего профессионального образования 15.02.09 Аддитивные технологии

Выполнение практических и лабораторных работ по профессиональному модулю ОП.10 «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов» по профессии 15.02.09 Аддитивные технологии является результатом освоения ОПОП-П, соответствующим требованиям ФГОС СПО, а также отвечающим запросам организаций, действующих в реальном секторе экономики.

При выполнении практических и лабораторных работ основными задачами являются:

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2) выработка практических навыков самостоятельной работы;
3) подготовка обучающихся к будущей практической работе.

Целью выполняемых работ является получение умений и знаний, которые необходимы обучающемуся для овладения им соответствующего вида профессиональной деятельности.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1.
Рабочий экран САПР

(Время выполнения работы - 1 час)

1.1. Назначение графического редактора КОМПАС-ГРАФИК

Задача КОМПАС 3D LT – подготовка и выпуск чертежно-конструкторской документации.

Основные возможности:

геометрические построения средствами «электронного кульмана»;
редактирование изображения (сдвиг, поворот, копирование, масштабирование, деформация, симметрия т.д.);
форматирование текстовых надписей;
оформление технических требований и основных надписей;
сохранение типовых фрагментов чертежа и их перенесение в другой чертеж;
использование библиотек типовых параметрических изображений;
создание сборочных чертежей и т.д.

1.2. Запуск программы. Основные элементы рабочего окна

Запустить программу КОМПАС 3D LT можно щелчком ЛК мыши на пиктограмме

. После запуска системы на экране появится главное окно системы, в котором пока нет ни одного открытого документа и присутствует минимальный набор командных кнопок (рис.1).

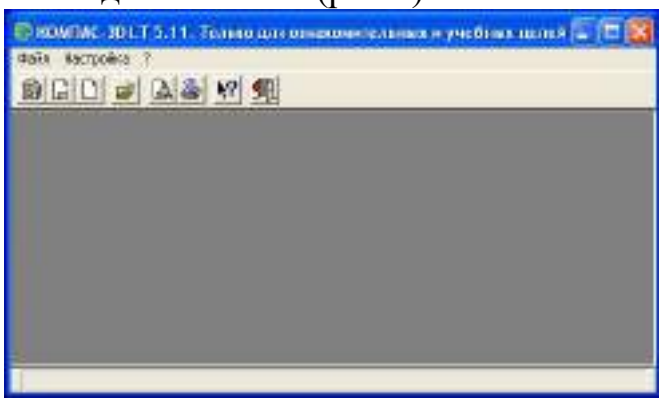


Рис. 1

Щелкните мышью (ЛК) в строке меню на слове **Файл**. Появится выпадающее меню, в первой строке которого будет команда **Создать**. Укажите на нее курсором мыши.

Выберите **Лист** (**Файл ⇨ Создать ⇨ Лист**). Возникнет изображение формата (М 1:1) с основной надписью. Одновременно с этим в первой строке экрана появится извещение о присвоенном по умолчанию имени вновь созданного файла: Лист БЕЗ ИМЕНИ: 1 (рис. 2).

Основные элементы указаны цифрами:

1-заголовок окна – содержит название документа;

2- строка меню – в ней расположены все основные меню системы, в каждом меню хранятся связанные с ним команды;

3-панель управления – в ней собраны команды, которые часто употребляются при работе с системой;

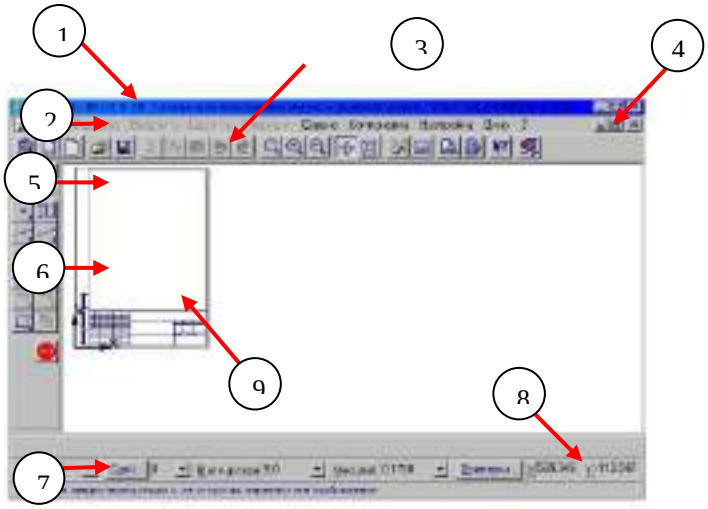


Рис. 2

4- кнопки управления окнами:

Кнопка, закрывающая окно.

Кнопка «Свернуть», щелчком по ней убирается окно с рабочего стола, при этом приложение продолжает выполняться.

Кнопка «Развернуть» увеличивает окно до размера экрана.

Кнопка «Восстановить» переводит окно в промежуточное состояние.

5- панель переключения - производит переключение между панелями;

6-панель инструментов - состоит из нескольких отдельных страниц (панель геометрии, размеров, редактирования);

7-строка состояния объекта – указывает параметры объекта;

8-текущие координаты;

9- поле чертежа с рамкой (формат А4).

Рассмотрим типы графических документов КОМПАС 3D LT (рис.3)

Рис. 3

Для закрытия открытого документа достаточно щелкнуть на кнопке «Закрыть» .

Для завершения работы можно:
открыть меню **Файл ⇨ Выход**;
использовать клавиатурную команду <**Alt**>+<**F4**>;
нажать кнопку .

1.3. Знакомство с основными панелями КОМПАС 3D LT

Инструментальная панель находится в левой части главного окна и состоит из двух частей. В верхней части расположены девять кнопок переключателей режимов работы, а в нижней части – панель того же режима работы, переключатель которого находится в нажатом состоянии. Отдельные кнопки в правой нижней части имеют небольшой черный треугольник. При щелчке мышью на такой кнопке и удержании

Название документа	Содержание
Лист чертежа	Лист чертежа представляет собой чертеж объекта и его оформление: чертежи (файлы. CDW); задание формата листа бумаги; тип основной надписи (штампа); технические требования; неуказанная шероховатость; объекты связанной с листом спецификации
Лист фрагмента	отличается от чертежа только отсутствием элементов оформления и предназначается для хранения типовых решений и конструкций для последующего использования (вставки) в других документах; фрагменты (файлы. FRW); фрагмент можно в любой момент времени поместить в чертеж и наоборот
Деталь	Предназначен для построения детали в объеме

ее в нажатом состоянии некоторое время рядом с ней появляется новый ряд кнопок-пиктограмм с подкомандами.

Каждая панель соответствующего режима работы содержит до двенадцати кнопок-пиктограмм для вызова конкретной команды. Основные панели показаны на рис.4.

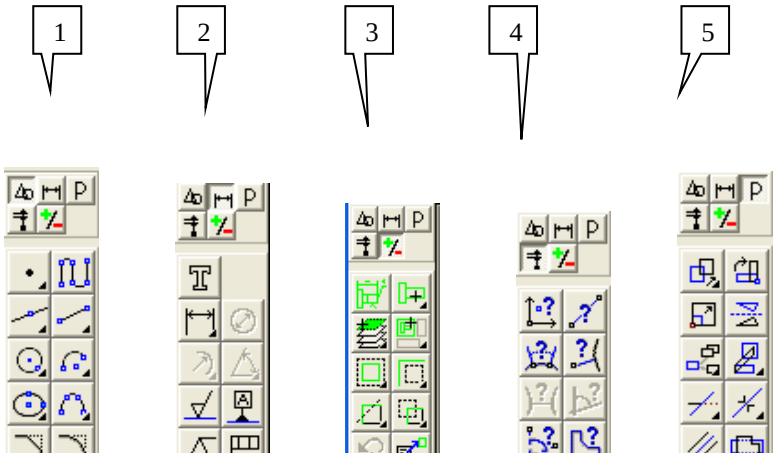


Рис. 4

1	Инструментальная панель геометрии обеспечивает возможность начертить любую линию или фигуру любым стандартным типом линии, а также выполнить штриховку любой области.
2	Инструментальная панель размеров и технологических обозначений. На этой панели расположены кнопки, позволяющие обратится к командам простановки размеров и технологических обозначений. Для вызова какой-либо команды нажмите соответствующую кнопку панели.
3	Инструментальная панель выделения. На этой панели расположены кнопки, позволяющие обратиться к командам выделения графических объектов документа и командам снятия выделения. Для вызова какой-либо команды нажмите соответствующую кнопку панели.
4	Инструментальная панель измерений. На ней расположены кнопки вызова команд, позволяющих измерить длину объекта, расстояние или угол между объектами, площади и массоцентровочные характеристики объектов.
5	Инструментальная панель редактирования содержит команды, позволяющие проводить редактирование элементов чертежа – копирование, масштабирование, поворот, сдвиг, зеркальное отображение, деформацию и многое другое.

1.4. Информация строки состояния объектов

В главном окне расположены строки атрибутов объекта (рис.5):

Строка параметров объектов

Строка текущего состояния

Строка сообщений

Рис.5

Строка параметров объектов содержит значения характерных параметров элемента, который в настоящий момент редактируется или создается на чертеже. Например, при рисовании отрезка на ней отображаются координаты начальной и конечной точек, длина отрезка и угол наклона, а также тип линии, которым этот отрезок будет вычерчен.

Строка текущего состояния отображает текущие параметры КОМПАС 3D LT, а именно: вид (в чертеже), слой, масштаб отображения в окне, шаг курсора, координаты текущего положения курсора. Также там находятся кнопки управления объектными привязками, сеткой и локальными системами координат.

Строка сообщений подсказывает очередное действие для выполнения текущей команды или дает пояснения для элемента, на который в данный момент указывает курсор.
На рис. 5 приведены атрибуты объекта (при вводе отрезка).
1.4. Изменение размера изображения
Для увеличения какой-либо области документа используется кнопка **Увеличить масштаб рамкой** . Для плавного изменения масштаба используется кнопка **Ближе/дальше** . Перемещение изображения в окне документа без изменения масштаба достигается нажатием кнопки **Сдвинуть изображение** . Для отображения в окне всего документа служит кнопка **Показать все** . Для обновления изображения служит кнопка **Обновить** .

Выбор формата чертежа и основной надписи.

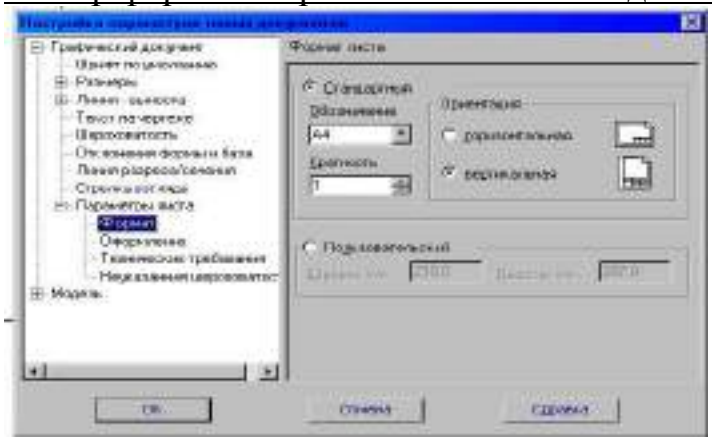


Рис.6

Для изменения формата и вида штампа следует выбрать (рис.6):
Меню **Настройка**.
Команду **Настройка новых параметров**.
Для выбора формата:
Графический документ/Параметры листа/Формат.
Для выбора типа основной надписи.
Графический документ/Параметры листа/Оформление.
ЗАДАНИЯ
ЗАДАНИЕ 1. Выполнить построение отрезка по указанному алгоритму и проанализировать строку объекта.
До начала работы необходимо создать папки для сохранения документов. В вашей папке создайте папку, например Лаб_компас. Далее, в вашей личной папке создайте папки: Лаб_1, Лаб_2, Лаб_3, Лаб_4, Лаб_5, Лаб_6, Лаб_7, Лаб_8, Лаб_9, Лаб_10.
Алгоритм построения отрезка.

1. Запустить программу КОМПАС LT

(ЛК мыши).

2. Щелкните мышью (ЛК) в строке меню на слове **Файл**. Появится выпадающее меню, в первой строке которого будет команда **Создать**. Укажите на нее курсором мыши.
Выберите **Лист** (**Файл ⇨ Создать ⇨ Лист**). Возникнет изображение формата (М 1:1) с основной надписью. Одновременно с этим в первой строке экрана появится извещение о присвоенном по умолчанию имени вновь созданного файла:
Лист БЕЗ ИМЕНИ: 1.

3. Включите кнопку Геометрические построения на панели инструментов (ЛК мыши).

4. На панели управления найдите кнопку Показать все и щелкните по ней (ЛК мыши). Появится целое изображение формата в уменьшенном виде.

5. Выберите кнопку-пиктограмму Ввод отрезка на инструментальной панели геометрии и щелкните на ней кнопкой мыши. Появится строка параметров объекта при вводе отрезка.
6. Для построения отрезка необходимо ввести координаты точек p1(X1; Y1) и p2(X2;Y2), Координаты вводятся с клавиатуры. Для этого следует дважды щелкнуть мышью в поле (окошечке) справа от надписи p1 параметра первой точки и, не перемещая больше мыши, набрать на клавиатуре значение координаты X1 (60).
7. Переместите указатель мыши, не выходя из строки параметров объекта, в следующее поле и, дважды щелкнув, наберите значение координаты Y1 (100). Зафиксируйте значения первой точки отрезка нажатием клавиши **Enter** или щелчком на кнопке p1.
8. Таким же образом назначьте координаты второй точки отрезка p2 (150;200). После нажатия **Enter** на чертеже появится изображение отрезка.
9. Система остается в режиме ожидания для построения второго отрезка. Если в этом нет надобности в построении, то необходимо прервать текущую команду. Для этого надо щелкнуть на кнопке со знаком **Stop** слева от рабочего экрана.
10. Щелкнуть на кнопке со знаком **Stop**.

Алгоритм стирания отрезка.
11. Укажите на построенный отрезок. Для этого нужно установить прицел перекрестия на отрезке и щелкнуть левой кнопкой мыши. Отрезок выделится (инвертируется) другим цветом, а на его концах появятся черные квадратики (маркеры), обозначающие границу выделения.
12. Нажмите клавишу **Delete** на клавиатуре. Отрезок будет удален.
13. Выполните команду **Редактор ⇨Отменить**. Отрезок появится снова.
14. Выполненное задание сохранить в папке **Лаб_1** с именем **Задание_1**.

ЗАДАНИЕ 2. Построение отрезков и замкнутых контуров по координатам.

Выберите **Лист** (**Файл ⇨ Создать ⇨ Лист**).

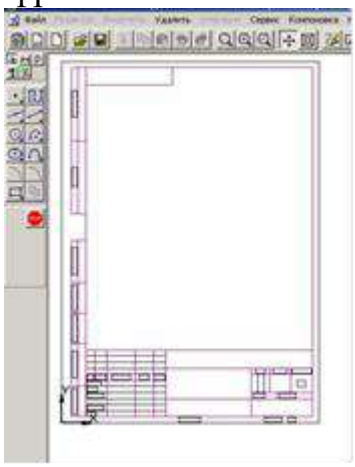
Построить горизонтальный отрезок: первая точка (30;230), вторая точка (60;230).
Построить вертикальный отрезок: первая точка (80,220), вторая точка (80;240).
Построить отрезок (110;220) и (150;240).
Построить ломаную по координатам (40;170), (40;190), (40;,190), (60;190), (60;190), (60;150), (60;150), (100;150), (100;150), (100;160), (100;160), (150;160).
Построить ломаную по координатам (40;100), (60;120), (60;120), (100;90), (100;90), (110;100), (110;100), (150;85).
Построить замкнутый контур из отрезков (контур придумать самостоятельно).
Выполненное задание сохранить в папке **Лаб_1** (Задание_2).

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2.
Построение геометрических примитивов

(Время выполнения работы - 1 час)

2.1. Системы координат

В КОМПАС-ГРАФИК используется правая декартова система координат. Начало абсолютной системы координат, задаваемых системой по умолчанию, всегда находится в левом нижнем углу формата. Для фрагмента, в виду отсутствия у него формата, понятие левого нижнего угла отсутствует, поэтому при создании нового фрагмента начало системы координат отображается в центре окна.



Для формата

Для фрагмента

На практике часто бывает более удобно отмерять расстояние от какой-то точки на детали, а иногда под каким-то углом. В этом случае целесообразно поместить в эту точку начало системы координат. Такая система координат называется локальной (ЛСК). При этом все координаты будут рассчитываться и

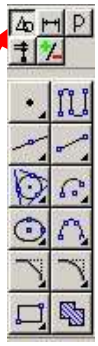
отображаться именно в этой текущей системе. Количество ЛСК на чертеже не ограничено. Для удобства поиска каждой ЛСК присваивается уникальное имя, а после того как надобность в ней отпадает, ЛСК может быть быстро удалена с чертежа.

Для создания первой ЛСК служит команда **Локальная СК**… из меню **Сервис** либо кнопка Локальная СК ,расположенная в строке текущего состояния.

После вызова команды на экране появляется изображение осей ЛСК, которое можно перемещать мышью в нужную точку чертежа. До фиксации точки начала координат ЛСК и угла наклона осей целесообразно назначить для этой системы новое имя, т.к. по умолчанию система предложит имя **cs1**. Имя набирается в строке параметров объекта. Так же следует ввести координаты начала и угол наклона ЛСК. После фиксации ЛСК на поле чертежа следует нажать кнопку **Создать** объект на панели специального управления.

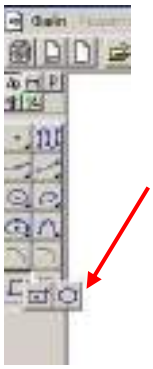
Оси текущей ЛСК могут по желанию пользователя отображаться на экране, а могут и не отображаться (**Настройка ⇨ Настройка параметров системы ⇨ Графический редактор – Виды, слои, СК – Оси локальной системы координат – Показывать**). Здесь же можно выбрать стиль отрисовки осей системы координат (тип линии и ее цвет).

2.2. Работа с геометрическими примитивами



- Все команды построения геометрических примитивов, сгруппированы по типам объектов и которые расположенными на ***инструментальной панели геометрии***. вызываются кнопками, Кнопки, позволяющие вызвать дополнительную панель команд, помечены треугольником в правом нижнем углу.
- Если на экране нет кнопки, показанной в описании команды, следует нажать на кнопку для ввода аналогичного типа объекта и удержать ее до появления дополнительной панели команд.
- Каждый графический примитив может быть выполнен линиями определенного типа, толщины, цвета и расположен на определенном слое чертежа.

2.3. Команды ввода многоугольника и прямоугольника



- Для построения правильного многоугольника служит команда **Многоугольник**, а для ее вызова надо нажать одноименную кнопку на инструментальной панели геометрии.
- В строке параметров объекта необходимо назначить число сторон будущего многоугольника.
- После чего указать курсором центр многоугольника и точку на описанной (вписанной) окружности, определяющей его размер.

Прямоугольник может быть построен двумя способами - по любой диагонали либо по центру и углу. Для вызова построения прямоугольника используются кнопки:

- кнопка Прямоугольник по диагональным точкам ,
- кнопка Прямоугольник по центру и углу .

2.4. Команда ввод окружности

- Для вычерчивания окружности служит команда **Окружность**, для вызова которой нажмите одновременно кнопку на инструментальной панели геометрии.
- Эта команда позволяет начертит окружность по двум точкам. Сначала запрашивается координата центра окружности, которую можно указать курсором, после чего на экране возникают фантом окружности.

Кроме окружности по координатам центра и точке на окружности, вычерчиваются окружности и с другими входными параметрами. Вызов команд для вычерчивания таких окружностей осуществляется кнопками:

- кнопка Окружности по трем точкам;

- кнопка Окружность, касательная к кривой;

- кнопка Окружность, касательная к двум кривым;

- кнопка Окружность, касательная к трем кривым;

- кнопка Окружность по двум точкам.

ЗАДАНИЯ

ЗАДАНИЕ 1. Выполнить построение основных линий чертежа.

Алгоритм выполнения линии чертежа.

1. Запустить программу КОМПАС 3D.
2. Меню **Настройка ⇨ Настройка новых документов**.
3. В окне диалога «Настройка параметров новых документов» выбрать **Параметр листа ⇨ Формат** и установить параметры в **Формате листа** (рис. 6):
   - Обозначения: А4;
   - Ориентация: горизонтальная.
4. Выбрать **Лист (Файл ⇨ Создать ⇨ Лист)**.
5. Выбрать инструмент: отрезок .
6. Начертить горизонтальный отрезок по координатам:

Рис.

- 1 точка (40;185): нажать с клавиатуры <Alt>+<1> или дважды щелкнуть мышью в поле (окошечке) справа от надписи *p1* параметра первой точки;

- клавиша <Tab>;
- 2 точка (200;185): нажать с клавиатуры <Alt>+<2>.

7. Построить второй горизонтальный отрезок: 1 точка – (40;170), 2 точка – (200;170).
8. Выделить вторую прямую, щелкнуть 2 раза ЛКМ по прямой и на столе параметров объекта (рис.5) выбрать другой тип линии (тонкая) (рис. 8)
9. Выполнить надписи линий – ***Основная и Тонкая***. Для этого необх *Рис. 7* сделать активной панель ЛКМ - ***Размеры и технологические обозначения*** (рис.7).

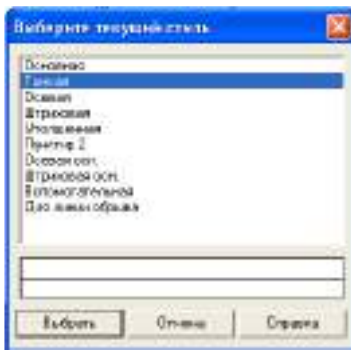


Рис.8

10. Сделать активным инструмент ЛКМ **Ввод текста** .
11. Около начерченной линии щелкнуть ЛКМ и ввести надпись линии. Прервать команду можно, нажав клавишу ESC.

Для завершения текущей команды ввода или редактирования нужно выполнить одно из следующих действий:

- нажать клавишу **<Esc>;**
- отжать кнопку команды;
- нажать кнопку любой другой команды;
- нажать кнопку **Прервать команду** на панели специального управления.

12. Заполните основную надпись – штамп. Активизируйте основную надпись одним из способов:

- с помощью курсора ЛКМ выберите верхнее меню **Компоновка ⇨ Основная надпись;**
- двойным щелчком ЛКМ в любой точке штампа;
- нажатием ПКМ на штампе с последующим выбором ЛКМ команды контекстного меню **Заполнить основную надпись** и подтверждением команды ЛКМ или клавишей <Enter>.

13. Перед заполнением штампа увеличьте его во весь экран с помощью команды **Сервис ⇨Увеличить масштаб рамкой** или кнопкой **Увеличить масштаб** .

14. Заполните ячейки штампа. Установите курсор на ячейке, зафиксируйте его положение нажатием ЛКМ и начните заполнение с клавиатуры (рис. 9):

В графу «Наименование изделия» введите – Линии.

I. В графу «Масштаб» - 1:1.
II. В графу «Выполнил» введите – свою фамилию.
III. В графу «Проверил» введите - фамилию преподавателя.
IV. В графу № изделия – Графическая работа №1.
V. В графу организация – Филиал СПбГИЭУ.

15. После заполнения ячеек выполнить команду **Создать объект** .
16. Выполненное задание сохранить в папке **Лаб_2** (Задание_1).

ЗАДАНИЕ 2. Построить прямые и выполнить надписи линий.

1. Открыть файл Задание_1 (папка Лаб_2).
2. Продолжить построение линий:
   - осевая (40;155), (200;155);

   - штриховая (40;140); (200;140);
   - утолщенная (40;125), (200;125);
   - осевая основная (40;110); (200;110);
   - штриховая основная (40;95); (200;95).

ЗАДАНИЕ 3. Построение прямоугольников, отрезков и многоугольников.

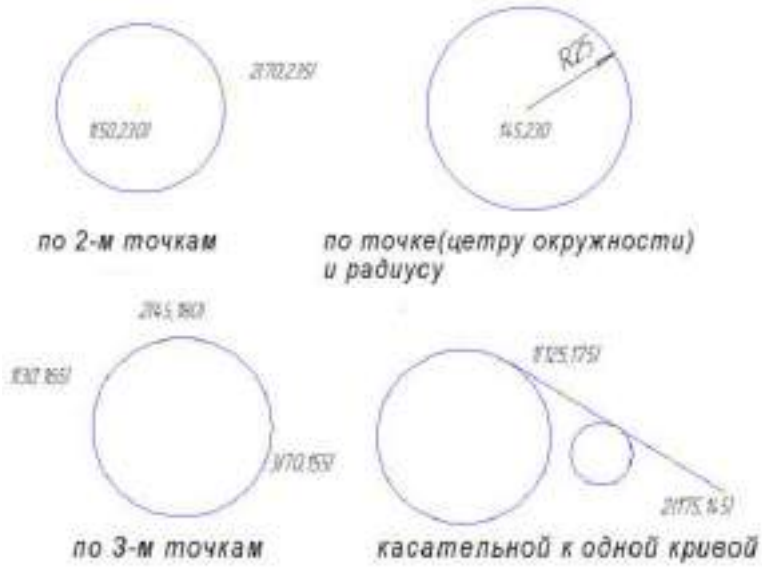
1. Выбрать **Фрагмент** (**Файл ⇨ Создать ⇨ Фрагмент**).
2. Построить прямоугольник по координатам 1(25,30), 2(70,60).
3. Построить прямоугольники по начальным точкам:
   1(160,30), h=25, w=35
   1(60;120), h=-30, w=-20
   1(160;90), h=15, w=-45
4. Построить прямоугольник по центру и углу O(250;65), (300;180).
5. Построить отрезки по точке, длине и углу:
   (20;200), ln=100, an=45°
   (80;200), ln=100, an=-30°
   (175;200), ln=150, an=-300°
6. Построить параллельные отрезки:
   - построить отрезок 1(50;10), 2(50;-40);
   - выбрать кнопку **Параллельный отрезок** , ввести координату начальной точки (100;10) и длину отрезка ln=50. Щелкнуть мышью по отрезку;

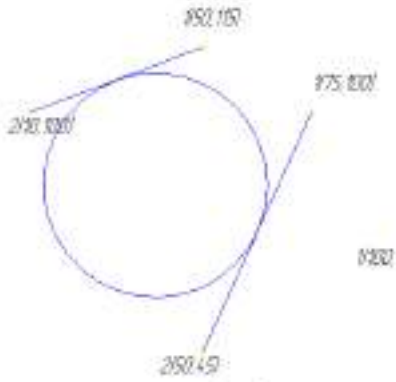
- ввести координату начальной точки (185;10), длину отрезка ln=25. Щелкнуть мышью по последнему отрезку и задать расстояние между отрезками d=70.

7. Построить многоугольники: *по центру вписанной окружности и по центру описанной окружности, ее радиусу или точке.* Выбрать кнопку **Ввод многоугольника** , в строке параметров объекта установить:
   - n=5, c(500;200), rad=50, **Способ построения**
   - n=6, c(500;-30), p(500;60), **Способ построения**
   - n=5, c(700;200), p(700;250), **Способ построения**
   - n=6, c(800;-30), r=150, **Способ построения**
8. Выполненное задание сохранить в папке **Лаб_2** (Задание_2).

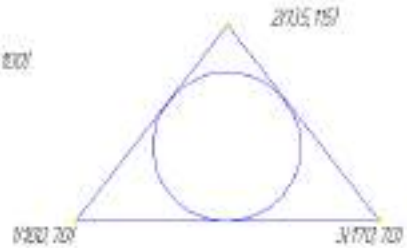
ЗАДАНИЕ 4. Построение окружностей.

1. Выбрать **Фрагмент** (**Файл ⇨ Создать ⇨ Фрагмент**).
2. Начертить окружность по двум точкам 1(40,130), 2(20,140).
3. Начертить окружность, касательную к трем кривым, предварительно построив треугольник по координатам 1(100;100), 2(150, 100), 3(140,140).
4. Начертить дугу по центру и двум точкам 0(35,35), 1(55,35), 2(15,35).
5. Начертить дугу по центру, радиусу, начальной величине дуги, конечной величине дуги 0(150,35), R=35, a1=60°, a2=290°.
6. Начертить дугу по трем точкам 1(125,180), 2(155,170), 3(145,140).
7. Построить шестиугольник центр вписанной окружности 0(40,35), R=20.
8. Построить восьмиугольник центр описанной окружности 0(130,40), R=30.
9. Далее построить фигуры, показанные на рисунке.
10. Выполненное задание сохранить в папке **Лаб_2** (Задание_3).





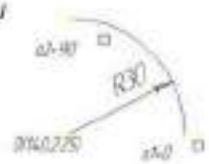
касательной к двум кривым



касательной к трем кривым

Построение дуги

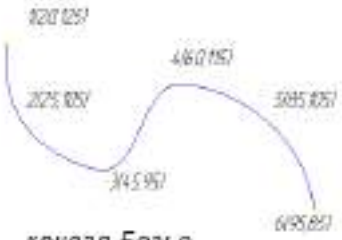
по центру дуги и двум точкам



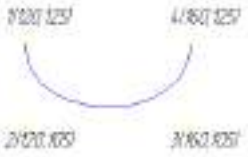
по центру дуги, радиусу, начальной величине дуги и конечной величине дуги

по трем точкам

Построение кривых



кривая Безье



NURBS-кривая

Построение эллипса

по 2-м точкам (эллипс вписанный в прямоугольник)

по центру эллипса и 2-м радиусам

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3.
Понятие привязок. Конструирование объектов

(Время выполнения работы - 1 час)

3.1. Привязки

При работе с чертежом иногда бывает удобно включить изображение сетки на экране и назначить привязку к ее узлам. При этом курсор, перемещаемый мышью, начнет двигаться не плавно, а дискретно по узлам сетки, т.е. с определенным шагом. Такой режим работы можно сравнить с вычерчиванием изображения на листе миллиметровой бумаги (рис. 10).

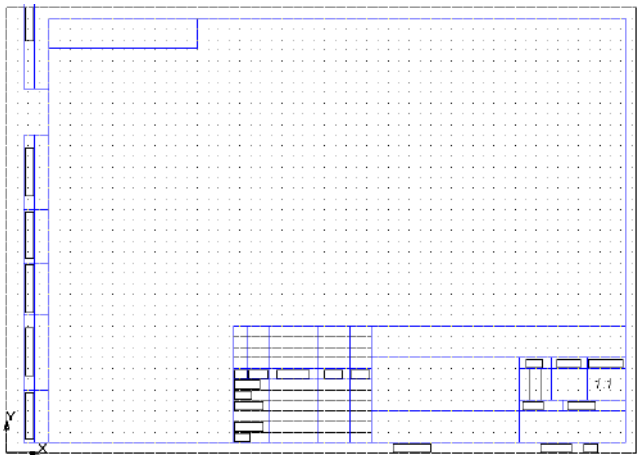


Рис. 10

Для того чтобы включить изображение сетки в активном окне, нажмите кнопку Сетка в Строке текущего состояния системы. При этом кнопка останется нажатой (рис. 11).

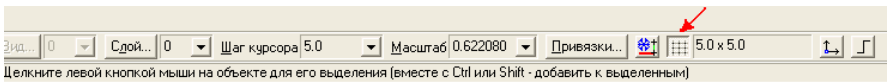


Рис. 11

Другим способом включения сетки является нажатие комбинации клавиш <Ctrl> + <G>.

Для установки глобальных привязок нужно щелкнуть ЛКМ на кнопке Привязки, расположенной в Строке текущего состояния. Затем выберите в появившемся списке вариант По сетке.

Для того чтобы выполнить однократную привязку по сетке, выберите нужный вариант (По сетке) в меню локальных привязок, вызвав его на экран щелчком ПКМ.

Настройка параметров сетки:

1. Выберите в меню команду **Настройка ⇨ Настройка системы**…
2. В появившемся диалоге раскройте раздел **Графический редактор** и выберите пункт **Сетка**.

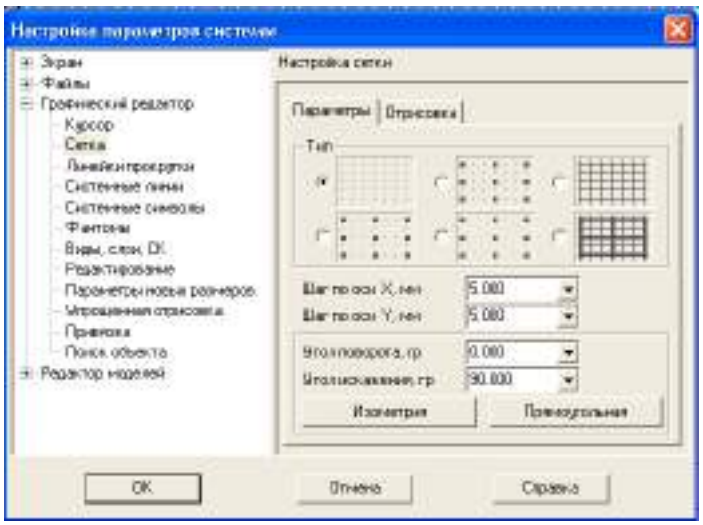


Рис. 12

3. В окне диалога Настройка параметров текущего окна установите параметры сетки по оси X=5мм, по оси У=5мм и нажмите кнопку ОК (рис. 12).

Теперь при включении сетки в окне вновь созданного документа, она будет изображаться в соответствии с заданными параметрами.

3.2. Редактирование чертежа

Для отмены ошибочно выполненного действия нажмите на кнопку **Отменить** на панели управления, и система вернет чертеж в то состояние, в котором он был до выполнения последней команды . Для восстановления отмененного состояния надо нажать на рядом расположенную кнопку **Повторить** . Остановить выполнение команды можно с помощью кнопки **- Прервать команду**.

Выделение объектов мышью можно осуществить следующими способами:

1. Подведите курсор к нужному объекту. Щелкните ЛКМ. Цвет объекта изменится – он будет прорисован тем цветом, который установлен для выделенных объектов в настройках системы.
2. Если необходимо выделить несколько объектов, нажмите клавишу <Shift> и удерживайте ее нажатой, одновременно щелкая ЛКМ на нужных объектах.
3. Можно выделить несколько объектов другим способом – с помощью прямоугольной рамки. Установите курсор на свободное место (так, чтобы он не захватывал никаких объектов), нажмите ЛКМ и перемещайте курсор, удерживая кнопку нажатой. На экране будет отображаться рамка, следующая за курсором. Захватите несколько объектов этой рамкой и отпустите кнопку мыши. Все объекты, целиком попавшие внутрь рамки, будут выделены. После этого с ними можно выполнять различные операции – удалять, перемещать, копировать, заносить в буфер обмена и т.д.

В процессе работы над чертежом часто используются различные вспомогательные построения (аналог построений в тонких линиях на кульмане). Если нужно очистить весь чертеж от ставших ненужными вспомогательных

построений и точек, выберите в меню **Удалить** команду **Вспомогательные кривые и точки**, а в развернувшемся списке вариантов – команду **Во всех видах**. Если требуется очистить от вспомогательных построений только текущий вид, то выбирается в меню **Удалить** команду **Вспомогательные кривые и точки**, а в развернувшемся списке вариантов – команду **В текущем виде**.

Удаление области

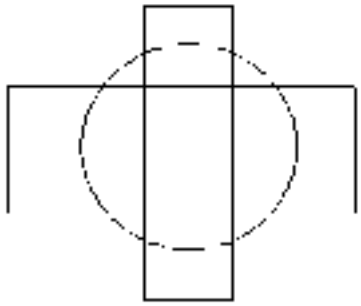


Рис. 13. Исходное изображение

1. Выберите в меню Удалить команду Область или нажмите соответствующую кнопку на Инструментальной панели редактирования.

- кнопка **Удалить область**.

2. По умолчанию система ожидает указания замкнутого геометрического объекта как границы области. В нашем примере необходимо указать окружность.

3. Если требуется сформировать границы удаляемой области другими способами (ручным рисованием или обходом по стрелке), используются кнопки на **Панели специального управления.**

-кнопка **Ручное рисование границ.**

-кнопка **Обход границы по стрелке.**

4. В нашем примере очищается область внутри указанной границы. Если нужно переключиться на удаление снаружи от границы, используйте кнопку **Параметры очистки области** на **Панели специального управления**.

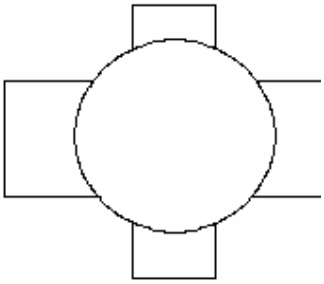


Рис. 14. Изображение

-кнопка **Параметры очистки области**.

5. Для запуска удаления указанных областей нажмите кнопку **Создать объект** на **Панели специального управления.**

- кнопка **Создать объект**.

Результат выполнения команды показан на рисунке.

Усечение объекта

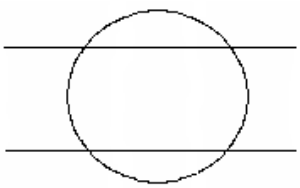


Рис.15. исходное изображение

КОМПАС-ГРАФИК позволяет быстро и удобно удалять части объектов, ограниченные точками пересечения с другими объектами (иначе говоря, усекать объекты).

1. Выберите в меню Удалить команду Часть кривой или нажмите соответствующую кнопку на Инструментальной панели редактирования.

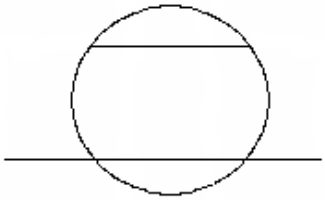


Рис. 16. Изображение после очистки области

- кнопка Усечь кривую.

2. Укажите курсором часть
3. геометрического
4. объекта, которую необходимо удалить (усечь). В нашем примере для верхнего отрезка указан участок, лежащий внутри окружности, а для нижнего – участки снаружи от окружности (рис.16).

Если нужно остановить указанный участок кривой и удалить внешние относительно него участки, переключите кнопку Удалить/остановить участок в Строке параметров объектов.

- Удалить указанный участок (по умолчанию).

- Оставить указанный участок.

Усекать можно геометрические объекты (окружности, кривые Безье, эллипсы и т.д.).

Усечение объекта по указанным точкам

Для удаления части объекта, ограниченной двумя явно заданными точками, выполните следующее.

1. Нажмите кнопку **Усечь кривую двумя точками** на Инструментальной панели редактирования.

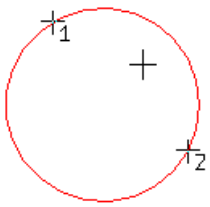


Рис. 17.

- кнопка **Усечь кривую двумя точками**.

2. Укажите курсором геометрический объект для операции.

Рис. 18.

3. Последовательно укажите две точки, ограничивающие ту часть кривой, которую следует удалить. Не обязательно указывать точки, точно расположенные на объекте.
4. Укажите точку внутри удаляемого участка. Результат выполнения команды показан рис.17,18.

Если нужно оставить указанный точками участок кривой и удалить внешние относительно него участки, переключите кнопку Удалить/остановить участок в Строке параметров объектов. Усекать по точкам можно любые геометрические объекты.

Выравнивание объекта по границе

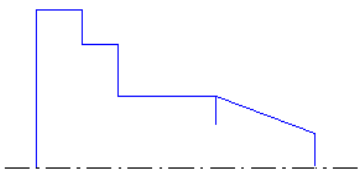


Рис. 19. Исходное

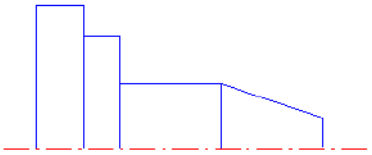


Рис. 20. Изображение после выравнивания

Иногда требуется выровнять несколько объектов по указанной границе при построении тел вращения. Рассмотрим выравнивание по границе на примере, где нужно выровнять линии по оси вращения (рис.19).

1. Нажмите кнопку Выровнять по границе на Инструментальной панели редактирования.

- кнопка Выровнять по границе.

2. Укажите в качестве границы ось вращения (после указания она будет подсвечена).
3. Последовательно указывайте курсором вертикальные линии, которые должны быть выровнены по оси.
4. Результат выполнения показан на рис. 20.

Редактирование объектов с помощью команд

Команды для редактирования чертежа вызываются из меню **Операции** или с помощью соответствующих кнопок на инструментальной панели редактирования.

Команда сдвиг. Позволяет выполнить сдвиг одного или нескольких выделенных объектов.

- кнопка *Сдвиг*.

После этой команды появится меню, в котором содержатся варианты выполнения сдвига: *Указанием; По углу и расстоянию*. Если ни один элемент не выделен, команда недоступна.

Команда Поворот. Позволяет выполнить поворот выделенных объектов. Для вызова команды выбрать ее из меню Операции или нажмите кнопку *Поворот* на Инструментальной панели редактирования.

- кнопка *Поворот*.

После вызова команды необходимо указать центр поворота, базовую точку и новое положение базовой точки. Работа завершается кнопкой - Прервать команду или клавишей <Esc>.

Команда масштабирования. Позволяет выполнить масштабирование выделенных объектов документа. Вызов команды: **Операции** ⇨ **Масштабирование** или кнопкой *Масштабирование.*

- кнопка *Масштабирование.*

Задайте в соответствующем поле ввода Строки параметров объектов нужное значение коэффициента масштабирования выделенных объектов и зафиксируйте курсор в точке центра масштабирования. Можно вручную ввести координаты

точки центра масштабирования в Строке параметров объектов. Работа завершается кнопкой - Прервать команду или клавишей <Esc>.

Команда Симметрия. Позволяет симметрично отобразить выделенные объекты документа. Вызов команды: **Операции ⇨Симметрия** или кнопкой *Симметрия*.

- кнопка *Симметрия*.

Последовательно укажите первую и вторую точки, через которые проходит ось симметрии. Вы можете явно задать параметры оси симметрии (угол наклона и координаты точек), введя их в поля Строки параметров объектов.

Для того чтобы использовать в качестве оси симметрии начерченный ранее отрезок или прямую, нажмите кнопку *Выбор объекта* на Панели специального управления, а затем укажите курсором нужный элемент.

- кнопка *Выбор объекта*.

Работа завершается кнопкой - Прервать команду или клавишей <Esc>.

Команда Копия. Позволяет выполнить копирование выделенных объектов документа. Вызов команды: **Операции ⇨Копия** или кнопкой *Копия*.

- кнопка *Копия*.

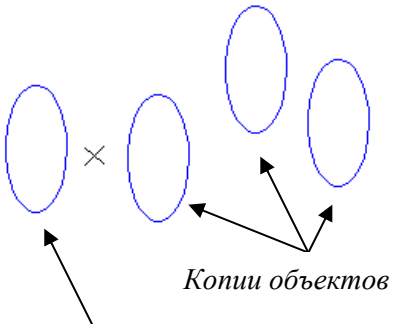


Рис.21. Пример копирования эллипса

Укажите курсором базовую точку копирования и ее новое положение. Вы также можете ввести величину сдвига копии вдоль осей *X* и *Y* в соответствующие поля Строки параметров объектов.

После фиксации нового положения базовой точки система копирует выделенные элементы и ожидает указания следующего места для копирования.

ЗАДАНИЕ. **Построить деталь на рис.22 и проставить размеры.**

Алгоритм выполнения практической работы

1. Запустить программу КОМПАС 3D LT.
2. Выберите **Лист** (**Файл ⇨ Создать ⇨ Лист**).
3. Меню **Настройка параметров**. ⇨ **Настройка новых**
4. В окне диалога новых параметров в «Настройка параметров документов» выбрать **Параметр листа** ⇨ **Формат** и установить параметры в Формате листа (рис.23):
   - Обозначения: А4;
   - Ориентация: горизонтальная.

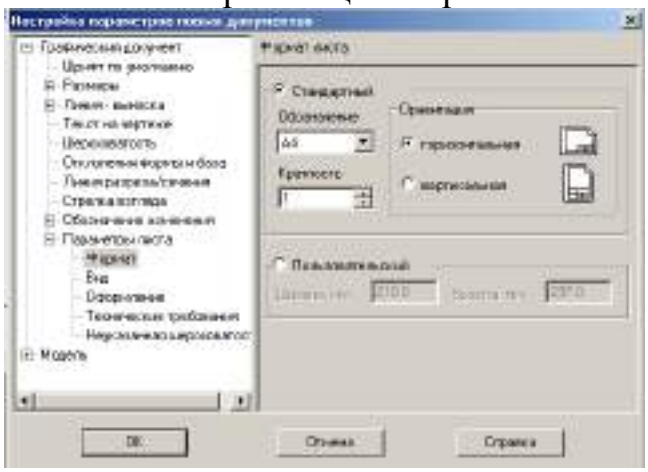


Рис. 23

5. На панели управления найдите кнопку. Показать все и щелкните на ней ЛКМ. Появится целое изображение формата в уменьшенном виде .
6. Включите кнопку ***Геометрические построения*** на панели инструментов ЛКМ.
7. Выберите кнопку-пиктограмму Ввод Прямоугольника на инструментальной панели геометрии и щелкните на ней ЛКМ. Появится строка параметров объекта прямоугольника (рис.24).

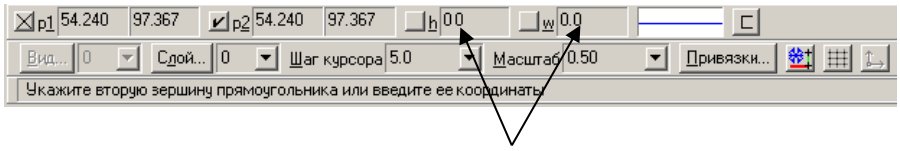


Рис. 24

8. Зафиксируйте первую точку прямоугольника ЛКМ (примерно в середине листа).
9. Построим прямоугольник (рис.24):

- два раза щелкнув ЛКМ в поле высоты, введем значение **h=50** и нажмем <**Enter**>;

- два раза щелкнув ЛКМ в поле ширины, введем значение **w=40** и нажмем <**Enter**>;
- выполните завершение текущей команды, нажав кнопку **Создать объект** на панели специального управления;
- для завершения текущей команды необходимо нажать клавишу <**Esc**>.

10. Построим на этом чертеже ниже другой прямоугольник:
    - два раза щелкнув ЛКМ в поле высоты, введем значение **h=70** и нажмем <**Enter**>;
    - два раза щелкнув ЛКМ в поле ширины, введем значение **w=30** и нажмем <**Enter**>;
    - выполните завершение текущей команды, нажав кнопку **Создать объект** на панели специального управления;
    - для завершения текущей команды необходимо нажать клавишу <**Esc**>.
11. Щелкните ЛКМ на кнопке Привязки на панели текущего состояния (рис. 24).
12. Установите привязки точек по СЕРЕДИНЕ и нажмите на ОК (рис. 25).
13. Установите режим Редактирования и ЛКМ выделите второй прямоугольник, цвет прямоугольника должен измениться на зеленый.
14. Далее будем производить совмещение двух прямоугольников. Для этого необходимо выбрать последовательно команды **Операция ⇨ Сдвиг ⇨ Указанием**.
15. Подведите курсор к середине левой стороны второго прямоугольника; когда курсор изменит свой вид, нажмите ЛКМ и, удерживая ее, перетащите прямоугольник к середине первого прямоугольника (рис.26), зафиксируйте середины прямоугольников ЛКМ (нажав 1 раз). Выполните завершение текущей команды, нажав кнопку **Создать объект** на панели специального управления.

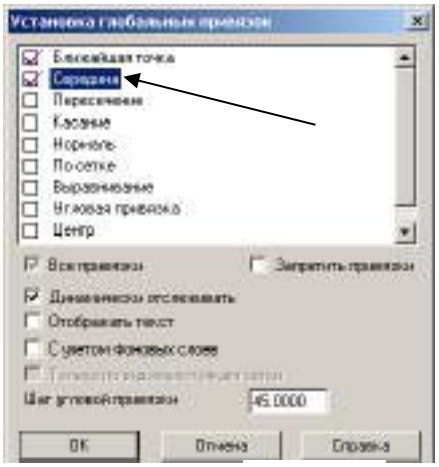


Рис. 25

- Чтобы перейти к другой команде, не забывайте нажать клавишу <**Esc**>.

16. Выделите ЛКМ первый прямоугольник (рис.26), при выделении объект меняет цвет (зеленый).
17. Выбрать ЛКМ последовательно команды **Операции ⇨ Разрушить**.
18. Выберите кнопку пиктограмму Фаска на инструментальной панели геометрии и щелкните на ней ЛКМ. Появится строка параметров объекта Фаска. В строке параметров выберите длину фаски 10 и угол 45 градусов (рис.27).

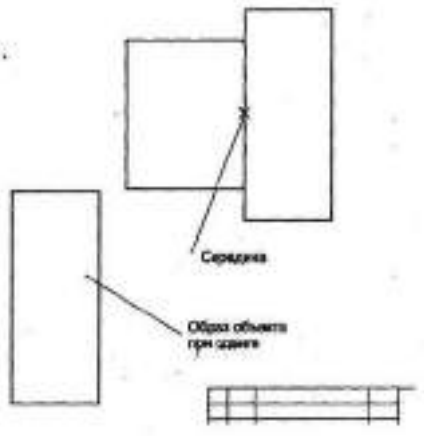


Рис. 26

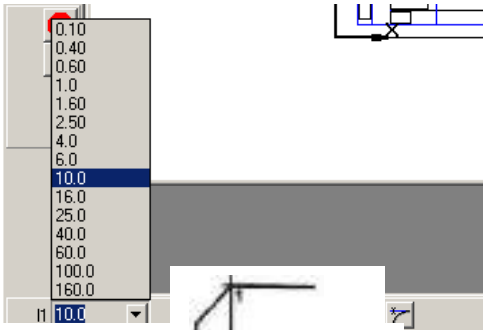


Рис. 2

Далее последовательно выберите стороны прямоугольника ЛКМ (выделенные объекты будут иметь красный цвет); при нажатии ЛКМ на второй стороне – появится фаска. Аналогично постройте с другой стороны.

19. Установите привязку ПЕРЕСЕЧЕНИЕ и нажмите на ОК (рис.25).

20. Включите кнопку ***Геометрические построения*** на панели инструментов ЛКМ.

Ввод отрезка на панели ней ЛКМ.

21.Выберите кнопку инструментальной геометрии и щелкните на полученные точки при построении фаски отрезком (рис. 28).

22.Соедините

23. Проставим размеры детали. Включите кнопку обозначения на панели Размеры и технологические инструментов ЛКМ (рис. 29).

24. Активизировать кнопку линейный размер (рис.29), перейти в поле чертежа и зафиксировать на детали сначала первую точку ЛКМ, затем вторую, нажав ЛКМ (рис.30), и вынесите размерную линию на необходимое расстояние от контура детали, по ГОСТу – 7 – 10мм от контура детали.

Рис. 29

25. Введем обозначение диаметра окружности.

В строке состояния щелкнуть ЛКМ в поле txt (рис.31).

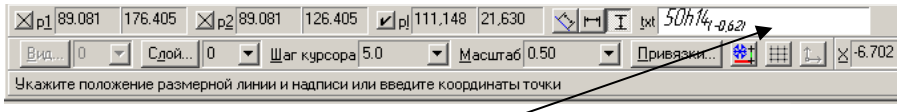


Рис. 31

26. В окне диалога Задание размерной надписи установить обозначение диаметра (рис.32).

Рис.32

Выполните завершение текущей команды, нажав кнопку **Создать объект** на панели специального управления.

Чтобы перейти к другой команде, не забывайте нажать клавишу <**Esc**>.

Остальные размеры выполняются аналогично.

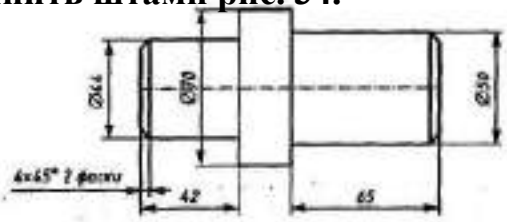
27. Постройте осевую линию детали. Выберите кнопку Ввод отрезка на инструментальной панели геометрии и щелкните на ней ЛКМ.

Щелкните ЛКМ на строке параметров объекта (рис.33) и выберите другой тип линии (осевая).

Рис. 33

28. Заполните штамп (занятие №2, пункт 2.5).
29. Сохраните лист **Файл ⇨ Сохранить** имя файла: Втулка_Фамилия_группа.

***ЗАДАНИЕ*. Выполнить построение детали (Вал), проставить размеры, и заполнить штамп рис. 34.**



ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4.
Построение геометрических объектов по сетке

(Время выполнения работы - 1 час)

***УПРАЖНЕНИЕ*.** Построить с привязкой по сетке прямоугольник (ширина 50 мм, длина 100мм).

Алгоритм выполнения работы

1. Запустить программу КОМПАС 3D LT.
2. Выберите **Лист** (**Файл ⇨ Создать ⇨ Лист**).
3. Включите отображение сетки на экране. Кнопка сетка в Строке текущего состояния (рис.11).
4. Выберите в меню команду **Настройка ⇨ Настройка системы**…
5. В появившемся диалоге раскройте раздел **Графический редактор** и выберите пункт **Сетка**.
6. В окне диалога настройка параметров текущего окна установите параметры сетки по оси X=5мм, по оси У=5мм и нажмите кнопку ОК (рис.12).
7. Установите привязки точек по СЕТКЕ и нажмите на ОК (рис.35).
8. Включите кнопку ***Геометрические построения*** на панели инструментов ЛКМ.

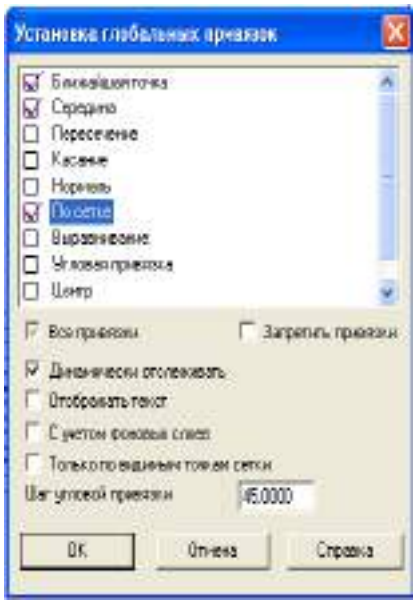


Рис.35

9. Выберите кнопку-пиктограмму Ввод отрезка на инструментальной панели геометрии и щелкните на ней кнопкой мыши. Появится строка параметров объекта при вводе отрезка.
10. Зафиксируйте ЛКМ первую точку отрезка и начните построение отрезка при нажатой ЛКМ, отсчитывая количество узлов и фиксируя вершины прямоугольника (ширина 50мм, длина 100 мм).
11. Выполните завершение текущей команды, нажав кнопку **Создать объект** на панели специального управления.

*Чтобы перейти к другой команде, не забывайте нажать клавишу <**Esc**>.*

12. Выключите отображение сетки на экране.
13. Сохраните прямоугольник.

ЗАДАНИЕ 1. **Выполнить чертеж детали в трех проекциях, при построении использовать сетку (рис.36). Масштаб 2:1.**

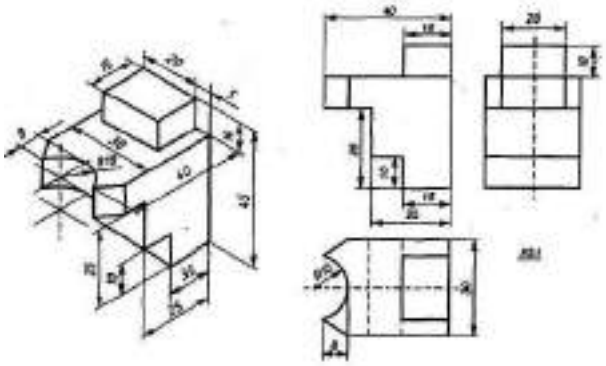


Рис. 36

Алгоритм выполнения задания 1:

1. Запустить программу КОМПАС 3D LT.
2. Выберите **Лист (Файл ⇨ Создать ⇨ Лист)**.
3. Включите отображение сетки на экране. Кнопка сетка в Строке текущего состояния.
4. Выберите в меню команду **Настройка ⇨ Настройка системы**…
5. В появившемся диалоге раскройте раздел **Графический редактор** и выберите пункт **Сетка**.
6. В окне диалога настройка параметров текущего окна установите параметры сетки по оси X=5мм, по оси У=5мм и нажмите кнопку ОК.
7. Установите привязки точек по СЕТКЕ и нажмите на ОК.
8. Включите кнопку ***Геометрические построения*** на панели инструментов ЛКМ.
9. На панели инструментов выбираем по очереди команды Ввод вспомогательной горизонтальной прямой и Ввод вспомогательной

вертикальной прямой, проводим их примерно в середине формата А4. Вспомогательные прямые привязывают три вида детали на чертеже по вертикали и горизонтали.

10. Выберите кнопку-пиктограмму Ввод отрезка на инструментальной панели геометрии и щелкните на ней кнопкой мыши. Появится строка параметров объекта при вводе отрезка.
11. Зафиксируйте с помощью ЛКМ первую точку отрезка на пересечении вспомогательных прямых (точка А рис.37) и начните построение отрезка длиной 45мм, отсчитывая 9 узлов сетки от точки А с помощью кнопки **вверх** на клавиатуре.

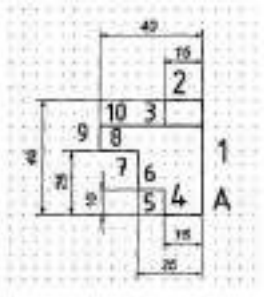


Рис. 37 *Рис. 38*

12. Выполните завершение текущей команды, нажав кнопку **Создать объект** на панели специального управления или на кнопку <Enter>.
13. Повторяем пп.10-12 для других отрезков (см. рис.37). Стрелки – это соответствующие кнопки на клавиатуре.

1 отрезок 9 узлов **вверх** ↑ от точки А -45мм;
2 отрезок 3 узла сетки **влево** ← -15мм;
3 отрезок 2 узла сетки **вниз** ↓ -10мм;
4 отрезок 3 узла сетки **влево** ← -15мм;
5 отрезок 2 узла сетки **вверх** ↑ -10мм;
6 отрезок 2 узла сетки **влево** ← -10мм;
7 отрезок 3 узла сетки **вверх** ↑ -15мм;
8 отрезок 3 узла сетки **влево** ← -15мм;
9 отрезок 2 узла сетки **вверх** ↑ -10мм;
10 отрезок 8 узлов сетки **вправо** → -40мм.

14. Для завершения вида спереди необходимо построить вид сверху. Отступаем от точки А (рис.37) 8 узлов сетки вниз – это правая верхняя точка вида сверху (рис.38, точка Б).
15. Повторяем пп.10-12 для отрезков 1-6 (см. рис.38).

1 отрезок 6 узлов **вниз** ↓ -30мм;
2 отрезок 3 узла сетки **влево** ← -15мм;
3 отрезок 3 узла сетки **влево** ← -15мм;
4 отрезок 4 узла сетки **вниз** ↓ -20мм;

Остальные построения на виде сверху производятся обычным порядком, не «по сетке».

16. Производим построения «по сетке» вида слева аналогично построениям видов спереди и сверху.
17. Используя вид сверху, достраиваем вид спереди и затем вид слева.
18. Удаляем вспомогательные линии с чертежа **Удалить ⇨** «**Вспомогательные кривые линии и точки**».
19. Проставляем размеры детали на чертеже.
20. Плоский чертеж трех видов детали готов (рис.39).

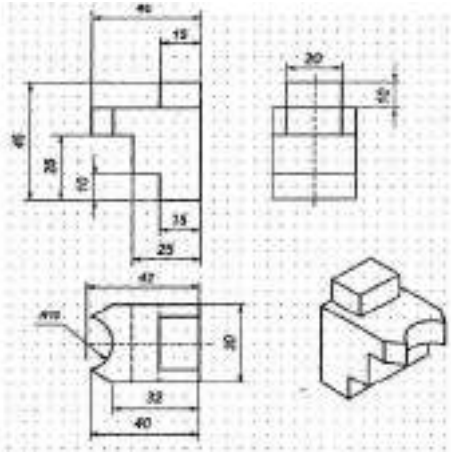


Рис. 39

ЗАДАНИЕ 2. Выполнить чертежи деталей в трех проекциях (рис.40,41).

Рис. 40

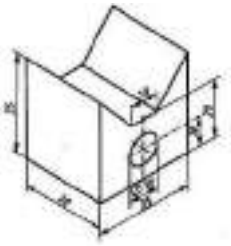
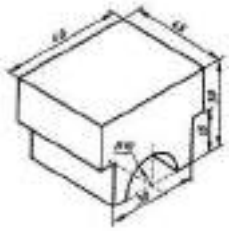


Рис. 41



ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5.
Построение сопряжений в чертежах деталей

(Время выполнения работы - 1 час)

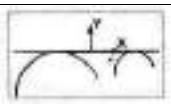
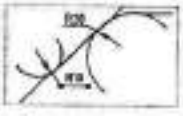
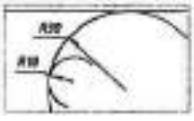
Основные понятия сопряжений

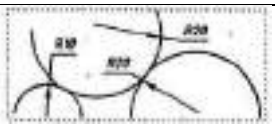
В чертеже на практике сопряжением называют плавный переход одной линии в другую. Общую точку, в которой осуществляется плавный переход, называют *точкой сопряжения*. Непременное условие плавного перехода – существование в точке сопряжения общей касательной.

Большое значение имеет *порядок гладкости* сопряжения. Различают: *нулевой порядок* – касательные в точке сопряжения (здесь ее лучше называть точкой излома) образуют угол, отличный от 0º и 180º; *первый порядок* – касательные совпадают, но кривизна линий в точке сопряжения различна; *второй порядок* – совпадают касательные и центры радиусов кривизны.

Простейшие сопряжения, особо широко используемые в технике, - плавные переходы прямой линии в дугу окружности и дуги одной окружности в дугу другой, хотя эти переходы дают только гладкость первого порядка 1. Для решения этих задач необходимо уметь строить касательную в данной точке окружности, проводить из внешней точки прямую, касательную к окружности, помнить, что центры окружностей, соприкасающихся внешним образом, находятся на расстоянии суммы их радиусов, а внутренним – на расстоянии разности их радиусов, причем точка касания (сопряжения) всегда лежит на прямой, проходящей через их центры. В таблице 1 представлены различные виды сопряжений.

Таблица 1

№ пп.	*Вид сопряжения*	*Рисунок сопряжения*
1	Внешняя касательная к двум данным дугам	
2	Внутренняя касательная к двум данным дугам	
3	Две данные прямые параллельны	
4	Две данные прямые пересекаются под прямым углом (скругление прямого угла)	
5	Две данные прямые пересекаются под тупым углом (скругление тупого угла)	
6	Две данные прямые пересекаются под острым углом (скругление острого угла)	
7	Касание дуг внешнее	
8	Касание дуг внутреннее	

9	Касание дуг внешнее	
10	Касание дуг внутреннее	

УПРАЖНЕНИЕ 1. Построение детали подвески по заданным размерам с использованием сопряжений (см. рис. 42).

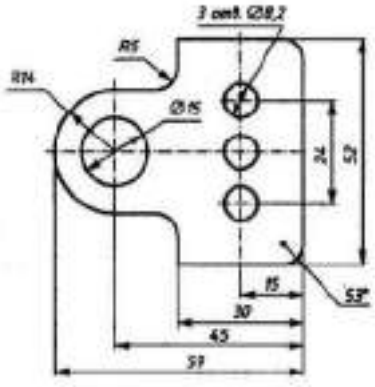


Рис. 42

Запустите программу КОМПАС 3D LT.

2.В «Дереве построений» ЛКМ выберите КОМПАС 3D LT нажатием Фронтальную плоскость, в которой будет производится построение эскиза вида спереди детали подвески.

В панели управления системы Компас эскиз перейдите в 2-мерный графический редактор, в котором нажатием кнопки Новый будет производиться построение эскиза .

Включите кнопку Геометрические построения на панели инструментов (ЛКМ).

На панели инструментов выбираем по очереди команды Ввод вспомогательной горизонтальной прямой и Ввод вспомогательной вертикальной прямой, проводим через начало системы координат окна документа (команда <Ctrl>+<0> на цифровой клавиатуре). Нажмите <Enter> (см. рис.43).

С помощью параллельных вспомогательных прямых по команде Ввод вспомогательной параллельной прямой на панели инструментов строим каркас нашей детали (оранжевый цвет) относительно прямых, полученных на рис. 43, по размерам, указанным на рис. 44. Параметры для параллельных прямых вводим в окне ds «строки параметров» по команде <Alt>+<s>.

Рис. размер параметров

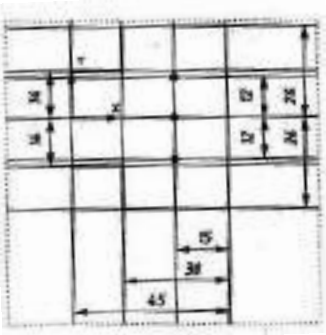


Рис. 44

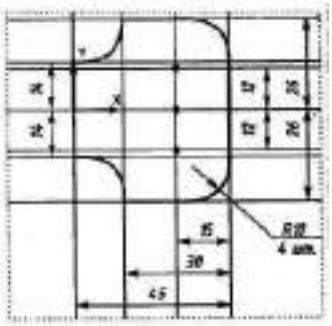
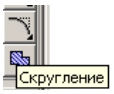


Рис. 45

По команде Скругление 

в панели инструментов выполняются скругления для 4-х углов детали радиусом R=10мм. Этот вводится в строке скругления (см. 45, 46).

Рис. 46

По команде Ввод окружности строим окружности диаметром 15 и 8,2 мм, вводя в Строке параметров окружности в окне <rad> радиус окружности по команде <Alt>+<R> (см. рис. 47). Нажмите <Enter>.

Примечание: Цифровая клавиатура должна быть включена кнопкой

Num Lock на клавиатуре.

9. По команде Ввод дуги строим дугу радиусом R14, вводя в Строке параметров окружности в окне <rad> радиус окружности 14 по команде <Alt>+<R>. Нажмите <Enter> (см. рис. 48).

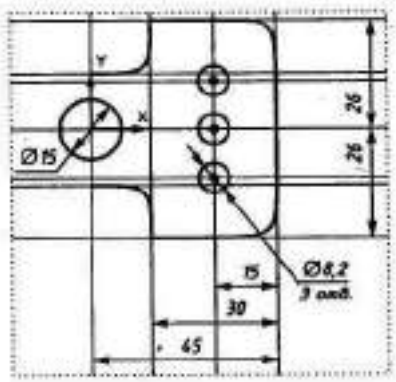


Рис. 47

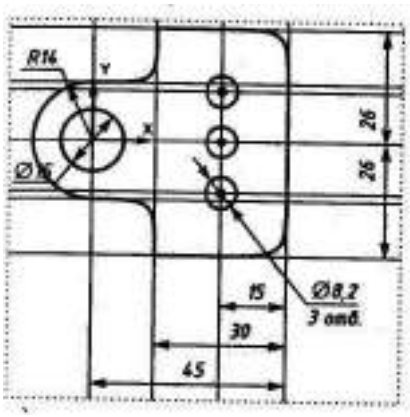


Рис. 48

10. По команде Удалить ⇨ Вспомогательные кривые и точки на панели управления удаляем вспомогательные прямые на эскизе. Проставляем размеры на эскизе, эскиз подвески готов (см. рис. 49).

11. По команде Закончить редактирование в Панели управления системы Компас перейти в 3-мерный Компас.

12. В панели инструментов 3-мерного Компаса выбираем команду Операция выдавливания .

13. В появившемся диалоговом окне Параметры для выдавливания 3-мерной модели подвески задайте параметр толщины подвески s3=3мм – «На расстояние» 3мм (см. рис.50).

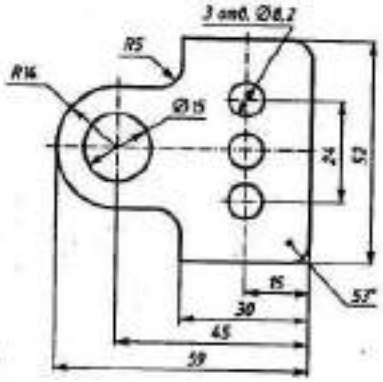


Рис. 49

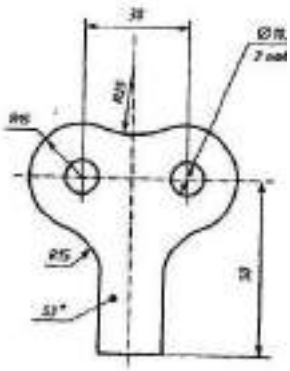
Примечание: В Windows должна быть включена английская раскладка клавиатуры (команда <Ctrl>+<Shift> или <Alt>+<Shift>).

14. Нажмите кнопку создать в диалоговом окне Параметры. Получаем –мерную модель подвески без невидимых линий. Выберите в Панели управления программы команду Полутоновое . Получим 3-х мерное полутоновое изображение модели подвески (см. рис. 51).

Рис. 51

Рис. 50

УПРАЖНЕНИЕ 2. Построение детали державки по заданным размерам с использованием сопряжений (см. рис.52).



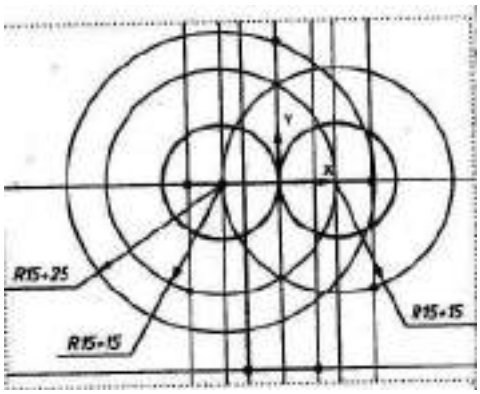
Запустите программу КОМПАС 3D LT.

В «Дереве построений» КОМПАС 3D LT нажатием ЛКМ выберите Фронтальную плоскость, в которой будет производится построение эскиза вида спереди детали державки.

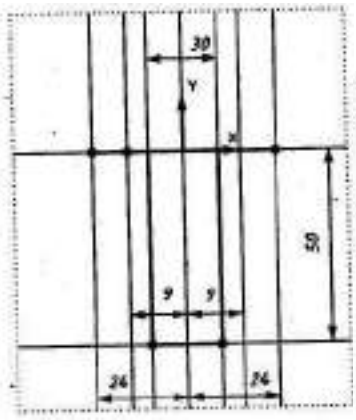
В панели управления системы Компас нажатием кнопки Новый эскиз перейдите в 2-мерный графический редактор, в котором будет производиться построение эскиза.

Включите кнопку Геометрические построения на панели инструментов (ЛКМ).

На панели инструментов выбираем по очереди команды Ввод вспомогательной горизонтальной прямой и Ввод вспомогательной вертикальной прямой, проводим через начало системы координат окна документа (команда <Ctrl>+<0> на цифровой клавиатуре). Нажмите <Enter> (см. рис.43).



С помощью параллельных вспомогательных прямых по команде Ввод вспомогательной параллельной прямой на панели инструментов строим каркас нашей детали (оранжевый цвет) относительно прямых, полученных на рис. 43, по размерам, указанным на рис. 53. Размеры для параллельных прямых вводим в окне ds «строки параметров» по команде <Alt>+<s>.



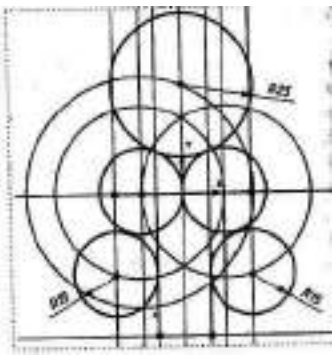
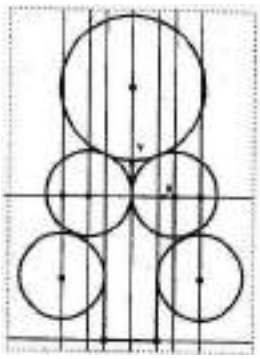


Рис. 53 *Рис. 54*

7. По команде Ввод окружности на панели инструментов проводим две окружности радиусом R=15мм сплошной толстой линией. Делаем вспомогательные построения: две окружности R(15+15) для нахождения центров дуг сопряжения

R15, окружность R(15+25) для нахождения центра окружности сопряжения R25 (см. рис.54).



8. По команде Окружность, касательная к двум кривым на панели инструментов строим окружности R15 и R25 (см.рис.55). По табл. 1 вид сопряжений–п.9.

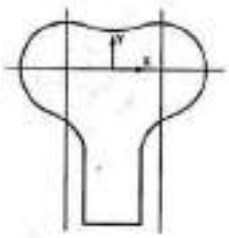


Рис. 57

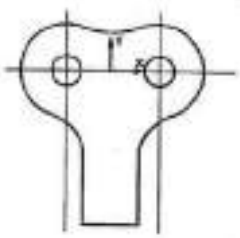


Рис. 58

9. По команде Касательный отрезок через внешнюю точку на панели инструментов строим два отрезка, касательные к окружностям R15, соединяем эти отрезки другим отрезком по команде Ввод отрезка (см. рис. 56). По табл. 1 вид сопряжения – п.4.

Примечание: Цифровая клавиатура должна быть включена кнопкой Num Lock на клавиатуре.

По команде Удалить ⇨ Вспомогательные кривые и точки на панели управления удаляем вспомогательные прямые на эскизе. По команде Усечь кривую на панели «Редактирования» удаляем лишние элементы на эскизе (см. рис.57).

11. По команде Вод окружности строим две окружности диаметром 10,2 мм, вводя в «строке параметров» окружности в окне <rad> радиус окружности 10,2/2 по команде <Alt>+<R>. Нажмите <Enter> (см. рис. 58).

12. Проставляем размеры на эскизе, эскиз державки готов (см. рис. 52).

13. По команде Закончить редактирование в Панели управления системы Компас перейти в 3-мерный Компас.

14. В панели инструментов 3-мерного Компаса выбираем команду Операция выдавливания .

15. В появившемся диалоговом окне Параметры для выдавливания 3-мерной модели державки задайте параметр толщины державки s3=3мм «На расстояние» 3мм (см. рис.50).

16. Нажмите кнопку «Создать» в диалоговом окне Параметры. Получаем 3-мерную модель державки без невидимых линий. Выберите в Панели управления программы команду Полутоновое . Получим 3-мерное полутоновое изображение модели державки (см.рис.59,60).

Примечания: Для задания объёма с помощью операции выдавливания грань объекта должна быть выделена.

Чтобы видеть изображение эскиза квадрата, сдвиньте мышкой окно Параметры в сторону. В «строке состояния» программы КОМПАС 3D LT выбрать ориентацию Изометрия.

Рис. 59

Рис. 60

ЗАДАНИЕ. Построить детали крюка рис. 61 и подвески рис. 62 по заданным размерам с использованием сопряжений и примера, рассмотренного в упражнении 1.

Рис. 61

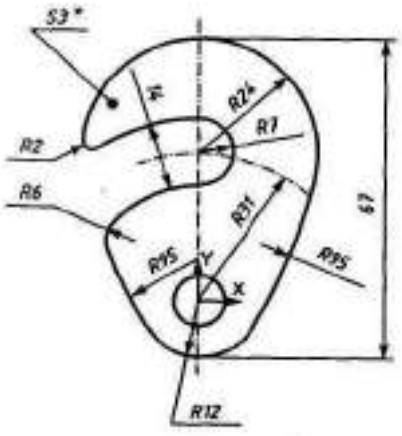
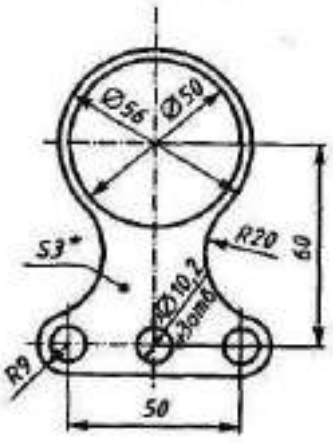


Рис. 62

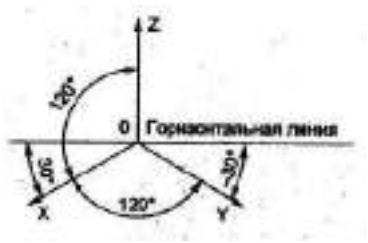


ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6.
Основы трехмерного моделирования и проектирования

(Время выполнения работы - 2 часа)

При выполнении технических чертежей оказывается необходимым иметь наряду с комплексным чертежом данного оригинала и более наглядное его изображение, обладающее свойством обратимости. С этой целью применяют чертеж, состоящий только из одной параллельной проекции данного оригинала, дополненной проекцией пространственной системы координат, к которой предварительно отнесен изображаемый оригинал. Такой метод получения однопроекционного обратимого чертежа называется *аксонометрическим методом.*

Таким образом, построение аксонометрических проекций сводится к применению координатного метода на проекционном чертеже. Так как при пользовании координатным методом приходится производить измерения по координатным осям, то отсюда и получил свое название рассматриваемый метод. Слово *аксонометрия* означает буквально осеизмерение.



К применению на чертежах всех отраслей промышленности и строительства рекомендуют пять видов аксонометрий: две ортогональных (изометрическую и диметрическую) и три косоугольных (фронтальную и горизонтальную изометрические проекции, фронтальную диметрическую).

В машиностроении в основном применяют ортогональную изометрическую проекцию (далее будем рассматривать ее). Положение осей изометрической проекции показано на рисунке. Оси X и Y располагают под углом 30° к горизонтальной линии (120° между осями). При построении изометрической проекции по осям X, Y, Z и параллельно им откладывают натуральные размеры предмета.

При создании плоского чертежа конструктор оперирует терминами таких «плоских» геометрических примитивов, как точка, линия, окружность, прямоугольник и др., а при создании трехмерной модели терминалами трехмерных геометрических объектов: цилиндр, конус, основание, отверстие и др.

Современные чертежные графические редакторы располагают эффективными средствами моделирования трехмерных моделей деталей и сборок.

Программа КОМПАС предназначена для создания и редактирования трехмерных моделей геометрических объектов и деталей. Программа дает возможность создать рабочий чертеж объекта в необходимом количестве видов по его трехмерной

модели. В любой момент можно выполнить разрез модели любыми плоскостями, что позволяет «заглянуть внутрь» модели и любой ее части.

Основные элементы рабочего окна программы КОМПАС 3D LT

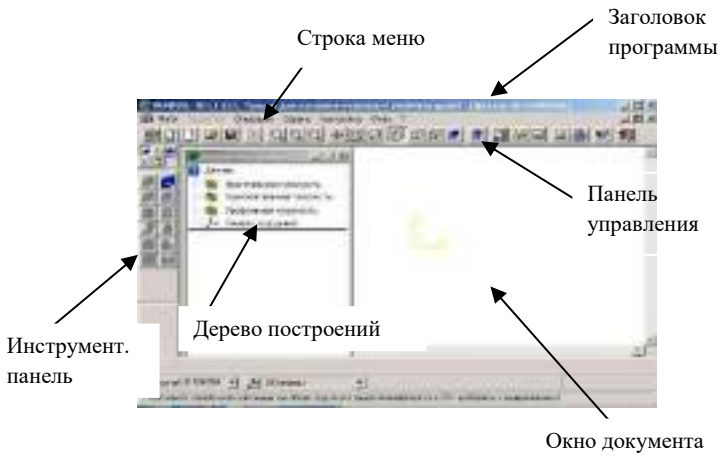


Рис. 63

УПРАЖНЕНИЕ. **Построить 3-х мерную модель параллелепипеда с помощью графического редактора Компас 3D LT по указанному алгоритму Операцией выдавливания.**

Создать параллелепипед с размерами: x = 40, z =20, y = 50

1. Запустить программу КОМПАС-ГРАФИК 3D. Закрыть справочное окно.
2. Выберите **Деталь** (**Файл ⇒ Создать⇒Деталь**).
3. Развернуть окно (т.е. распахнуть рабочее поле на весь экран).

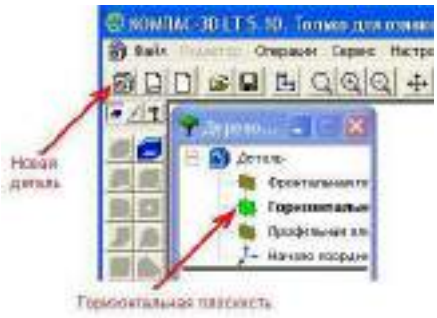


Рис. 64

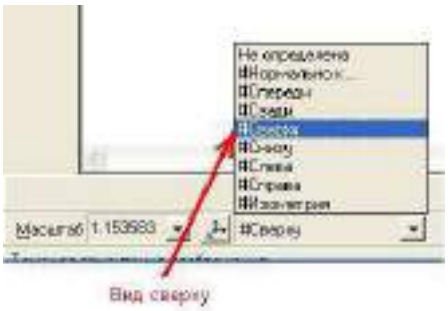


Рис. 65

4. Щелкнуть по кнопке «**Новая деталь**» (Рис. 64).
5. Выбрать **Горизонтальную плоскость** (Рис. 64).
6. Выбрать вид **Сверху** из списка стандартных ориентаций в **Строке текущего состояния** (Рис. 65).

Рис.66

7. На панели управления выбрать ЛКМ кнопку «**Новый эскиз**» .

8. На геометрической панели построений выбрать кнопку «**Ввод прямоугольника»** (рис.66).

9. Ввести параметры: p1=0,0; h=20; w=40 (Рис.67);

- Для ввода первой точки (p1) дважды щелкнуть ЛКМ в поле координаты X, с клавиатуры набрать <0>, для перехода в поле координаты Z нажать клавишу <Tab> и ввести значение с клавиатуры «0», затем нажать клавишу <Enter>;
- Для ввода высоты прямоугольника одновременно нажать две клавиши <**Alt+h**>, с клавиатуры набрать «20», затем нажать клавишу <Enter>;
- Для ввода ширины прямоугольника одновременно нажать две клавиши <**Alt+w**>, с клавиатуры набрать «40», затем нажать клавишу <Enter>;

10.На панели управления выбрать ЛКМ кнопку **Закончить редактирование** (Рис 68).

11. Выбрать вид **Изометрия** из списка стандартных ориентаций в Строке текущего состояния (Рис.69).

12. На

Рис.67

Инструментальной панели ЛКМ нажать на кнопку «**Операция выдавливания»** (Рис.70).

Рис. 68

13. В окне диалога **Параметры** (Рис.71), установить параметры на Вкладке **Операция выдавливания**:

- Прямое направление;
- Расстояние: 50 мм (высота параллелепипеда), и нажать кнопку «**Создать».**

14. На экране появиться проволочная модель параллелепипеда (каркас) (см. рис.72).

Рис. 69

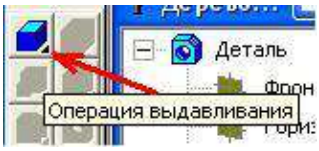


Рис.70

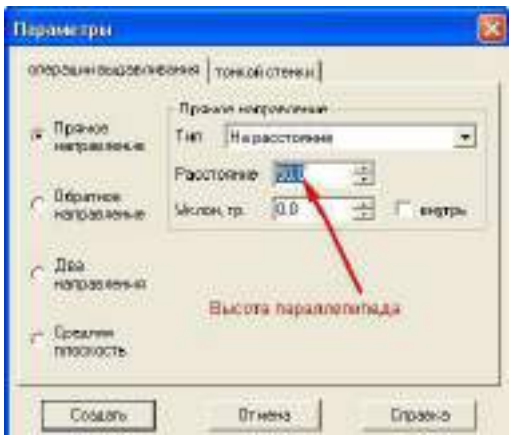


Рис.71

Рис.72

15. На панели управления выбрать ЛКМ кнопку «**Полутоновое**» (Рис.73)**;**

Рис.73

16. На экране появится цветное изображение (Рис.74);

17. Чтобы изменить цвет детали, то надо ПКМ щелкнуть по эскизу, и в контекстном меню выбрать **Цвет детали.** Затем нажать кнопку «**Цвет**» и в палитре выбрать понравившийся вам оттенок, потом щелкнуть по кнопке «**Ok**» и в другом меню нажать кнопку «**Ok**» (Рис.75).

Рис. 75

ЗАДАНИЕ №1. Построить 3-х мерную модель параллелепипеда с размерами: x=10, z=20, y=30.

Рис.7

ЗАДАНИЕ №2. Построить 3-х мерную модель параллелепипеда с размерами: x=50, z=50, y=50.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7.
Трехмерное моделирование многогранников

(Время выполнения работы - 2 часа)

Правильные многогранники – это геометрические фигуры, состоящие из конечного числа плоских правильных многоугольников (см. рис. 76);

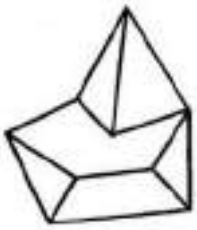


Рис.76

Многогранник называется ***выпуклым***, если он расположен по одну сторону плоскости каждого плоского многоугольника на его поверхности.

Общая часть такой плоскости и поверхности выпуклого многогранника называется ***гранью.*** Грани выпуклого многогранника являются плоскими выпуклыми многоугольниками.

Рис

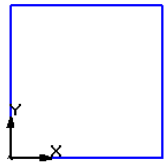
Стороны граней называются ***ребрами многогранника***, а вершины — ***вершинами многогранника***

УПРАЖНЕНИЕ 1. **Построить трехмерную модель куба.**

Построение 3-х мерной модели куба аналогично построению 3-х мерной модели параллелепипеда (см. лаб. раб. №6), кроме задания параметров сторон куба.

Алгоритм построения модели куба

1. Запустите программу Компас 3D LT (*Пуск⇨Программы⇨Компас3D LT 5.11⇨ярлык Компас3D LT 5.11).*
2. Для построения трехмерной модели геометрических объектов щелкните ЛКМ на кнопке **Новая деталь** , находящейся в Панели управления КОМПАС 3D LT.
3. В **Дереве построений** КОМПАС 3D LT нажатием ЛКМ выберите **Фронтальную плоскость**, в которой будет производиться построение эскиза вида спереди куба.
4. В Панели управления системы Компас нажатием кнопки **Новый эскиз** перейдите в 2-х мерный графический редактор, в котором будет производиться построение эскиза.
5. Включите кнопку Геометрические построения на панели инструментов.
6. На панели инструментов выбираем команду Ввод прямоугольника .



7. Размещаем левый нижний угол создаваемой грани куба в начало системы координат окна документа (команда <Ctrl+0> на цифровой клавиатуре (см. рис.77).
8. В Строке параметров прямоугольника *Рис.77* вводим равные значения сторон граней куба (высота h=30 по команде Alt+h, ширина w=30 по команде Alt+w).

9. По команде **Закончить редактирование** в Панели управления программы Компас.

10. Для задания объема куба в Панели инструментов 3-х мерного Компаса выбираем команду **Операция выдавливания** .

11. В появившемся диалоговом окне **Параметры** для выдавливания куба задайте параметр глубины куба - **На расстояние** 30 мм (см.рис.78);

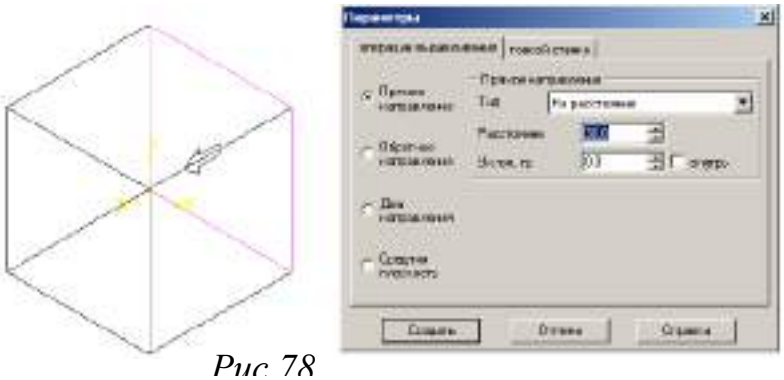


Рис. 78

12. Нажмите кнопку Создать в диалоговом окне Параметры. Получили трехмерный куб без невидимых линий (см. рис.79).

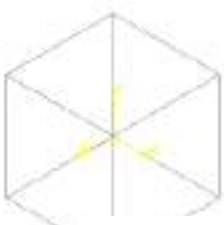


Рис. 79

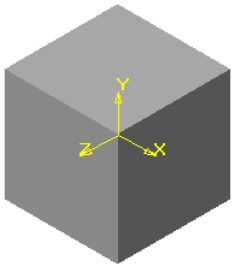


Рис. 80

*Примечания:*Цифровая клавиатура должна быть включена кнопкой Num Lock на клавиатуре.*

***В Windows должна быть включена английская раскладка клавиатуры (команда Ctrl+Shift тили Alt+Shift).*

****Чтобы видеть изображение эскиза квадрата, сдвиньте мышкой окно Параметры в сторону. В Строке состояния программы КОМПАС 3D LT выбрать ориентацию Изометрия.*

13. Выберите в Панели управления программы команду **Полутоновое** . Вы получите трехмерный куб (см. рис.80).

УПРАЖНЕНИЕ 2. **Построить трехмерные модели правильной и неправильной четырехгранной пирамид.**

Четырехгранная пирамида отличается от параллелепипеда и куба тем, что ее боковые грани сходятся в точку на вершине напротив основания. Для построения 4-хгранной пирамиды в начале выполняем п/п 1-9 упражнения №1 лаб. раб. №7 (строим эскиз основания пирамиды). Далее в диалоговом окне Параметры, добавляется действие, создающее уклон и одновременно убирающее грань параллелепипеда или куба, расположенную напротив основания (см.пп. № 10-1, 10-2).

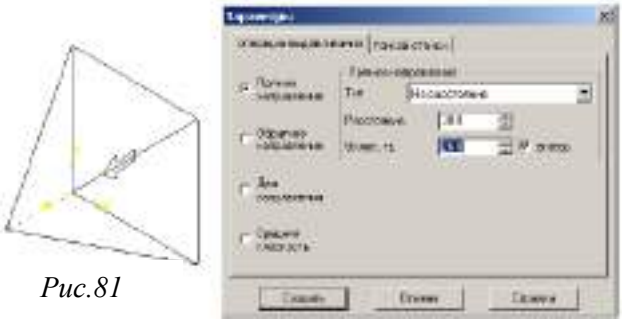


Рис.81

10-1. Правильная пирамида строится из кубической модели. В диалоговом окне **Параметры** установите галочку в команде **Уклон Внутрь** и постепенно увеличивайте значение уклона, пока верхняя грань не сойдется в точку. Уберите для операции «тонкой стенки» галочку «создавать тонкую стенку» (см. рис.81).

11. Нажмите кнопку Создать в диалоговом окне Параметры. Получили правильную пирамиду без невидимых линий (см. рис.82), ее окрашенный вариант на рис.83.

12.Выберите в Панели управления программы команду **Полутоновое** . Вы получите трехмерную правильную пирамиду (см. рис.83).

10-2. Неправильная пирамида строится из модели параллелепипеда. В диалоговом окне Параметры установите галочку в команде Уклон и пост величива ение Уклона, пока верхняя грань не сойдется в ребро. Уберите для операции «тонкой стенки» галочку «создавать

Рис. 82

Рис.83

тонкую стенку». Нажмите кнопку Создать в диалоговом окне Параметры. Получили неправильную пирамиду без невидимых линий (см. рис.84).

11. Выберите в Панели управления программы команду **Полутоновое** . Вы получите трехмерную неправильную пирамиду (см. рис.85).

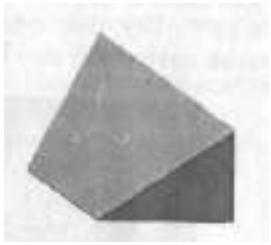


Рис.84

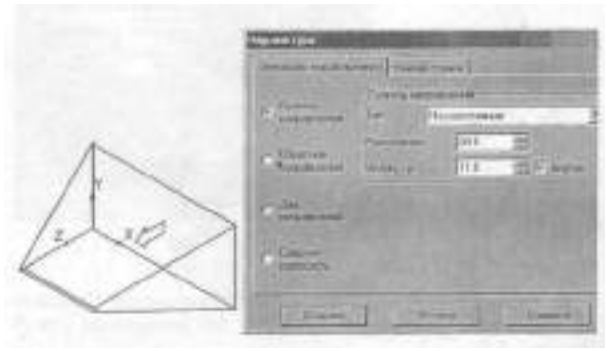


Рис.85

УПРАЖНЕНИЕ 3. **Построение трехмерной модели трехгранной призмы.**

Повторите пп.1-4 упражнения №2 лаб. раб. №7. Видом спереди (т.е. основанием) трехгранной призмы выберем правильный треугольник (в панели инструментов – панели расширенных команд Ввод многоугольника).

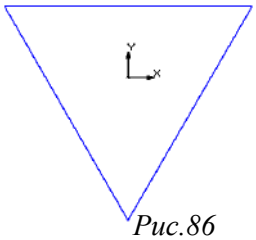


Рис.86

5. На панели инструментов выберите команду Ввод прямоугольника, далее, не отпуская ЛКМ, выбираем в панели расширенных команд Ввод многоугольника

.

6. Размещаем центр многоугольника в начало системы координат окна документа (команда <Ctrl>+<0> на цифровой клавиатуре) см. рис.86.

7. В Строке параметров для многоугольника введите 3 грани (т.е. тре-

угольник), введите значение радиуса описанной вокруг треугольника окружности r=30 по команде Alt+r и угла наклона треугольника a=90 градусов по команде Alt+a. Получаем треугольник – эскиз основания трехгранной призмы (см. рис.87).

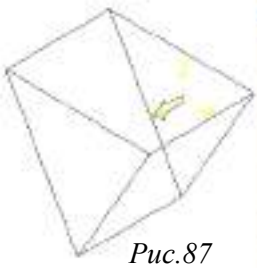
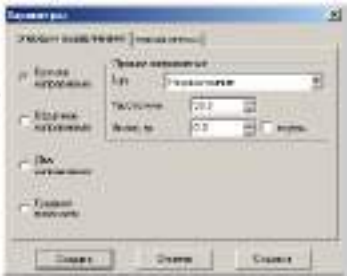


Рис.87



8. Команда Закончить редактирование в Панели управления системы Компас.

*Примечания:*Цифровая клавиатура должна быть включена кнопкой Num Lock на клавиатуре.*

***В Windows должна быть включена английская раскладка клавиатуры (команда Ctrl+Shift тили Alt+Shift).*

9. Задайте объем призмы. В панели инструментов трехмерного Компаса выбираем команду Операция выдавливания .

10. В появившемся диалоговом окне выдавливания трехгранной призмы Параметры для трехгранной призмы – На расстояние задайте параметр глубины операции «тонкой стенки» галочку 50мм. Уберите для «создавать тонкую стенку».

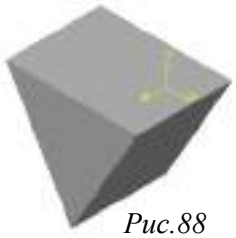


Рис.88

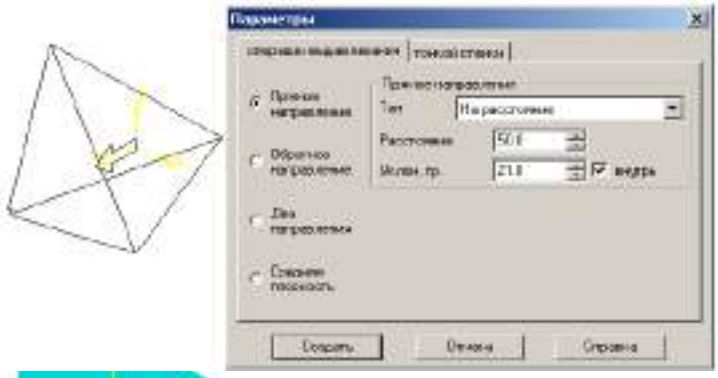
11. Нажмите кнопку Создать в диалоговом окне Параметры. Получили трехмерную модель трехгранной призмы без невидимых линий (см. рис.87).

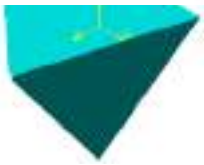
12. Выберите в Панели управления программы команду Полутоновое . Вы получили трехмерную модель трехгранной призмы (см. рис. 88).

УПРАЖНЕНИЕ 4. **Построение трехмерной модели трехгранной пирамиды.**

Правильная трехгранная пирамида строится из модели трехмерной трехгранной призмы (см. упражнение 3, лаб.раб. №7).

10. В диалоговом окне Параметры установите галочку в команде Уклон Внутрь и постепенно увеличивайте значение уклона, пока верхняя грань не сойдется в точку. Уберите для операции «тонкой стенки» галочку «создавать тонкую стенку». Нажмите кнопку Создать в диалоговом окне Параметры. Получили правильную трехгранную пирамиду без невидимых линий (см. рис.89).





*Примечания:*Цифровая клавиатура должна быть включена кнопкой Num Lock на клавиатуре.*

***Аналогично построению трехмерных моделей трехгранной призмы строятся и другие правильные трехмерные N-гранные (4-,5-,6-,8-,9-,10-гранные) модели.*

11. Выберите в Панели управления программы команду Полутоновое . Вы получили правильную трехмерную трехгранную пирамиду (см. рис. 90).

ЗАДАНИЯ

ЗАДАНИЕ №1. Выполнить трехмерную модель параллелепипеда с параметрами: высота h= 20мм, ширина w= 30мм, глубина = 10мм.

ЗАДАНИЕ №2. Выполнить трехмерную модель куба с параметрами: высота h= 50мм, ширина w= 50мм, глубина = 50мм.

ЗАДАНИЕ №3. Выполнить трехмерную модель 8-гранной призмы с параметрами: радиус вписанной окружности основания 8-гранника rad= 50мм, угол наклона 8-гранника an= 90 градусов, высота призмы = 50мм.

ЗАДАНИЕ №4. Выполнить трехмерную модель 9-гранной пирамиды с параметрами: радиус вписанной окружности основания 9-гранника rad= 50мм, угол наклона 9-гранника an= 90 градусов, высота пирамиды - до схождения боковой стенки пирамиды в точку.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8.
Трехмерное моделирование тел вращения

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цилиндром (точнее, круговым цилиндром) называется тело, состоящее из двух кругов, не лежащих в одной плоскости и совмещаемых параллельным переносом, и всех отрезков, соединяющих соответствующие точки этих кругов. Круги называются ***основаниями цилиндра,*** *а* отрезки, соединяющие соответствующие точки окружностей кругов,— ***образующими цилиндра.***

Так как параллельный перенос есть движение, то ***основания цилиндра равны.*** Так как при параллельном переносе плоскость переходит в параллельную плоскость (или в себя), то ***у цилиндра основания лежат в параллельных плоскостях.***

Так как при параллельном переносе точки смещаются по параллельным (или совпадающим) прямым на одно и то же расстояние, то ***у цилиндра образующие параллельны и равны.***

Поверхность *— это непрерывное двухпараметрическое (двумерное) множество точек.*

Кинематический способ образования поверхностей *основан на непрерывном перемещении линии (образующей) в пространстве по определенному закону (кинематические поверхности).* Каждая точка образующей при ее движении описывает некоторую линию, заданную по некоторому закону. По виду образующей различают линейчатые (образующая - прямая), циклические (образующая - окружность) и другие поверхности, по закону перемещения образующей - поверхности вращения.

УПРАЖНЕНИЕ 1. **Построить трехмерную модель цилиндра**.

Повторите п/п 1-4 упражнения №1 лаб. раб. №7. Видом спереди (т.е. основанием) выберем окружность.

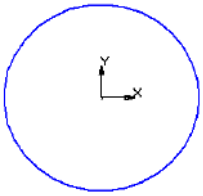


Рис. 91

Далее продолжаем пп.5-1 и другие.

5-1. На Инструментальной панели геометрии программы Компас выберите команду Ввод окружности .

6-1. Разместите (центр окружности) основания цилиндра в начало системы координат окна документа (команда <Ctrl>+<0> на цифровой клавиатуре (см. рис.91).

7-1. В Строке параметров окружности задайте радиус окружности 30мм по команде Alt+R. Нажмите Enter (см. рис.92).

8-1. Перейдите в 3-хмерный Компас: выполните команду Закончить редактирование в Панели управления программы Компас.

9-1. Задайте объем. В панели инструментов трехмерного Компаса выбираем команду Операция выдавливания .

10-1. В появившемся диалоговом окне Параметры для выдавливания цилиндра задайте параметр глубины цилиндра – На расстоянии 50 мм. Уберите для операции «тонкой стенки» галочку «создавать тонкую стенку».

Рис. 93

11-1. Нажмите кнопку Создать в диалоговом окне Параметры. Получили модель цилиндра без невидимых линий (см.рис.93).

12-1. Выберите в Панели управления программы команду Полутоновое . Получили трехмерное полутоновое изображение модели цилиндра.

*Примечания:*Цифровая клавиатура должна быть включена кнопкой Num Lock на клавиатуре.*

***В Windows должна быть включена английская раскладка клавиатуры (команда Ctrl+Shift тили Alt+Shift).*

УПРАЖНЕНИЕ 2. **Построить трехмерную модель конуса.**

Конус строится из модели цилиндра (см. упр.1, лаб.раб. №7) созданием *уклона его боковых граней.*

1. В диалоговом окне Параметры установите галочку в команде Уклон Внутрь и постепенно увеличивайте значение уклона, пока верхняя грань цилиндра не сойдется в точку. Уберите для операции «тонкой стенки» галочку «создавать тонкую стенку». Нажмите кнопку Создать в диалоговом окне Параметры. Получили модель конуса без невидимых линий (см.рис.94, 95).

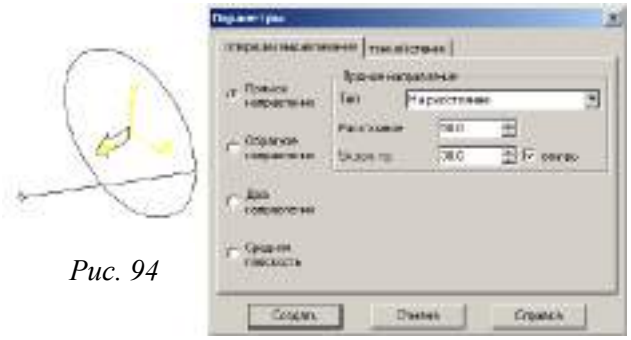


Рис. 94

2. Выберите в Панели управления программы ком *Рис.* лутоновое . Вы получили трехмерную модель конуса (см.рис.96).

Рис.95

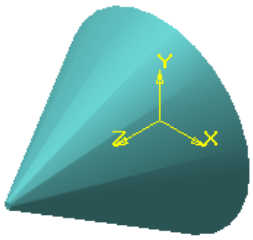


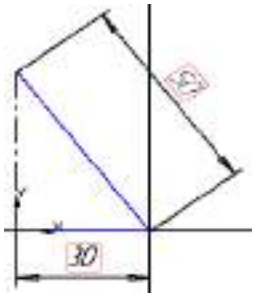
Рис. 96

УПРАЖНЕНИЕ 3. **Построение трехмерной модели тела вращения (конуса) по заданной образующей линии.**

1. Запустите программу КОМПАС 3D LT.
2. Для построения трехмерной модели геометрических объектов щелкните ЛКМ на кнопке Новая деталь , находящейся в Панели управления.

3. В Дереве построений нажатием ЛКМ выберите Фронтальную плоскость, в которой будет производиться построение эскиза вида спереди куба.

4. В Панели управления системы Компас нажатием кнопки Новый эскиз перейти в двухмерный графический редактор, в котором будет производиться построение эскиза.



5. Включите кнопку Геометрические построения на панели инструментов.

6. На панели инструментов выбираем команду Непрерывный ввод объекта.

7. Производим построения, показанные на рис.97

Рис.97

8. Выберите команду Закончить редактирование в Панели управления программы Компас.

9. Для задания объема в панели инструментов трехмерного Компаса выбираем команду Операция вращения.

10. В диалоговом окне Параметры (рис. 98) Создать трехмерную модель тела вращения (конуса).

Рис. 99

Рис.98

11. Нажмите кнопку Создать в диалоговом окне Параметры. Получили трехмерный конус без невидимых линий (см. рис. 99).

12. Выберите в Панели управления программы команду Полутоновое . Вы получили модель трехмерного конуса.

ЗАДАНИЯ

ЗАДАНИЕ 1. Выполнить трехмерную модель цилиндра с параметрами: радиус окружности основания цилиндра rad=50 мм, высота цилиндра =50 мм.

ЗАДАНИЕ 2. Выполнить трехмерную модель конуса с параметрами: радиус окружности основания конуса rad=50 мм, уклон – до схождения боковой стенки цилиндра в точку.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9.
Моделирование сложного геометрического объекта. Операции программы Компас 3D LT «приклеить выдавливанием», «вырезать выдавливанием»

(Время выполнения работы - 2 часа)

УПРАЖНЕНИЕ №1. **Моделирование сложного геометрического объекта** (рис.100,101).

Этот объект состоит из таких простых геометрических элементов, как трехгранная пирамида, цилиндр, шестигранная призма, цилиндр и цилиндрическое отверстие через всю модель. Его *построение (моделирование) как сложного геометрического объекта* - это соединение («приклеивание», «сборка») простых геометрических тел в единое целое, т.е. в сложную деталь.

Рис. 100

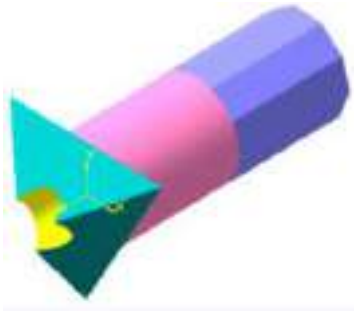


Рис. 101

Начнем построение данного объекта с модели трехгранной пирамиды.

1. Для построения трехгранной пирамиды выполняем действия, рассмотренные в упражнении №4 лаб.раб. №7.

Построение цилиндра, «приклеенного» к основанию пирамиды.

2. Выберем плоскость основания пирамиды, щелкнув ЛКМ на плоскости основания. В нижнем окне выберем ориентацию основания пирамиды Нормально к, т.е. лицом к нам. В этой плоскости начинаем построение эскиза основания цилиндра, нажатием кнопки Новый эскиз

3. Далее выполняем построение цилиндра по алгоритму, показанному в упражнении №1 лаб.раб. №7, указав радиус окружности основания 20мм (см. п. 7-1). Вместо команды Операция выдавливания, указанной в п.9 выполняется команда Приклеить выдавливанием . Параметры у команд одинаковы. Вы получили фигуру, представленную на рис.102.

Рис. 102

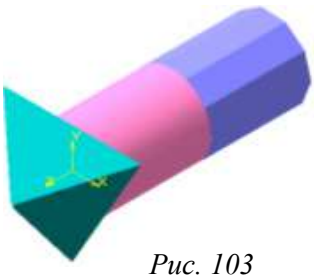


Рис. 103

Построение шестигранной призмы, «приклеенной» к основанию цилиндра

4. Выберем плоскость основания цилиндра, щелкнув ЛКМ на плоскости. В нижнем окне выберем ориентацию основания цилиндра Нормально к, т.е. лицом к нам. В этой плоскости начинаем построение эскиза основания шестигранной призмы, нажатием кнопки Новый эскиз .

5. Далее выполняем построение шестигранной призмы по алгоритму, указанному в упражнении №3 лаб.раб. №7 указав количество сторон многогранника – 6, радиус описанной окружности для шестигранника 20мм (см. п.7) и высоту шестигранной призмы 50мм (см.п.10). Вместо команды Операция выдавливания, указанной в п.9 выполняется команда Приклеить_выдавливанием . Параметры у команд одинаковы. Получили фигуру, представленную на рис. 103.

Построение отверстия через всю модель

6. Выберем плоскость основания шестигранной призмы, щелкнув ЛКМ на плоскости. В нижнем окне выберем ориентацию основания шестигранной призмы Нормально к, т.е. лицом к нам. В этой плоскости начинаем построение эскиза окружности основания отверстия через всю модель нажатием кнопки Новый эскиз .

7. Выполняем построение эскиза отверстия аналогично построению цилиндра (форма объектов одинакова) см. упражнение №1 лаб.раб. №7 указав радиус окружности основания отверстия 10мм (см. п..7-1, получим эскиз на рис.100) и параметр глубины отверстия (цилиндра)- Через все, т.е. через всю модель (см.рис.101). Вместо команды Операция выдавливания, указанной в п.9 выполняется команда Вырезать выдавливанием . Параметры у команд одинаковы.

УПРАЖНЕНИЕ 2. **Построение трехмерной модели сложного геометрического объекта, представленного на рис. 104, по трем проекциям.**

1. Запустите программу Компас 3D LT.
2. Постройте исходный параллелепипед для построения детали.
3. В Дереве построений Компас 3D LT нажатием ЛКМ выберите Фронтальную

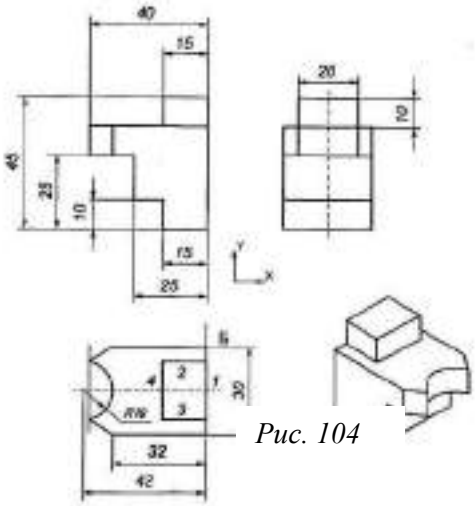


Рис. 104

плоскость, в которой будет производится построение эскиза вида спереди параллелепипеда детали.

4. В Дереве построений Компас 3D LT нажатием ЛКМ выберите Фронтальную плоскость, в которой будет производиться построение эскиза вида спереди параллелепипеда детали.

5. В Панели управления системы Компас 3D LT нажатием кнопки Новый эскиз перейти в двухмерный графический редактор, в котором будет производиться построение эскиза.

6. Включите кнопку Геометрические построения на панели инструментов.

7. Выберите команду Ввод прямоугольника в Панели геометрических построений. Установите левый угол прямоугольника в начало координат. Введите параметры прямоугольника в начало координат. Введите параметры прямоугольника в строке параметров: высоту h=35мм и ширину w=40мм.

Получим основание для выдавливания параллелепипеда (см. рис.105).

Рис. 105

8. По команде Закончить редактирование в Панели управления системы Компас перейдите в трехмерный Компас.

9. Задайте объем в панели инструментов трехмерного Компаса. Для этого выбираем команду Операция выдавливания .

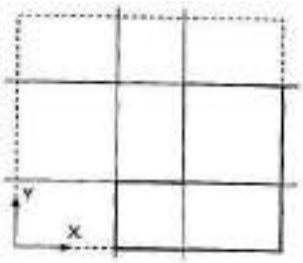


Рис. 107

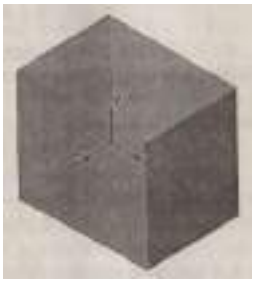


Рис. 106

10. В появившемся диалоговом окне Параметры для выдавливания параллелепипеда задайте параметр глубины параллелепипеда – На расстояние 30мм. Получим исходный параллелепипед для построения детали (см. рис.106).

3. Постройте сквозной вырез на виде спереди детали.

11. Выделите плоскость «вида спереди» детали.

12. Для получения сквозного выреза повторите пп.3,4 настоящего упражнения для эскиза выреза.

13. Постройте эскиз вырезов, показанный на рис. 107.

14. По команде Закончить редактирование в Панели управления программы Компас перейдите в трехмерный Компас.

Примечание: Цифровая клавиатура должна быть включена кнопкой Num Lock на клавиатуре.

4. Вырез в детали по эскизу рис. 107.

15. Выполнить вырез в детали по эскизу. Для этого выберите команду Вырезать выдавливанием в панели инструментов трехмерного Компаса.

16. В появившемся диалоговом окне Параметры для выреза задайте параметр глубины выреза Через все (см. рис.108). Получим вырез детали (см. рис. 109).

Рис. 108

Рис. 109

5. Постройте полукруглый вырез на виде сверху детали.

17. Выберите плоскость вида сверху детали.

18. Для получения сквозного выреза повторите пп.4 настоящего упражнения для эскиза выреза рис.110.

19. Постройте эскиз полукруглого выреза, показанный на рис.110.

20. Для получения полукруглого выреза повторите пп. 12-16 настоящего упражнения для эскиза выреза. Получим вырез, показанный на рис. 111.

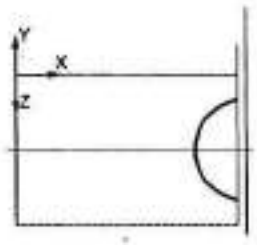


Рис. 110

Рис. 111

6. Постройте эскиз треугольных вырезов на «виде сверху» детали.

21. Выделите плоскость «вида сверху» детали.

22. Постройте эскиз треугольных вырезов, показанный на рис. 112.

Примечание: Чтобы видеть изображение эскиза квадрата, сдвиньте мышкой окно Параметры в сторону. В «строке состояния» программы Компас выбрать ориентацию Изометрия.

23. Для получения треугольных вырезов повторите пп.12-16 настоящего упражнения для эскиза выреза рис.112. Получим вырез, показанный на рис.113.

7. Приклейте прямоугольную «бобышку» на виде сверху детали.

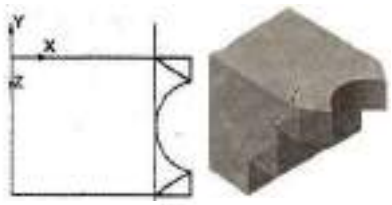


Рис. 112

24. Выберите плоскость вида сверху детали.

25. Для получения прямоугольной «бобышки» повторите пп.3-4 настоящего упражнения для эскиза «бобышки» (см.рис.114).

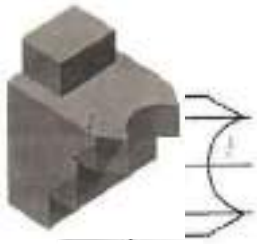


Рис. 115

26. Постройте эскиз прямоугольной «бобышки», показанный на рис. 114.

27. Для получения прямоугольной «бобышки» выполните команду Приклеить выдавливанием для эскиза «бобышки» рис.114. Получим деталь, показанную на рис.115.

ЗАДАНИЯ

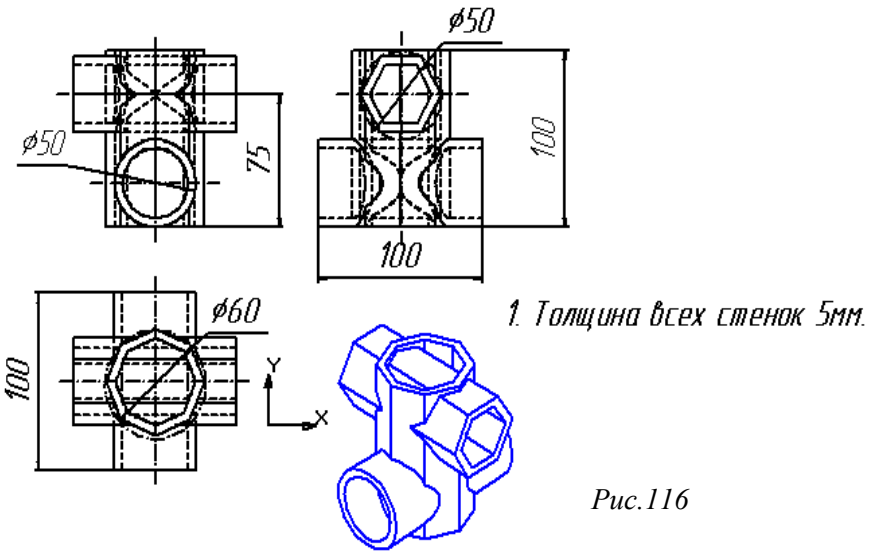


Рис.116

ЗАДАНИЕ 1. Построить трехмерную модель фигуры рис.116, состоящую из пересекающихся геометрических тел: двух шестигранных призм и цилиндра.

ЗАДАНИЕ 2. Построить трехмерную модель фигуры, показанную на рис.117.

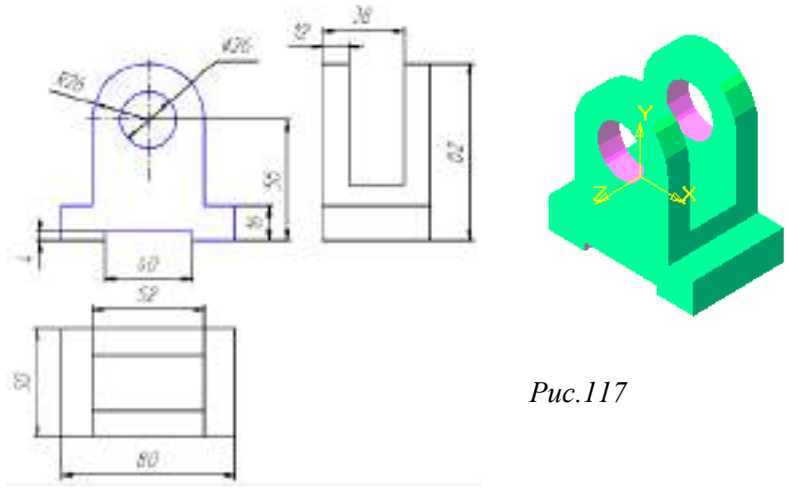


Рис.117

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 10.
Построение кинематических поверхностей способом

(Время выполнения работы - 2 часа)

Наиболее широкое применение в инженерной практике получил ***кинематический способ*** образования поверхностей.

Кинематический способ задания поверхностей основан на непрерывном перемещении образующей линии в пространстве по определенному закону.

Поверхность, образованная таким способом, называется ***кинематической поверхностью.***

По виду образующей линии различают:

- линейчатые поверхности (образующая— прямая);

- циклические поверхности (образующая — окружность) и другие поверхности.

По закону перемещения образующей:

- поверхности вращения;

- поверхности параллельного переноса;

- поверхности винтовые.

При этом некоторые поверхности могут быть отнесены одновременно к различным классам. Например, цилиндрическая поверхность вращения является линейчатой и поверхностью вращения

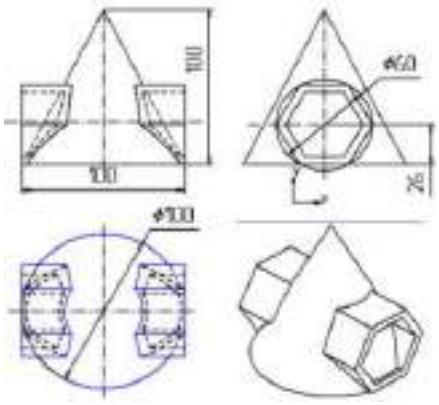


Рис. 118

УПРАЖНЕНИЕ 1. Построить фигуру, состоящую из шестигранной призмы и пересеченного с ней конуса, построенного «по сечениям» (см.рис.118) по приведенному алгоритму.

1. Запустите программу Компас 3D LT.

1. Запустите программу Компас 3D LT и операцию построение «новой детали», как показано в упражнении №7.1 лаб.раб. №7.

2. Постройте плоский эскиз шестигранной призмы.

2. В «Дереве построений» Компас нажатием ЛКМ выберите Профильную плоскость, в которой будет производиться построение эскиза шестигранной призмы.

3. В Панели управления системы Компас нажатием кнопки Новый эскиз перейдите в двухмерный графический редактор, в котором будет производиться построение эскиза.

4. Включите кнопку Геометрические построения на панели инструментов (ЛКМ).

5. На панели инструментов выбираем команду Ввод многоугольника .

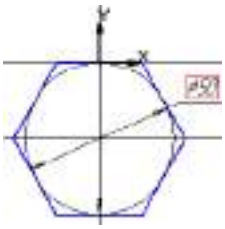


Рис. 119

6. В Строке параметров многоугольника выбираем:
 - число вершин n=6 (6-тиугольник);
 - радиус вписанной окружности ad=25мм.

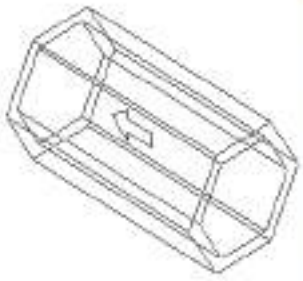
Строим окружность касательно к точке – началу координат. Получаем шестиугольник – основание шестигранной призмы (см.рис.119).

7. По команде Закончить редактирование в Панели управления программы Компас переходим в 3-х мерный Компас.

3. Постройте трехмерную модель 6-тигранной призмы.

8. Задайте объем призмы. В панели инструментов трехмерного Компаса выбираем команду Операция выдавливания .
9. В появившемся диалоговом окне Параметры (см. рис.120) для выдавливания трехгранной призмы задайте параметр глубины шестигранной призмы – На расстояние 100мм. Для операции «тонкой стенки» «создать тонкую стенку» толщиной 5мм (см. рис.121)*.

*Примечание: *Чтобы видеть изображение эскиза квадрата, сдвиньте мышкой окно Параметры в сторону. В «строке состояния» программы КОМПАС 3D LT выбрать ориентацию Изометрия.*



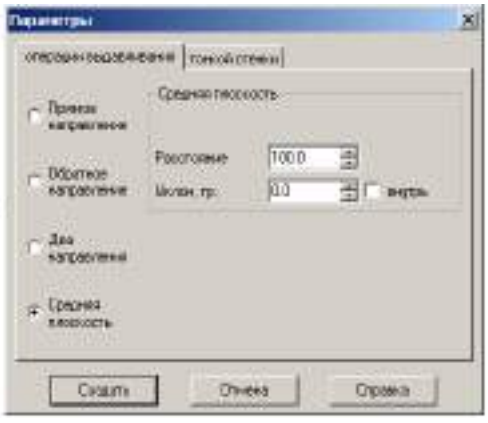


Рис. 120

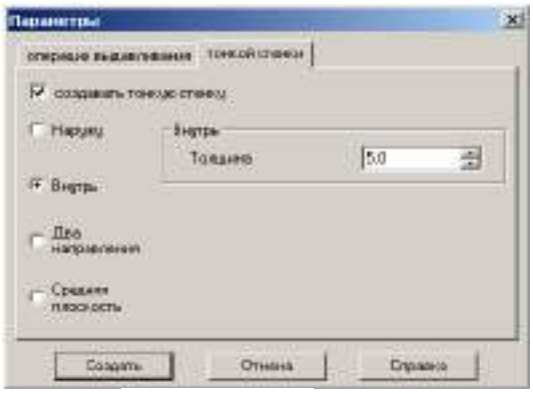


Рис. 121

11. Нажмите кнопку Создать в диалоговом окне Параметры. Получили трехмерную модель шестигранной призмы без невидимых линий (см. рис.122).

12. Выберите в Панели управления программы команду Полутоновое получите полутоновое изображение трехмерной модели шестигранной призмы. Окрасив модель по алгоритму, приведенному в упражнении №1 лаб.раб. 5 пп15-17 получите окрашенную модель шестигранной призмы (см. рис.123).

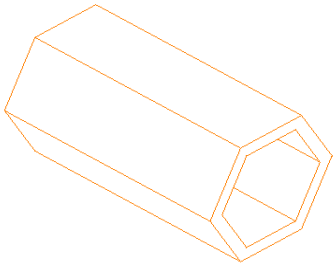


Рис.122

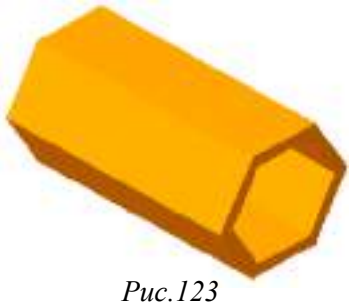


Рис.123

4. Постройте трехмерную модель конуса «по сечениям»

13. В Дереве построений выберите Горизонтальную плоскость, вид Нормально к. Получите вид рис.124.

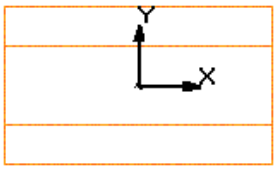


Рис.124

14. В Панели управления системы Компас нажатием кнопки Новый эскиз перейдите в двухмерный графический редактор, в котором будет производится построение эскиза.

15. Включите кнопку Геометрические построения на панели инструментов по нажатию ЛКМ.

16. На Инструментальной панели геометрии выбираем команду Ввод окружности .

17. Размещаем центр окружности основания конуса в начало системы координат окна документа (команда <Ctrl>+<0> на цифровой клавиатуре (см. рис.125)).

18. В Строке параметров окружности задайте радиус окружности 50мм по команде <Alt>+<R>. Нажмите <Enter>.

19. Введите команду Закончить редактирование в Панели управления программы Компас.
20. Постройте Смещенную плоскость, в которой будет строиться второе «сечение» конуса, т.е. его вершина – «точка». Смещенная плоскость строится со смещением относительно основания
конуса (т.е. горизонтальной плоскости) на расстояние, равное высоте
конуса 100мм. Для этого выберите команды Вспомогательная геометрия – Смещенная плоскость . В строке параметров «смещенной плоскости» введите расстояние для смещения 100мм . Нажмите кнопку.

Примечание: Цифровая панель должна быть включена кнопкой Num Lock на клавиатуре.

Создать объект . В Дереве построений появилась запись «смещенной плоскости», в окне документа появился фантом самой плоскости.
21. Выделите в Дереве построений созданную «смещенную плоскость».
22. Повторите пп. 14,15 настоящего упражнения.
23. На Инструментальной панели

геометрии выбираем команду Ввод точки
24. Ставим точку в начало системы координат «смещенной плоскости» (см. рис.126).

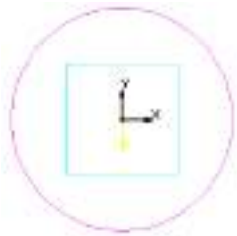


Рис.126

25. Введите

Закончить редактирование в Панели управления программы Компас.

Рис.127

26. Выберите последовательно по сечениям (см. рис.127).

27. При этом в Дереве построений должен быть выбран один из эскизов сечения конуса.
28. В появившемся окне Параметры (см.рис.128) добавьте недостающие сечения конуса, выделяя их в Дереве построений. Нажмите кнопку Создать.
29. Выберите ориентацию полученной модели Вид спереди. Получим вид модели, показанный на рис.129.

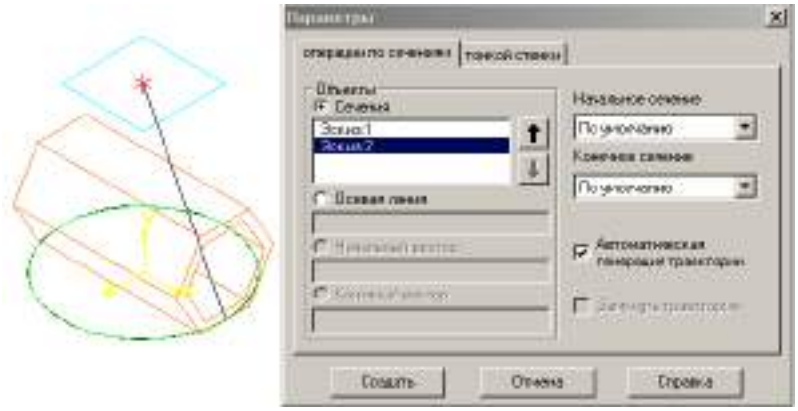


Рис.128

30. Для ориентации Изометрия модель имеет вид рис.130.

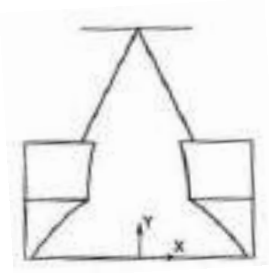


Рис.129

Рис.130

Рис.131

31. После выполнения процедуры окрашивания модели (по алгоритму, приведенному в упражнении №1 лаб.раб. 5, пп.15-17) она имеет вид рис. 131.

ЗАДАНИЯ

ЗАДАНИЕ 1. Построить «по сечениям» трехмерную модель женской фигуры рис. 132 по схеме, приведенной на рис. 133.

Рис. 132

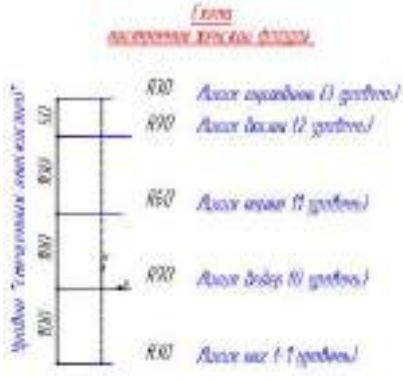


Рис. 133

ЗАДАНИЕ 2. Построить «по сечениям» трехмерную модель абажюра по трем видам детали рис. 134.

ЗАДАНИЕ 3. Построить трехмерную модель, приведенную на фрагменте рис.135. Модель состоит из правильного наклонного девятигранника и «приклеенного» к нему наклонного конуса, построенного «по сечениям» (см. упражнение 1, лаб.раб.10; сечение №1 – в основании конуса окружность, сечение №2 – точка на вершине наклонного конуса)

.

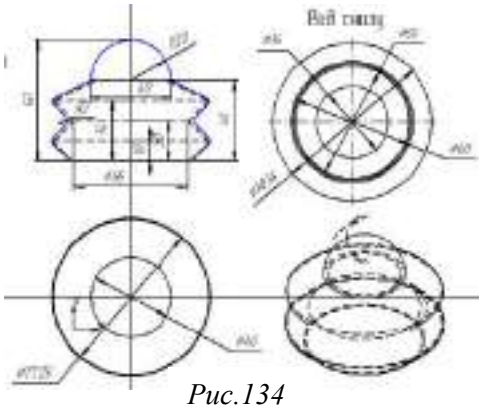


Рис.134

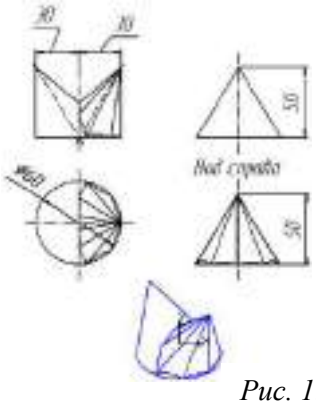


Рис. 135

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 11.
Создание геометрических моделей

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель работы: приобретение практических навыков в построении трехмерных моделей в среде трехмерного моделирования SolidWorks.

1 Создание нового документа. Новый документ в SolidWorks можно создать несколькими способами:

- нажать кнопку «Создать» на стандартной панели инструментов;
- выбрать в меню пункты «Файл», «Новый».

Откроется окно «Новый документ SolidWorks».

В диалоговом окне «Новый документ SolidWorks» представлены три вида стандартных шаблонов документов: «Деталь», «Сборка» и «Чертеж».

Шаблон представляет собой основу нового документа, которая содержит сведения о формате, свойствах документа, а также параметры пользователя, такие как единицы измерения, примечания, или стандарты по оформлению чертежей.

2 Знакомство с пользовательским интерфейсом SolidWorks. Основные элементы пользовательского интерфейса SolidWorks представлены на рисунке 1.1.

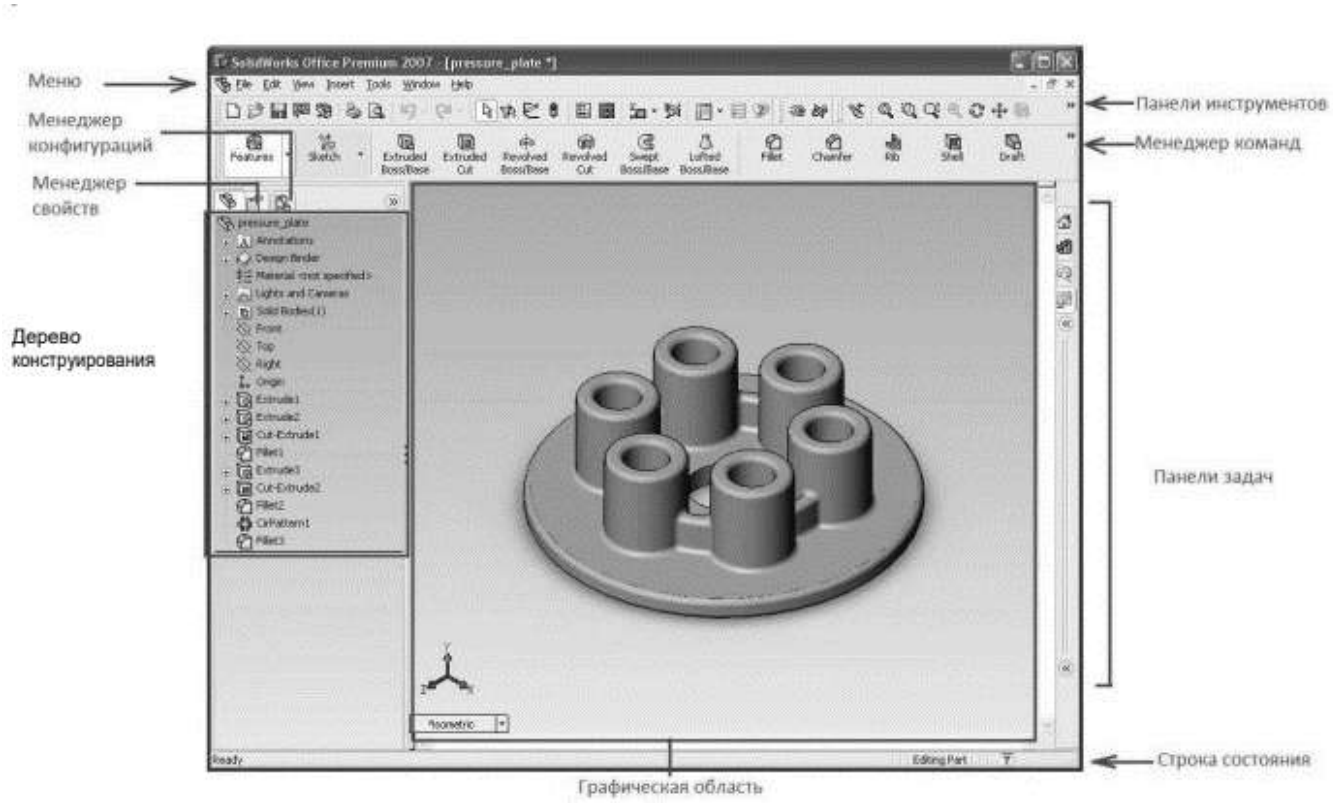


Рисунок 1.1 - Пользовательский интерфейс SolidWorks

Графическая область представляет собой пространство, в котором на экране отображается деталь, сборка или чертеж, а также происходит построение и оформление вышеперечисленных объектов.

Дерево конструирования (FeatureManager) расположено в левой части окна SolidWorks и представляет собой набор строк, содержащих полную информацию о трехмерном объекте.

Менеджер конфигураций (ConfigurationManager) предназначен для создания нескольких конфигураций деталей и сборок в документе.

Панели инструментов отображают различные кнопки, активизирующие команды. На панели инструментов «Элементы» сосредоточены все кнопки команд, позволяющие различными способами строить твердотельные модели.

Менеджер команд представляет собой контекстную панель инструментов, которая обновляется автоматически.

Строка состояния расположена в нижнем правом углу окна и предназначена для отображения информации о выполняемой функции.

3 *Отображение трехмерных моделей объектов.* Возможности SolidWorks при отображении трехмерных моделей обширны. Команды для отображения трехмерных моделей располагаются в меню «Вид» (View), а наиболее часто использованные команды продублированы кнопками на панели инструментов «Вид» (рисунок 1.2).

Рисунок 1.2 - Панель инструментов «Вид»

Панель инструментов «Стандартные виды» обеспечивает ориентацию модели, сборки или эскиза, используя один из стандартных видов по умолчанию. Панель инструментов «Стандартные виды» открывается при нажатии на треугольник справа от иконки (рисунок 1.3).

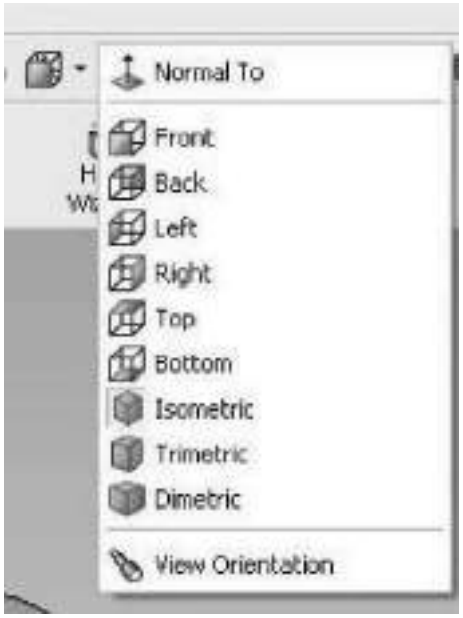


Рисунок 1.3 - Панель инструментов «Стандартные виды»

Задание 1

Построить трехмерную модель, изображенную на рисунке 1.4.

Рисунок 1.4 - Панель инструментов «Стандартные виды»

Порядок выполнения задания:

- создать новый документ в SolidWorks, выбрав в меню пункты «Файл», «Новый», шаблон «Деталь», и сохранить созданный документ в своей папке, выбрав в главном меню пункт «Файл», «Сохранить как ...»;
- построить трехмерную модель прямоугольного параллелепипеда (основание) с размерами 100 х 200 х 15;
- добавить к построенной модели основания бобышку круглой формы (диаметром 70 мм, высотой 20 мм);

- добавить к построенной модели детали отверстие диаметром 50 мм;
- добавить к построенной модели детали четыре отверстия диаметром 20 мм на расстоянии 20 мм от двух торцев;
- добавить скругления кромок построенной модели детали радиусом 10 мм.

Задание 2

Построить трехмерные модели шайбы, гайки, болта (рисунок 1.5).

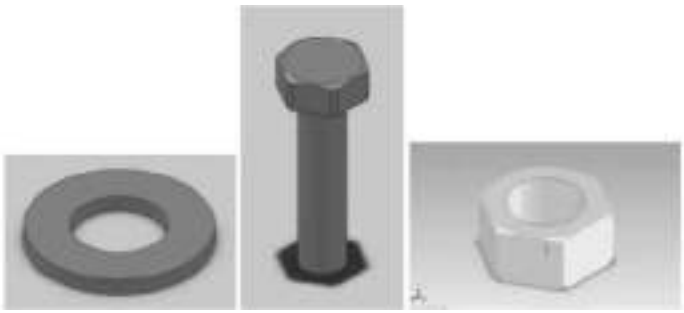


Рисунок 1.5 - Упрощенные модели шайбы, болта, гайки

Порядок выполнения задания

1 *Порядок создания модели шайбы:*

- в режиме эскиз создать две окружности, диаметром 9 и 4,5 мм, с привязкой центров окружностей к исходной точке;

- создать трехмерную модель шайбы. Для этого нажмите кнопку «Вытянутая бобышка/основание» панели инструментов «Элементы». В диспетчере свойств «Вытянуть» задайте: направление - на заданное расстояние; глубина - 0,80 мм.

2 *Порядок создания модели гайки.*

В режиме эскиз создать окружность диаметром 7,7 мм с привязкой центра окружности к исходной точке.

Нажать кнопку «Вытянутая бобышка/основание» панели инструментов «Элементы», в диспетчере свойств «Вытянуть» задать: направление - на заданное расстояние; глубина - 3 мм.

Снять фаски с граней цилиндра, нажав кнопку «Фаска» панели инструментов «Конструктивные элементы», в диспетчере свойств выбрать параметр «Угол Расстояние» и задать: расстояние - 0,3 мм; угол - 60 град; кромки, грани или вершины - указать верхнюю и нижнюю грани цилиндра.

Открыть эскиз и создать многоугольник, центр которого привязан к исходной точке. В диспетчере свойств «Многоугольник», в группе «Параметры» выбрать параметр «Описанная окружность», задать: количество сторон - 6; абсцисса центра - 0; ордината центра - 0; диаметр окружности -6,9 мм; угол - 330 град.

Закрыть эскиз и нажать кнопку «Вытянутый вырез». В диспетчере свойств выбрать параметр «Инвертировать вырез» и задать: изменить направление - через все.

Для создания резьбового отверстия М4 выбрать верхнюю грань шестигранника, нажать кнопку «Отверстие под крепеж» панели инструментов «Конструктивные

элементы». В диалоговом окне «Определение отверстия» (рисунок 1.6) выбрать вкладку «Отверстие» и задать: чертежный стандарт - ISO; тип винта - сверление под метчик; размер - М4; тип и глубина отверстия - через все. В диалоговом окне «Размещение отверстия» ввести координаты «Координата X» - 0; «Координата Y» - 0. Появится сквозное отверстие диаметром 3,3 мм. Закрыть эскиз.

Щелкнуть по кромке отверстия и нажать кнопку «Условное обозначение резьбы» панели инструментов «Примечание». В диалоговом окне «Условное обозначение резьбы» задать: применить резьбу - насквозь; основной диаметр - 4 мм. Вокруг отверстия появится уловное обозначение резьбы в виде концентрической окружности. Условное обозначение резьбы автоматически переносится на чертеж.

3 *Создание модели болта.* Самостоятельно создать модель болта М4 с размерами: диагональ шестигранника головки болта - 7,7 мм; ширина шестигранника головки болта - 6,9 мм; фаска шириной 0,3 мм и углом 60 град; толщина головки болта - 3 мм; длина болта - 20 мм.

Рисунок 1.6 - Диалоговое окно «Определение отверстия»

Контрольные вопросы

1 Назовите основные этапы твердотельного моделирования.

2 Назовите основные принципы создания трехмерной модели.

3 Назовите основные команды панели инструментов «эскиз».

4 Назовите основные команды панели инструментов «элементы».

5 Назовите основные функциональные возможности SolidWorks.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 12.
Создание библиотечных элементов в графических системах САПР

(Время выполнения работы - 2 часа)

Цель работы: приобретение практических навыков создания библиотечных элементов в графических системах САПР.

Задание

Создать пользовательскую библиотеку установочных элементов станочных приспособлений.

Теоретические сведения

Любой масштабный проект SolidWorks состоит из единичных деталей, а также элементов, которые повторяются с каждой новой сборкой.

Для упрощения работы конструктора разработчики предусмотрели целый раздел, который дает возможность использовать готовые детали. Эти детали могут иметь индивидуальное исполнение, а также быть стандартизированными.

Меню библиотеки Г®~ проектирования находится справа во второй закладке сверху (рисунок 2.1).

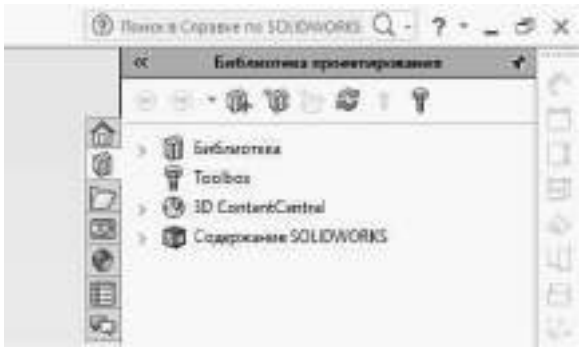


Рисунок 2.1 - Меню библиотеки проектирования

Меню библиотеки содержит три базовых раздела:

1) дизайнерская библиотека - позволяет использовать различные базовые детали и заготовки, которые включает в себя программный пакет SolidWorks;

2) библиотека стандартных изделий - это детали, которые находятся в ГОСТах различных стран;

3) интернет-библиотека позволяет соединяться с различными ресурсами, в которых можно найти нужные детали под определенную ситуацию.

Методика выполнения практической работы

Для создания пользовательской библиотеки для сборки необходимо действовать в следующей последовательности.

1 Добавить местоположение файла библиотеки (рисунок 2.2).

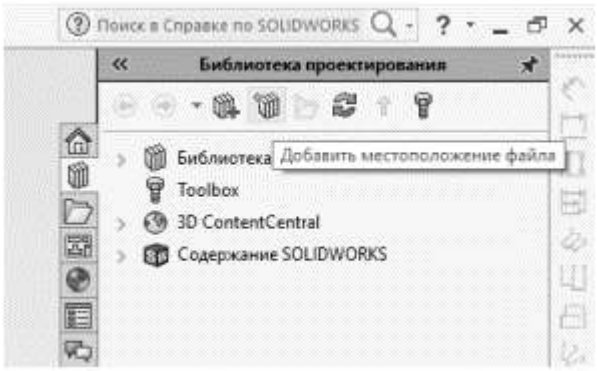


Рисунок 2.2 - Иллюстрация добавления местоположения файла библиотеки

2 Создать новую папку в пользовательской библиотеке, назвать ее «Компоненты сборки» и выбрать «Добавить в библиотеку» ^ (рисунок 2.3).

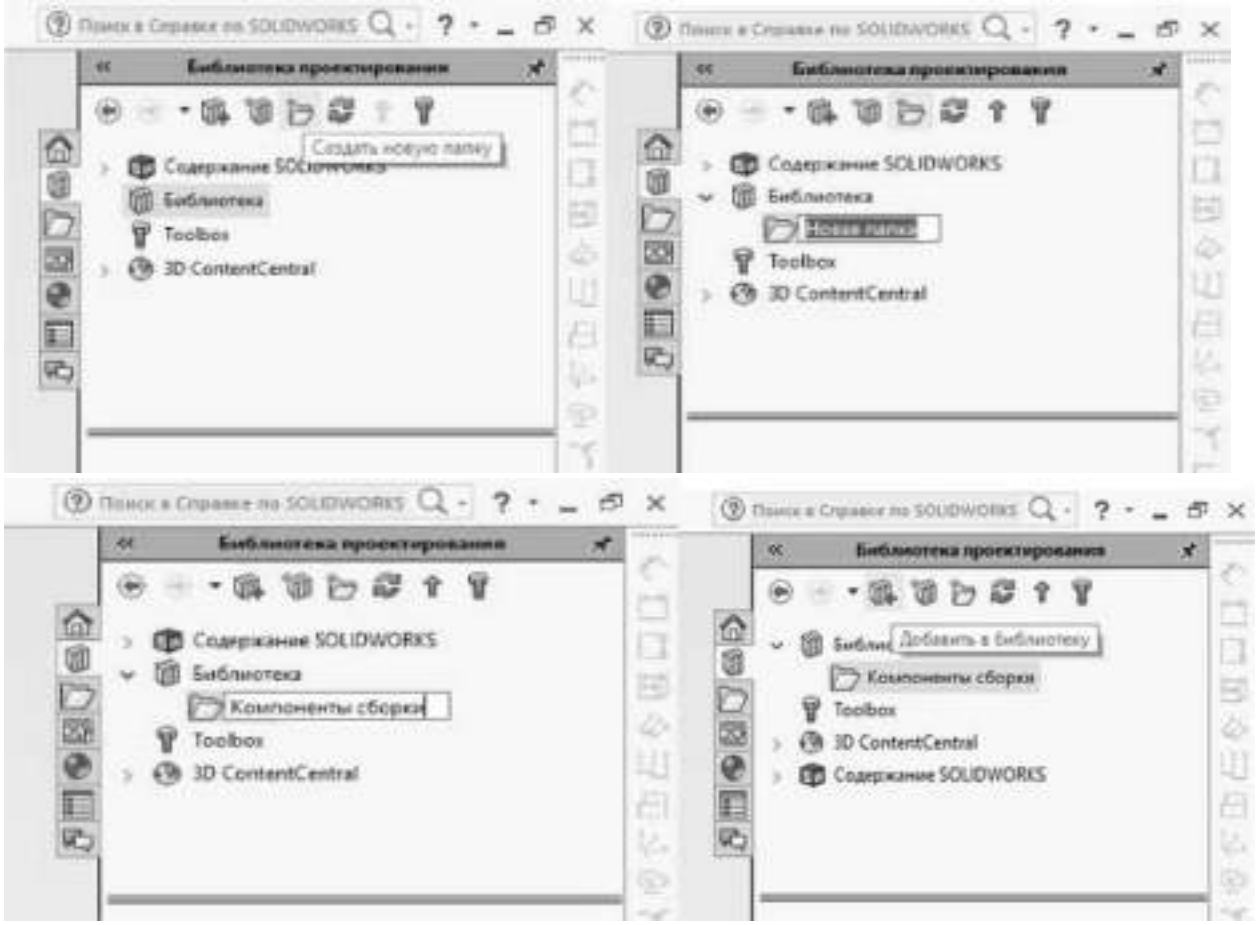


Рисунок 2.3 - Иллюстрация добавления папки в библиотеку

3 В менеджере свойств команды «Добавить в библиотеку» (рисунок 2.4) в группе «Объекты для добавления» следует перечислить объекты дерева построений, которые должны образовать библиотечный элемент. В полях группы «Сохранить в» задать имя библиотечного элемента, выбрать его расположение в папках библиотек, в качестве типа файла задать .sldprt. При желании придумать текстовое описание элемента. Затем нажать кнопку.

4 Закрыть файл детали и открыть файл сборки.

5 Вызвать библиотеку проектирования, нажав на кнопку [~®~.

Теперь в библиотеке будет новый компонент сборки - объект, который был добавлен как библиотечный элемент (например, крышка сальника) (рисунок 2.5).

6 Чтобы добавить компонент в сборку, необходимо перетянуть его в рабочую область. SolidWorks предложит выбрать нужную конфигурацию детали (рисунок 2.6). Далее установить деталь на ее место, используя сопряжения.

Рисунок 2.4 - Менеджер свойств команды «Добавить в библиотеку»

Рисунок 2.5 - Иллюстрация состава библиотеки «Компоненты сборки»

Рисунок 2.6 - Иллюстрация добавления детали в сборку

Содержание отчета

1 Цель работы.

2 Объекты для добавления в пользовательскую библиотеку и их конфигурации.

3 Результаты создания пользовательской библиотеки с новыми компонентами сборки.

4 Сборочный узел.

5 Выводы.

Контрольные вопросы

1 Как создать новую конфигурацию изделия?
2 Для чего используются библиотеки стандартных деталей и изделий?
3 Назовите этапы создания библиотечных элементов в САПР.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 13.
Параметрическое моделирование

(Время выполнения работы - 3 часа)

Цель работы: приобретение практических навыков построения трехмерных моделей, используя параметрическое моделирование.

Теоретические сведения

Параметрическое моделирование (параметризация) - моделирование (проектирование) с использованием параметров элементов модели и соотношений между этими параметрами.

Конструктор в случае параметрического проектирования создаёт матема¬тическую модель объектов с параметрами, при изменении которых происходят изменения конфигурации детали, взаимные перемещения деталей в сбор¬ке и т. п.

Параметризация необходима для того, чтобы поставить одни размеры в зависимость от других.

С точки зрения математики конструкция изделия описывается геометрическими примитивами (точками, линиями, кривыми и др.), которые, в свою очередь, характеризуются параметрами: координатами, размерами, углами, допусками и т. п. Эти параметры могут быть выражены с помощью обычных переменных, рассчитаны по формулам или выбраны из баз данных.

Таким образом, любая конструкция может быть полностью изменена путем изменения значений одной или нескольких управляющих переменных.

Задание

Построить SD-модель детали, выданной преподавателем. Создать не менее трех наборов размеров детали.

Методика выполнения практической работы

Для параметризации размеров необходимо ввести зависимости размеров в таблицу уравнений SolidWorks. Для этого выбрать в меню «Инструменты» пункт «Уравнения» (рисунок 3.1).

Появится диалоговое окно «Уравнения, глобальные переменные и разме¬ры» (рисунок 3.2). Следует учитывать, что параметризируются размеры, а не линии.

Исходные данные задаются в разделе глобальных переменных. В столбце «Значение / Уравнение» указываются значения переменных или уравнения, служащие для вычисления значения переменной. В уравнениях имена

перемен¬ных указываются в кавычках. В уравнениях первым указывается зависимый размер, после знака «равно» указывается управляющий размер и арифмети¬ческие действия над ним, если они требуются.

Для добавления функций из выпадающего меню (рисунок 3.3) выбрать пункт «Функции».

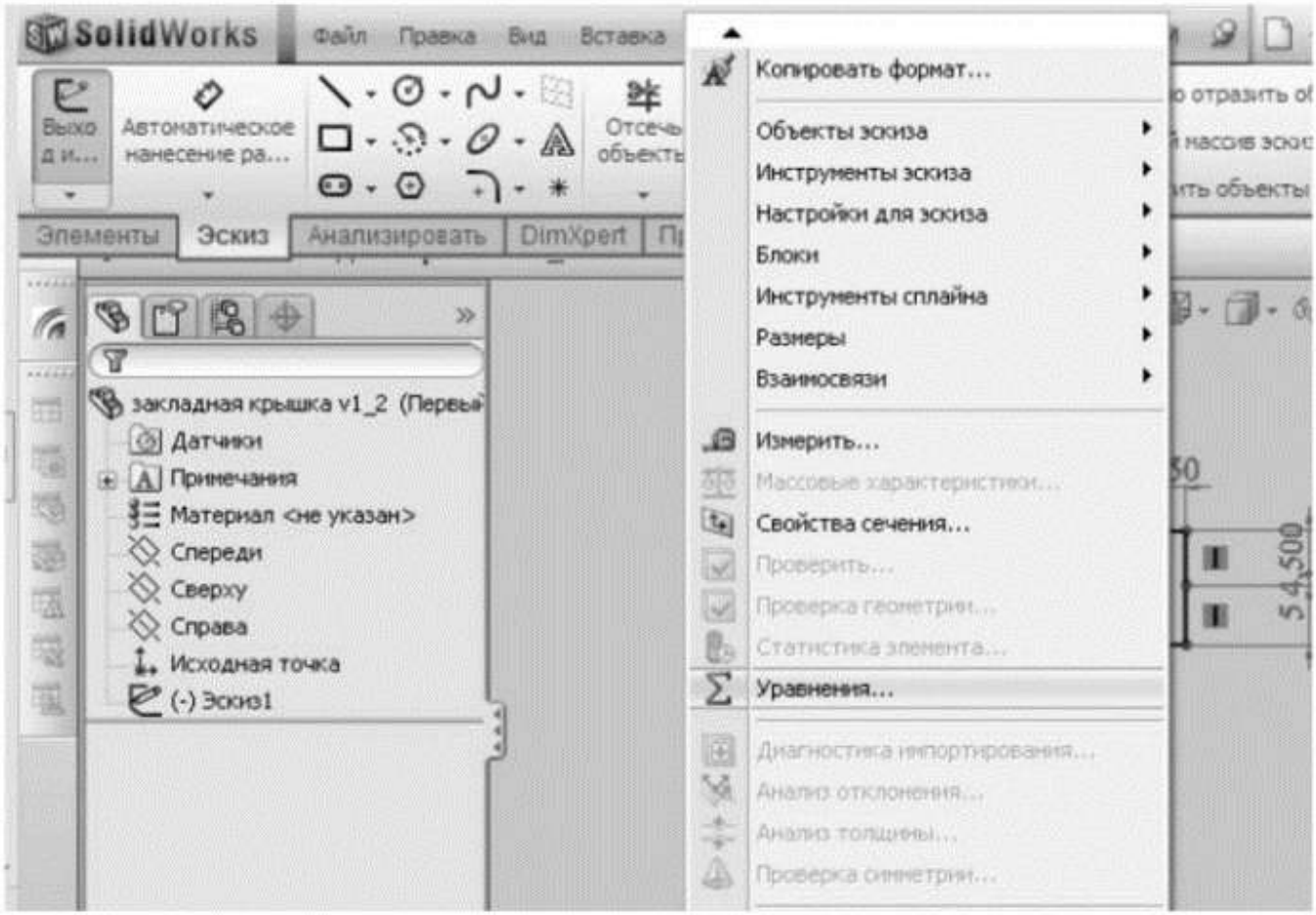


Рисунок 3.1 – Меню «Инструменты»

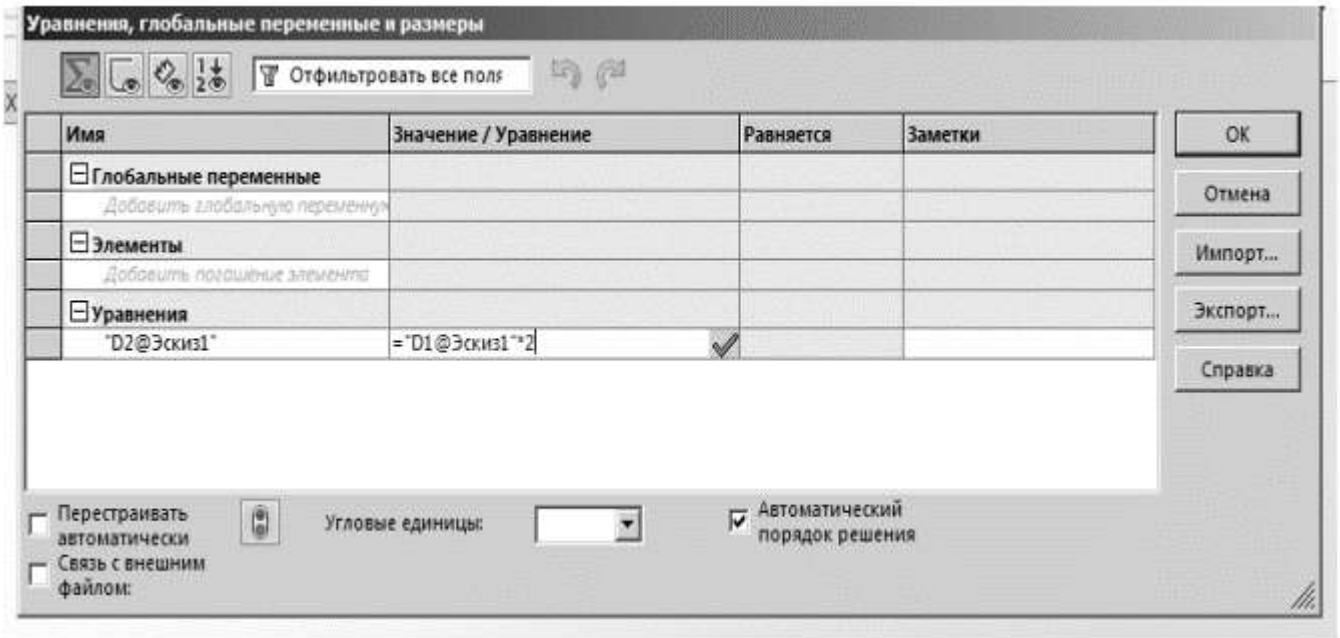


Рисунок 3.2 – Диалоговое окно «Уравнения, глобальные переменные и размеры»

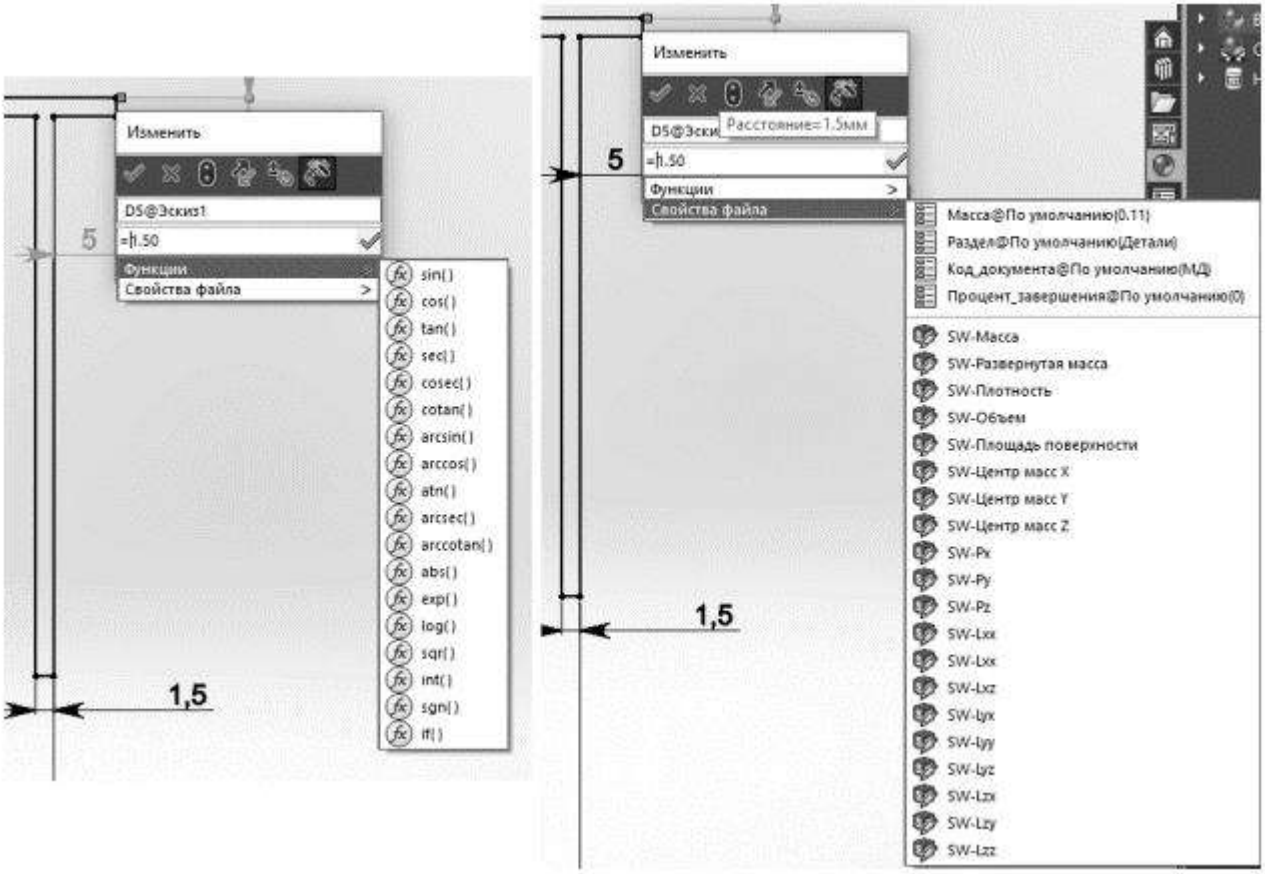


Рисунок 3.3 – Иллюстрация добавления функций из выпадающего меню

В таблице уравнений во втором блоке «Элементы» можно гасить или высвечивать определенные элементы модели в зависимости от выполнения условия.

После ввода всех переменных и уравнений сохранить таблицу, нажав кнопку «ОК».

В диалоговое окно «Уравнения, глобальные переменные и размеры» мож¬но вводить имя размера вручную, которое можно узнать, кликнув на интере¬сующий размер. Также можно ввести в диалоговое окно значение размера, кликнув на сам размер.

При добавлении размеров на эскизе вместо ввода численного значения необходимо приравнять его к глобальной переменной. Для этого в окне ввода размера поставить знак равенства. Это активирует ввод уравнения. После чего из выпадающего списка выбрать глобальную переменную (рисунок 3.4).

На рабочем поле появится численное значение размера. При этом рядом с ним появится символ сигма, указывающий на то, что значение получилось путем вычисления (рисунок 3.5).

Закончить редактирование эскиза, нажав на кнопку «Выход из Эскиза». Перейти к созданию 3D-модели.

После того как создана 3D-модель детали, необходимо создать «Таблицу параметров».

Выбрать меню «Вставка», «Таблицы», «Таблицы параметров» (рисунок 3.6).

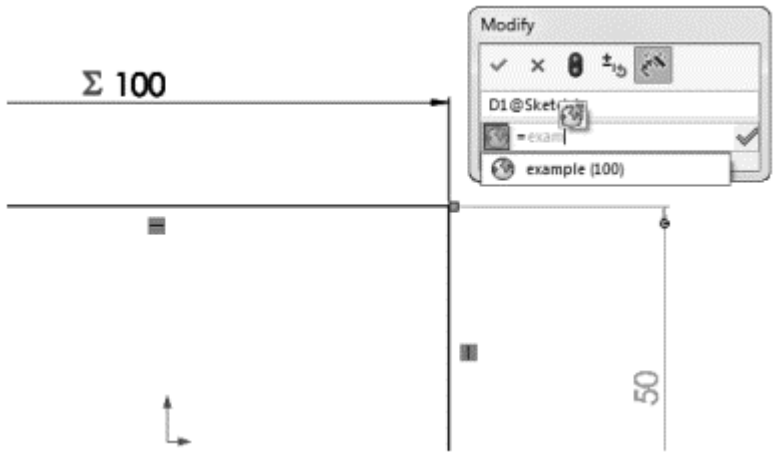


Рисунок 3.4 - Иллюстрация ввода уравнения для вычисления значения размера

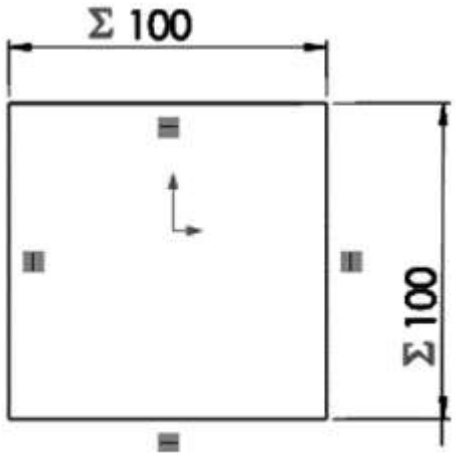


Рисунок 3.5 - Иллюстрация параметризованного размера

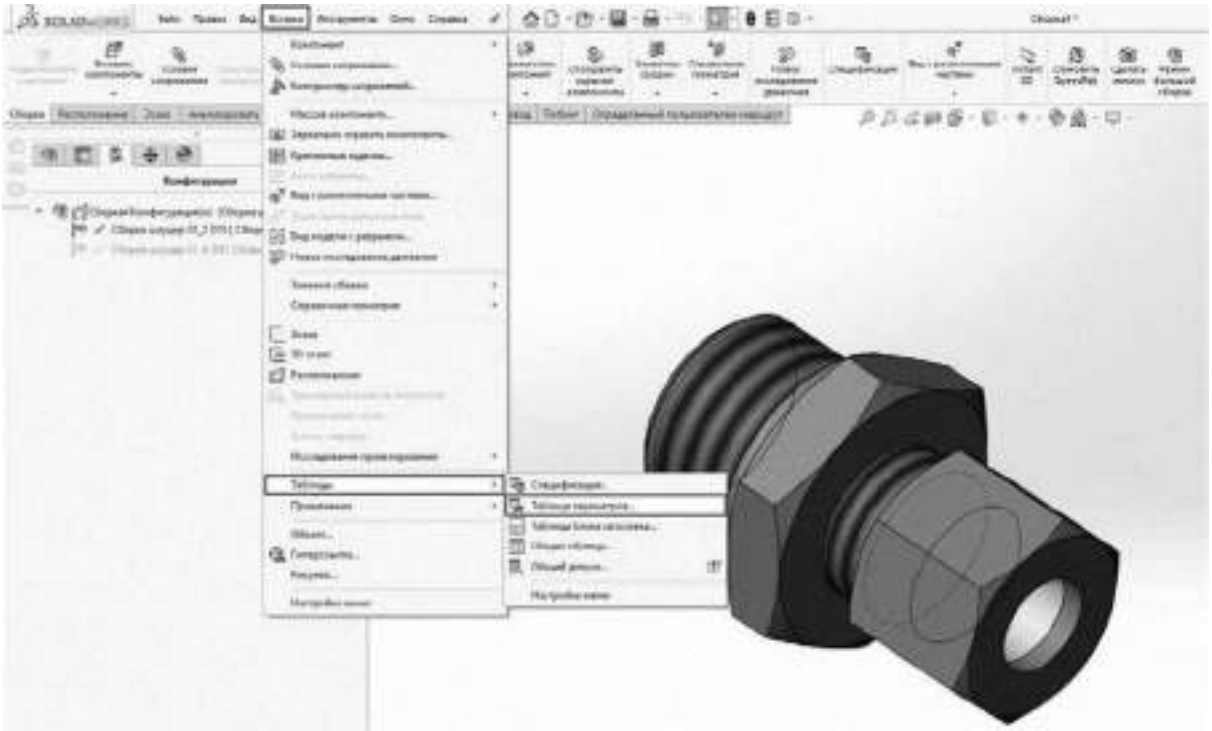


Рисунок 3.6 - Меню «Вставка»

На начальном этапе необходимо указать способ ввода исходных данных (рисунок 3.7):

1) пустой - создается пустая Excel-таблица, в которую пользователь самостоятельно добавляет переменные и их значения;

2) авто-создать - предлагается выбор из списка всех созданных в 3D-модели переменных для автоматической вставки в таблицу Microsoft Exce1;

3) из файла - используется, в основном, при экспорте данных в Microsoft Exce1 из других приложений.

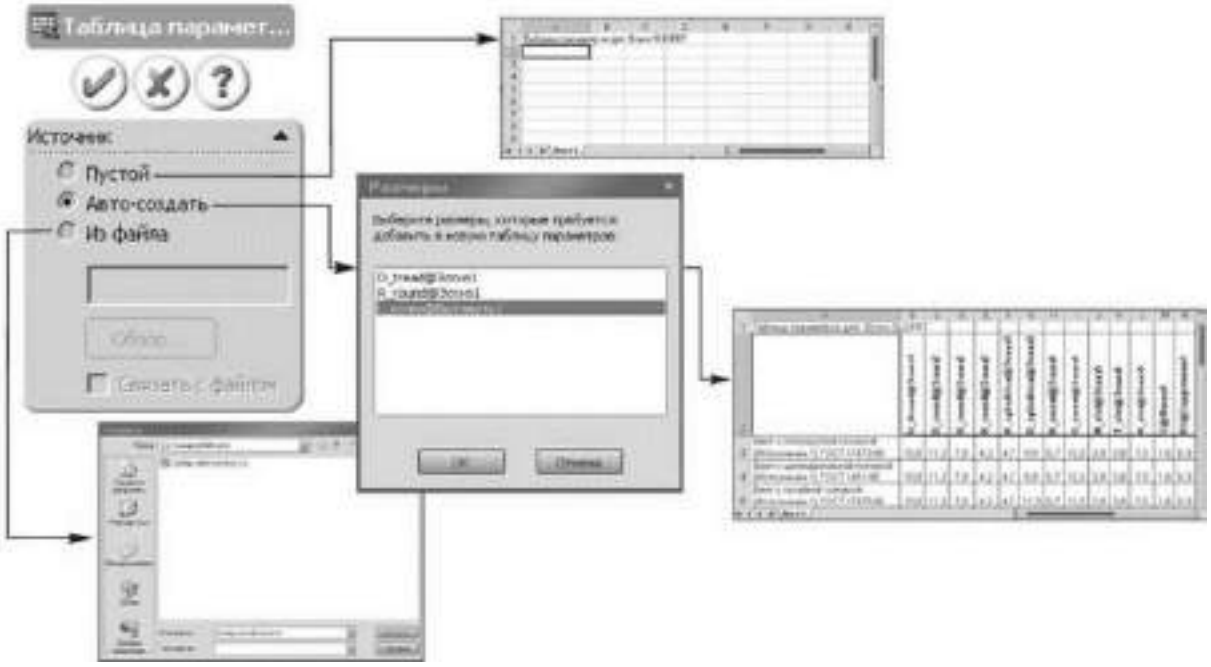


Рисунок 3.7 - Иллюстрация способов ввода исходных данных

Появляется интерфейс программы Excel и диалоговое окно «Размеры». В данном окне выбираются те размеры, которые необходимы в таблице параметров (рисунок 3.8).

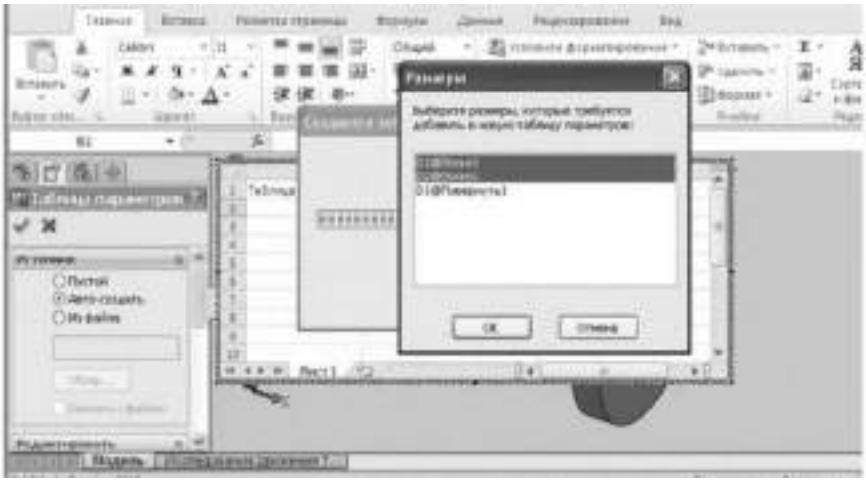


Рисунок 3.8 - Диалоговое окно «Размеры»

После нажатия кнопки «ОК» откроется таблица параметров в окне программы Excel.

Таблица параметров служит для подстановки массива значений из документа Microsoft Excel в переменные модели. Эти значения могут быть как численными (например, величины размеров), так и логическими (элемент погашен/непогашен). В красном овале таблицы параметров (рисунок 3.9) находится название варианта набора размеров. В красном прямоугольнике указываются значения, которые принадлежат соответствующему набору размеров. Чтобы закрыть таблицу параметров, необходимо кликнуть на свободное место.

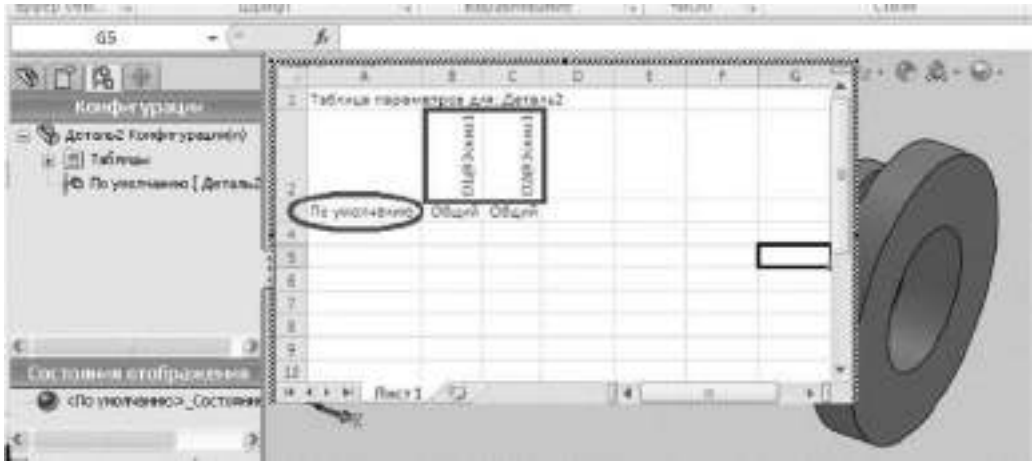
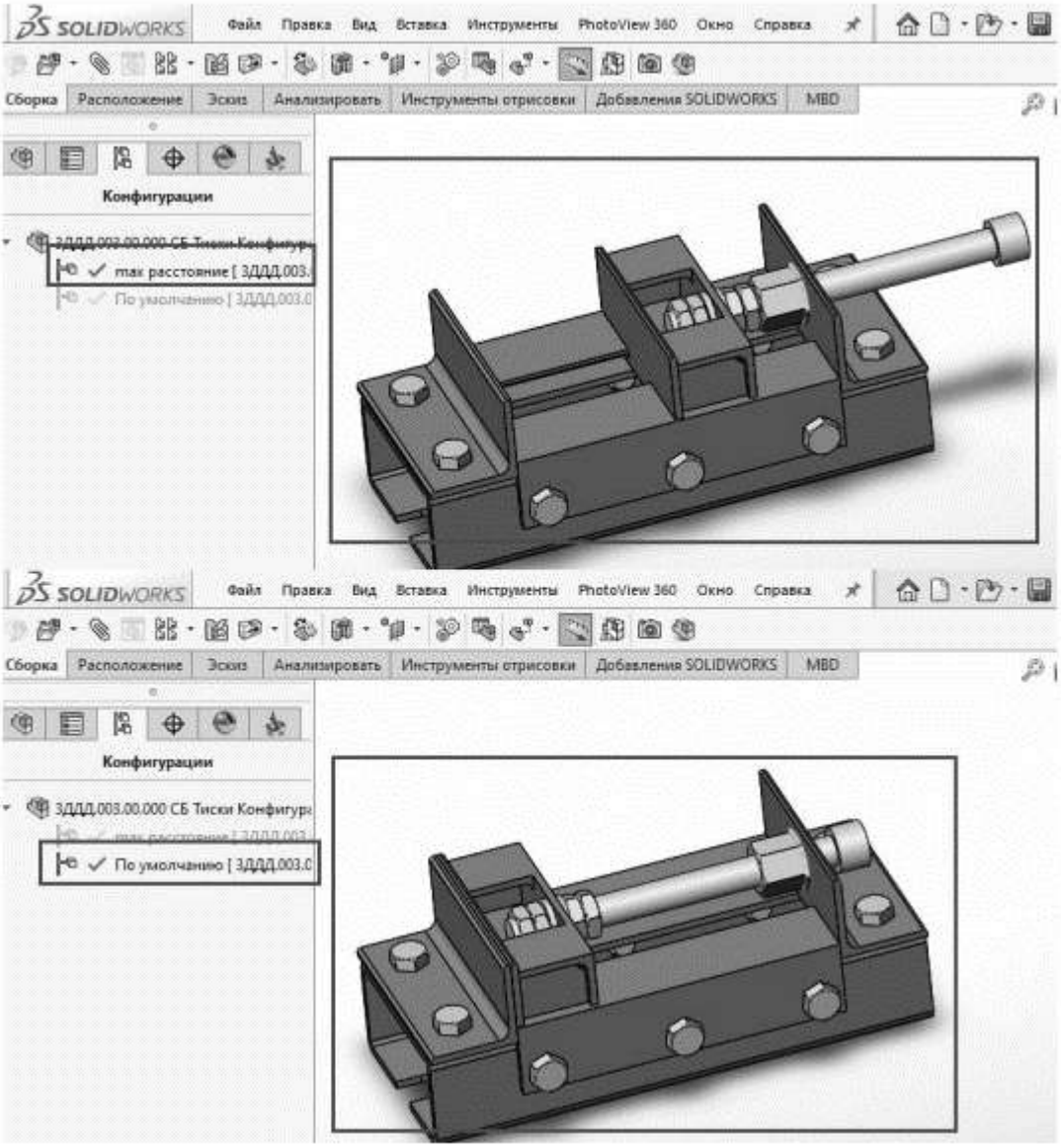


Рисунок 3.9 - Таблица параметров в окне программы Excel

В таблице параметров программы Excel необходимо создать несколько наборов размеров (рисунок 3.10).

Рисунок 3.10 - Заполненная таблица параметров в окне программы Excel

После этого можно закрыть таблицу параметров и увидеть созданные наборы размеров во вкладке «Конфигурации». Выбирая один из наборов двойным кликом, можно наблюдать за изменением размера детали (рисунок 3.11).



Содержание отчета

1 Цель работы.

2 Параметрический эскиз.

3 Диалоговое окно «Уравнения, глобальные переменные и размеры».

4 Таблица параметров.

5 Результаты параметризации эскиза (конфигурации).

6 Выводы.

Контрольные вопросы

1 Что такое «параметрическое моделирование»?

2 Назовите типы параметризации.

3 Назовите этапы создания модели при вариационной параметризации.

4 Охарактеризуйте геометрическую параметризацию.

5 В чем заключается иерархическая параметризация?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 14.
Построение сборок в системах геометрического моделирования

(Время выполнения работы - 3 часа)

Цель работы: приобретение практических навыков в построении SD-моделей сборок в среде трехмерного моделирования SolidWorks.

Теоретические сведения

Сборка - это узел, состоящий из двух или более деталей, называемых также компонентами, в одном документе SolidWorks. Расположение и ориентация компонентов задается с помощью сопряжений, устанавливающих взаимосвязи между компонентами.

В SolidWorks можно создать сложные сборки, состоящие их многочисленных компонентов, которые могут быть деталями или другими сборками, называемыми узлами сборок. Расширение документа сборки - .sldasm.

В дереве конструирования FeatureManager отображаются следующие объекты для сборок:

- сборка верхнего уровня (первый объект);
- различные папки, например, «Примечания» и «Сопряжения»;
- плоскости сборки и исходные точки;
- компоненты (узлы сборки и отдельные детали);
- элементы сборки (вырезы или отверстия) и массивы компонентов.

В дереве конструирования FeatureManager имя компонента может содержать префикс, предоставляющий информацию о состоянии его взаимосвязей с другими компонентами. Используются следующие префиксы:

- неопределен (-);
- переопределен (+);
- зафиксирован (ф);
- не решен (?).

Отсутствие префикса означает, что положение компонента полностью определено.

Задание

Построить трехмерную модель сборки узла, выданного преподавателем.

Пример выполнения практической работы

Сборка трехмерной модели сборки вала с зубчатым колесом.

1 *Создание нового документа сборки в SolidWorks.* Выбрать в меню пункты «Файл», «Новый». Выбрать шаблон «Сборка», после чего откроется документ SolidWorks для создания трехмерных моделей сборок узлов. В созданном документе сборки в менеджере свойств нажмите «Обзор» и выберите базовую деталь (вал).

2 *Установка шпонки на вал.* В библиотеке проектирования последовательно выбираем «Toolbox», «Din», «Шпонки», «Шпонка призматическая»,

«Четырехугольная шпонка» (рисунок 4.1). Левой кнопкой мыши перетаскиваем изображение шпонки в область чертежа. В левой части экрана появится меню свойств шпонки. Необходимо в соответствии с вариантом задания, выданным преподавателем, выбрать диаметр стержня (диаметр вала под шпонку) и длину шпонки.

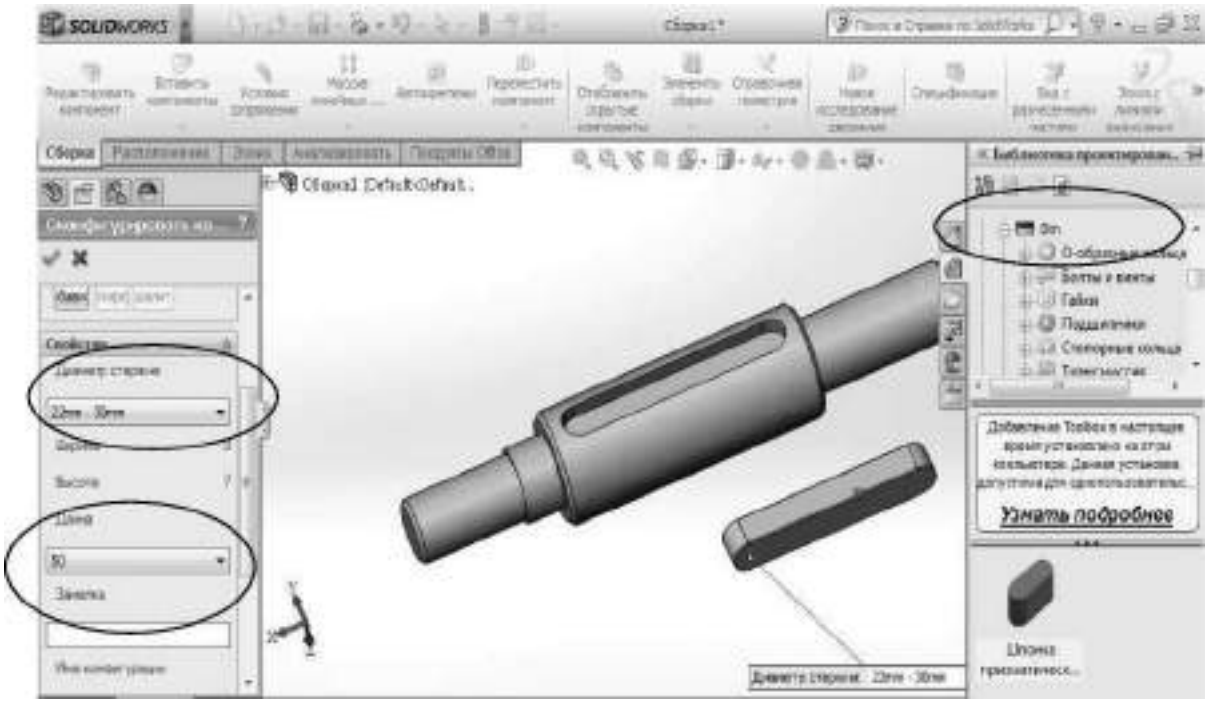


Рисунок 4.1 - Диалоговое окно с выбором шпонки

Выбрать на панели инструментов «Сборка» команду «Условия сопряжения». В менеджере свойств команды «Сопряжение» выбираем вид сопряжения «Совпадение» и выбираем последовательно плоскость основания шпонки и плоскость шпоночного паза (рисунок 4.2). Плоскость основания шпонки и плоскость шпоночного паза окажутся в одной плоскости. Затем создаем новое сопряжение шпонки и вала. Выбираем тип сопряжения «Концентричность» и указываем последовательно скругленную поверхность шпонки и шпоночного паза. Шпонка установится в шпоночный паз (см. рисунок 4.2).

1 *Установка зубчатого колеса на вал.*

Выбираем команду «Вставить компоненты» и добавляем модель зубчатого колеса в модель сборки.

Создаем сопряжения (команда «Условия сопряжения»):

- «Концентричность» между поверхностью отверстия колеса и цилиндрической поверхностью ступени вала со шпоночным пазом;
- «Совпадение» между боковой поверхностью шпонки и шпоночного паза колеса;
- «Совпадение» между торцевой поверхности ступицы колеса и торцом буртика вала.

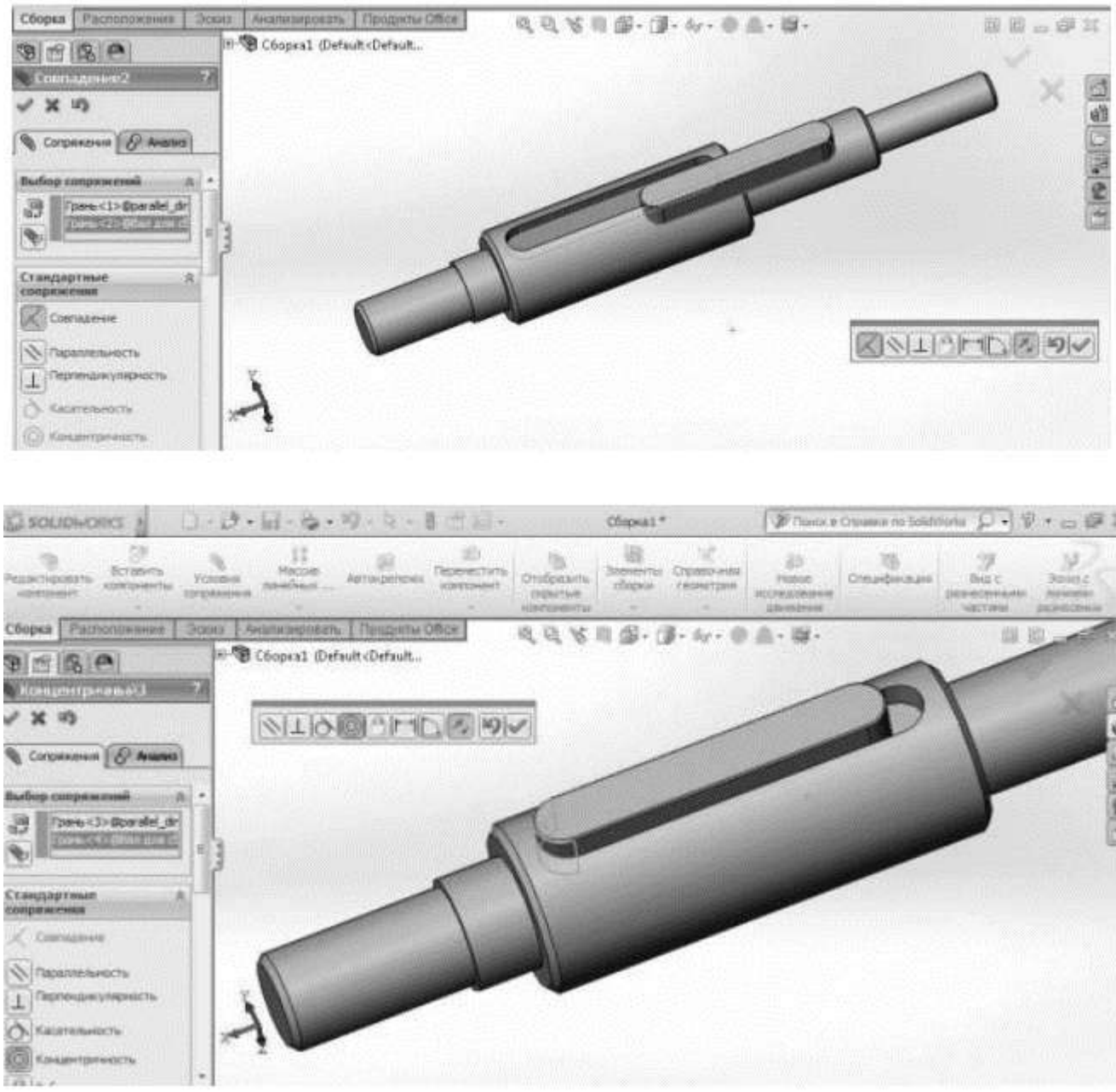


Рисунок 4.2 – Задание сопряжений

4 Установка подшипников качения. Подшипник качения также является стандартным элементом и вставляется в сборку, используя программу «SolidWorks Toolbox», которая находится во вкладке «Продукты Office». В библиотеке проектирования последовательно выбираем «Toolbox», «Din», «Подшипники», «Шариковые подшипники», «Радиально-упорный шариковый подшипник». Левой кнопкой мыши перетаскиваем изображение подшипника в область чертежа. В соответствии с чертежом вала выбрать внутренний диаметр подшипника.

Создаем сопряжения (команда «Условия сопряжения»):

– «Концентричность» между поверхностью отверстия подшипника и цилиндрической поверхностью ступени вала;

- «Совпадение» между торцом поверхности подшипника и торцом шейки вала (рисунок 4.3).

Рисунок 4.3 - Установка подшипника на вал Контрольные вопросы

1 Какие объекты для сборок отображаются в дереве конструирования FeatureManager?

2 Назовите основные методы проектирования сборок в SolidWorks.

3 Что такое проектирование снизу вверх?

4 Что такое проектирование сверху вниз?

5 Для чего используются сопряжения при создании сборок?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 15.
Создание рабочих чертежей деталей на основе трехмерных моделей

(Время выполнения работы - 3 часа)

Цель работы: ознакомление с принципами построения чертежей в SolidWorks.

Задание

Разработать на основе трехмерной модели рабочий чертеж детали, выданной преподавателем.

Методика выполнение работы

1 Создание нового документа чертежа в SolidWorks. Выбрать в меню пункты «Файл», «Новый». Выбрать шаблон «Чертеж», после чего откроется документ SolidWorks для создания чертежей. При создании нового документа чертежа появится диалоговое окно выбора формата листа (рисунок 5.1).

Рисунок 5.1 - Диалоговое окно выбора формата чертежа

2 Настройка параметров оформления. Можно задать параметры для различных аспектов оформления. Параметры действуют только в отношении активного документа. Выбрать в меню пункты «Инструменты», «Параметры».

На вкладке «Свойства документа» (рисунок 5.2) при необходимости можно изменить параметры, выбрав соответствующие опции, представленные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Параметры настройки чертежей

Опция	Описание
Чертежный стандарт	Можно установить общий чертежный стандарт для оформления, а также переименовывать, копировать, удалять, экспортировать или загружать сохраненные чертежные стандарты, созданные пользователем
Примечания	Шрифты, приложения, незначащие нули и т. д.
Размеры	Выравнивание текста, выноски, стили стрелок и т. д.
Осевые линии / Указатели центра	Шрифты, параметры прорези и т. д.
DimXpert	Схемы нанесения размеров и параметров для фасок, прорезей и скруглений для использования с инструментом DimXpert
Таблицы	Различные объекты управления таблицами
Виды	Содержание и формат метки для видов «Местный», «Разрез» и «Вспомогательный»
Чертежные листы	Формат листов
Масштабная сетка	Отображение сетки, размещение и т. д.
Единицы измерения	У казание отображения единиц измерения
Стиль линии	Стиль и толщина линий для различных типов кромок в чертежном документе
Толщина линии	Установка значения толщины линий, которые наилучшим образом подходят для принтера или плоттера
Качество изображения	Разрешение режима «Скрыть невидимые линии» или «Невидимые линии отображаются»

3 Добавление модели и проекционных видов. Во вкладке «Расположение вида» панели инструментов «Чертеж» нажать на пиктограмму «Вид модели». Появится окно выбора модели или сборки для создания видов на чертеже (рисунок 5.3).

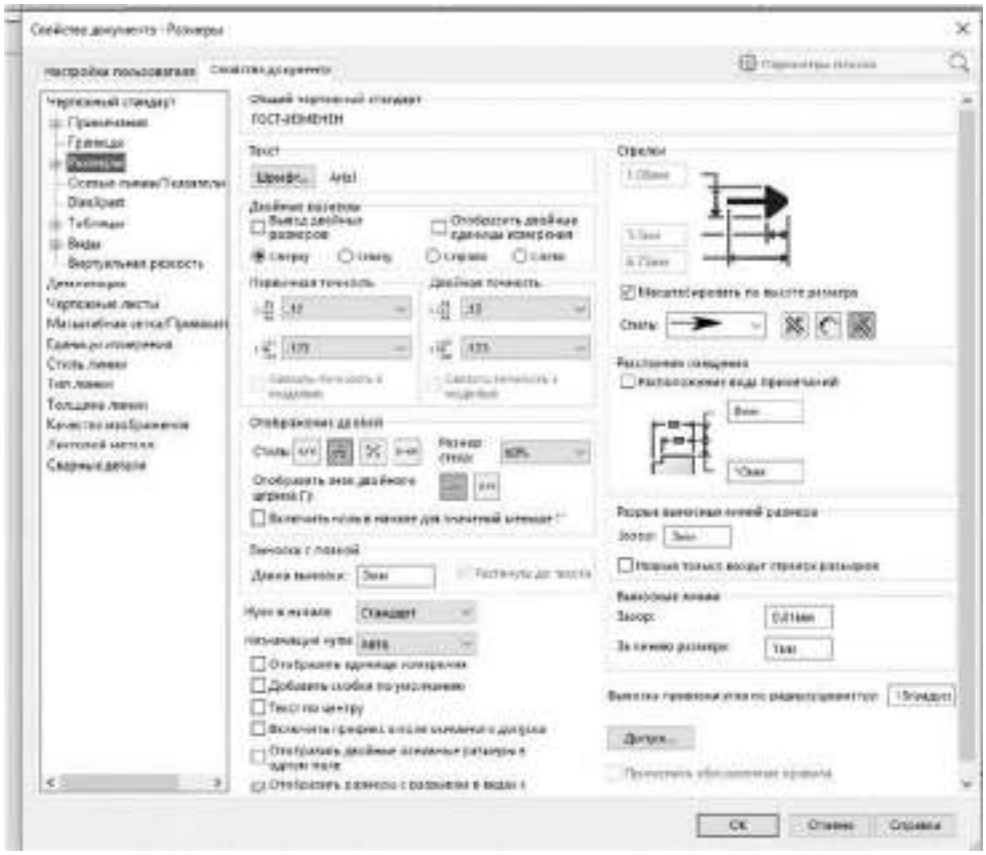
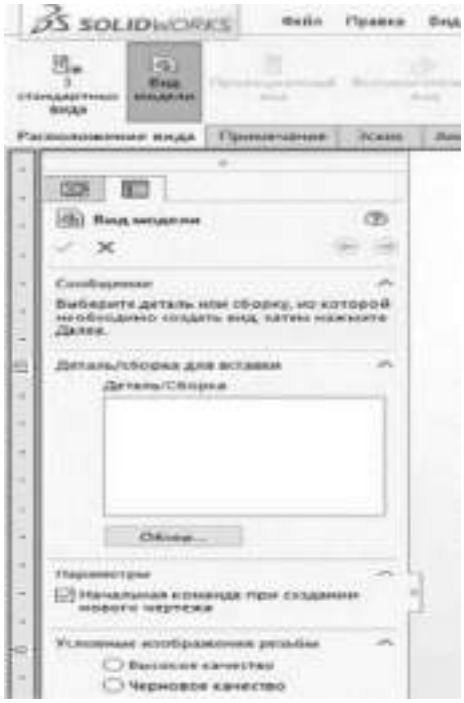


Рисунок 5.2 - Иллюстрация вкладки «Свойства документа»



Нажать кнопку «Обзор» и выбрать в открывшемся окне модель изделия, для которого создается чертеж. Нажать «Открыть».

Появится очертание вида и указатель, которым он перемещается (рисунок 5.4). По умолчанию первый вид это «вид спереди». Но его можно поменять, нажав левой кнопкой мышки на нужном виде и в параметрах чертежного вида изменить ориентацию детали на виде и нажать «ОК».

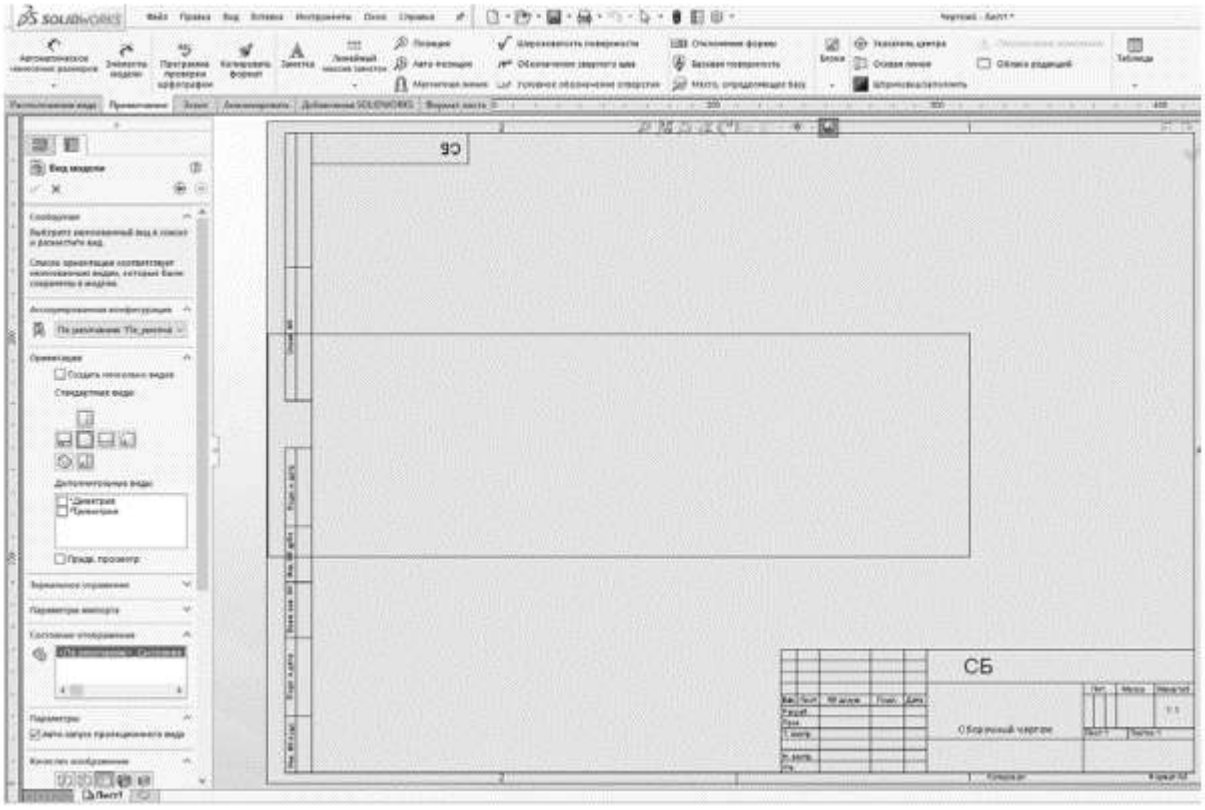


Рисунок 5.4 – Диалоговое окно выбора проекционных видов

Далее навести указатель на свободное поле чертежа и нажать левую кнопку мышки для установки позиции первого вида (главного) (рисунок 5.5).

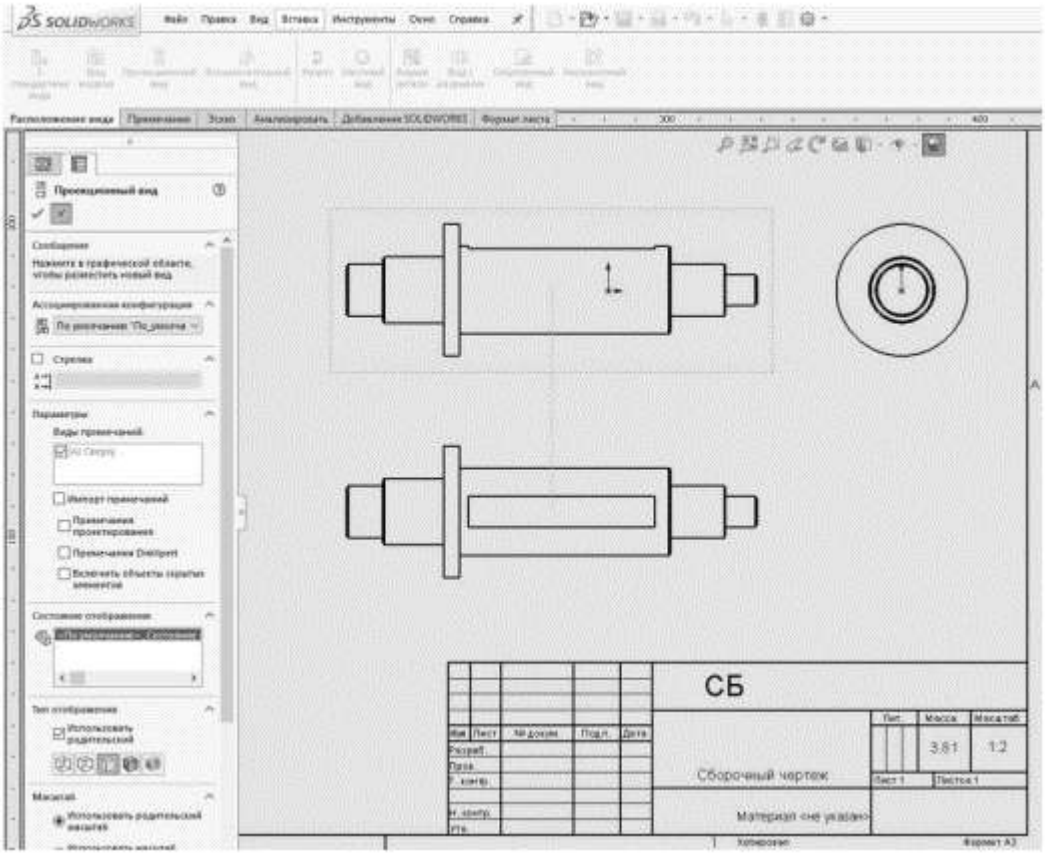


Рисунок 5.5 - Иллюстрация добавления проекционных видов

Добавить вид «Сверху» и вид «Сбоку». Для этого отвести указатель от основного вида вниз и нажать левую кнопку мышки, потом отвести указатель от основного вида вправо и нажать левую кнопку мышки. Нажать Esc и выйти из режима вставки чертежного вида.

На виде сверху сделать разрез. Для построения разреза нужно нажать на кнопку «Разрез» и нарисовать линию разреза на детали. Потом перетянуть вид разреза на свободное место чертежа (рисунок 5.6).

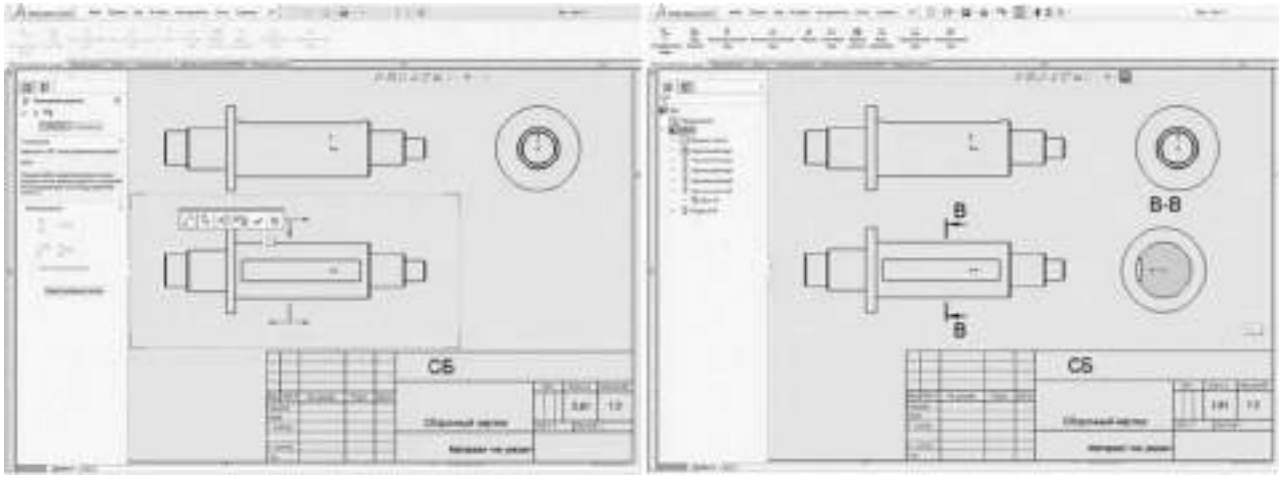


Рисунок 5.6 - Иллюстрация построения разреза

4 Простановка размеров. Для простановки размеров импортировать раз¬меры из эскизов детали и отредактировать. Для этого нажать кнопку «Элементы модели» на панели инструментов «Примечания» и отметить необходимые элементы модели для импорта в чертеж (рисунок 5.7). Далее нажать «ОК» и подправить в ручном режиме размещение размеров.

Для добавления необходимых размеров нажать кнопку «Автоматическое нанесение размеров» на панелях «Эскиз» или «Примечания» и навести указатель на кромку вида (она должна выделиться другим цветом), нажать левую кнопку мышки. Появится размер длины кромки. Далее отвести указатель в сторону и еще раз нажать левую кнопку мыши.

5 Редактирование основной надписи. Во вкладке «Формат листа» панели инструментов «Чертеж» нажать на пиктограмму «Редактировать основную надпись» или нажать правой кнопкой мыши в любом месте листа чертежа и выбрать «Редактировать основную надпись» (рисунок 5.8).

Для изменения шрифта, размера и стиля можно использовать панель инструментов «Шрифт». Если панель инструментов «Шрифт» не отображается, выбрать «Вид», «Панели инструментов», «Шрифт» (рисунок 5.9).

Внести необходимые изменения и нажать, чтобы сохранить изменения.

Для сохранения основной надписи, не перезаписывая стандартную основную надпись, выбрать «Файл», «Сохранить основную надпись». Перейти в каталог, в

котором будет сохранена основная надпись. Ввести имя файла и нажать «Сохранить».

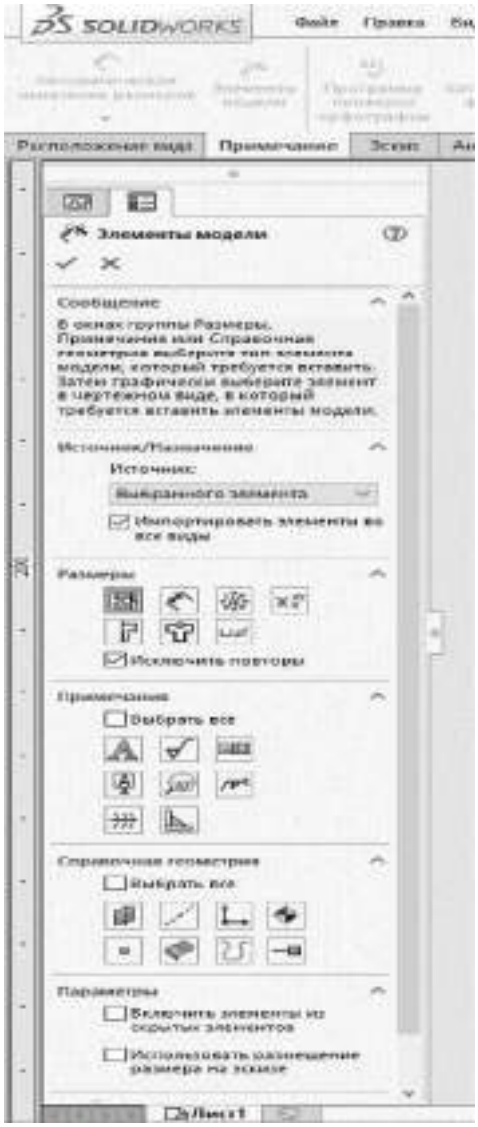


Рисунок 5.7 - Диалоговое окно выбора элементов модели для импорта в чертеж

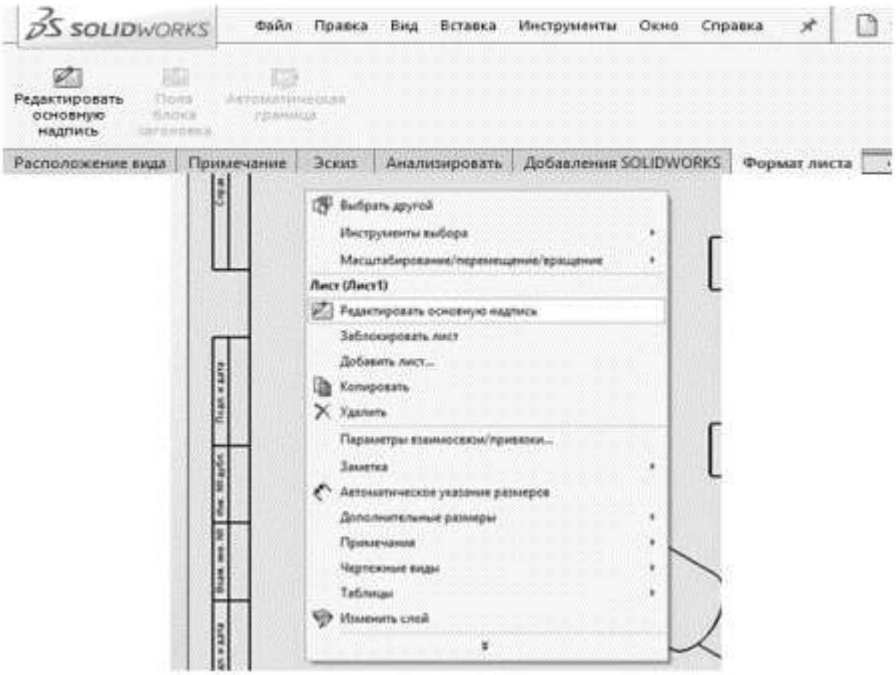


Рисунок 5.8 – Иллюстрация выбора режима редактирования основной надписи

Рисунок 5.9 – Форматирование основной надписи

Контрольные вопросы

1 Назовите принципы построения чертежей на основе трехмерных моделей.

2 Какие параметры чертежа можно редактировать в меню «вид»?

3 Что можно редактировать в параметрах разреза?

4 Назовите основные способы вставки элементов модели в чертеж.

5 Назовите основные этапы построения чертежей на основе трехмерных моделей.

Информационное обеспечение обучения
Основные печатные издания:

1. Брюханов, О. Н. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики : учебник / О. Н. Брюханов, В. И. Коробко, А. Т. Мелик-Аракелян. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 254 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-005354-7. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2129030

2. Быстрицкий, Г. Ф. Основы теплотехники и энергосиловое оборудование промышленных предприятий : учебник для среднего профессионального образования / Г. Ф. Быстрицкий. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 305 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-12281-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/518440-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/1896828.

Приложение 2.1.16
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

ОП.11 «ОСНОВЫ МЕХАТРОНИКИ»

2025

Оглавление

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Мехатронные системы и робототехника. Классификация и особенности 4

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. Параллельные и движущиеся роботы. Принципы действия, структурные схемы и кинематика 11

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3. Принципы уравновешивания звеньев манипуляторов 18

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4. Кинематический анализ промышленных роботов 22

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5. Рабочие органы промышленных роботов. Схемы конструкций, кинематика рабочих органов 29

Информационное обеспечение обучения 42

Пояснительная записка

Методические рекомендации по выполнению практических и лабораторных работ составлены в соответствии с программой по профессиональному модулю ОП.11 «Основы мехатроники» по профессии среднего профессионального образования 15.02.09 Аддитивные технологии

Выполнение практических и лабораторных работ по профессиональному модулю ОП.11 «Основы мехатроники» по профессии 15.02.09 Аддитивные технологии является результатом освоения ОПОП-П, соответствующим требованиям ФГОС СПО, а также отвечающим запросам организаций, действующих в реальном секторе экономики.

При выполнении практических и лабораторных работ основными задачами являются:

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2) выработка практических навыков самостоятельной работы;
3) подготовка обучающихся к будущей практической работе.

Целью выполняемых работ является получение умений и знаний, которые необходимы обучающемуся для овладения им соответствующего вида профессиональной деятельности.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1.
Мехатронные системы и робототехника. Классификация и особенности

(Время выполнения работы - 4 часа)

Цель работы: Изучение особенностей и классификации промышленных роботов. **Задачи практической работы** заключаются в изучении и освоении материала:

1. Исторические и технические аспекты появления промышленной робототехники.
2. Современная классификация промышленных роботов (поколения промышленных роботов).
3. Основные термины и определения, характеристики и классификация ПР.
4. Структура ПР.

1.1 Исторические и технические аспекты появления промышленной робототехники

Идеи создания "механических" людей возродились в начале 20 века. Это состоялось на основе появления электротехники, электроники и литературы. Слово "РОБОТ" впервые появилось в произведении "R.U.R." чешского писателя Карла Чапека (1920) . Позже Айзек Айзимов (известный американский писатель - фантаст) сформулировал законы робототехники в одном из своих романов:

1. Робот не может причинить человеку вред.
2. Робот должен повиноваться всем приказам человека, кроме "случаев", когда они противоречат закону 1.
3. Робот должен заботится о своей безопасности, кроме случаев 1 и 2.

В 1927г. американский инженер Д.Венсли построил управляемый с помощью свистка автомат "Телевокс". Он мог выполнять ряд операций и произносить фразы.

В 40 -х - 50-х годах были разработаны механические манипуляторы для проведения различных механических операций в ходе обслуживания, например, атомных электростанций. Это были копирующие манипуляторы. Ими управлял оператор посредством джойстика. Оператор находился в зоне защиты от вредного излучения.

Первый промышленный робот (ПР) появился в 1961г. в США. Он был изготовлен корпорацией "Unimation". В 1963г. появляются роботы фирмы "American Machine and Foundy Company (AMF)". Роботы использовались в автомобильной промышленности ("Форд", "Дженерал моторс", "Дженерал Электрик"). В 1967г. начат выпуск роботов в Англии по лицензии США, в 1968

- в Швеции и Японии, в 1971 - 1973г. - в ФРГ, Франции, Италии. В 1975г. было произведено 8500 ПР. В 1990г. - 103000.

Сейчас производством роботов в мире заняты около 200 фирм (Япония (70), Западная Европа (90), США - (30)), которые выпускают более 250 марок ПР [3].

Сейчас принято разделение роботов на 3 поколения.

Первое поколение - ПР. Это автоматические устройства, оснащенные одной или несколькими руками. Движение руки робота осуществляется по нескольким управляемым координатам (2-8) с заданной скоростью и необходимой точностью. Оператор может перепрограммировать движения робота (рис. 1.1.). После этого робот однообразно выполняет движения по жесткой программе. Такие роботы не имеют датчиков обратной связи и не могут реагировать на изменения внешней среды. Предполагается, что внешняя среда детерминирована и постоянна. Программирование движений осуществляется методом обучения. Программа предусматривает запись всех движений манипулятора.

ПР применяются для автоматизации транспортных, вспомогательных и некоторых технологических операций в условиях мелкосерийного и серийного производств.

Второе поколение - адаптивные роботы.

Адаптивные роботы - это роботы, управляемые устройством адаптивного управления. Эти роботы могут реагировать на изменения внешней среды. Роботы оснащены датчиками обратной связи. Область применения роботов расширена (по сравнению с роботами первого поколения) за счет возможности корректировать программу в зависимости от изменений внешней среды. Манипуляторы (механическая часть) роботов не имеют существенного отличия от роботов первого поколения. Структурная схема робота приведена на рисунке 1.2.

Область применения роботов - технологические процессы без строго организованной окружающей среды (разная ориентация деталей), изменяющаяся номенклатура деталей.

Третье поколение - роботы с искусственным интеллектом.

Задание на работу роботу вводится в более общей форме. Робот планирует свои действия в неопределенной и меняющейся обстановке.

Робот действует аналогично человеку, который понял поставленную задачу, проанализировал окружающую среду и знает, какие движения необходимо сделать для выполнения задачи. Структура робота приведена на рис.1.3.

Область применения роботов: космос; исследование океанских глубин;

поверхности планет, зоны высокой радиации; а также сложные сборочные операции, процессы с риском травматизма.

1.2 Основные термины и классификация промышленных роботов

1.2.1Термины и определения

Манипулятор - это управляемое устройство для выполнения двигательных функций при перемещении объектов в пространстве, оснащенное рабочим органом.

Манипулятор с ручным управлением - манипулятор, управление которым осуществляет оператор.

Сбалансированный манипулятор - манипулятор, содержащий систему уравно-вешивания устройства рабочего органа.

Автооператор - автоматическая машина, состоящая из исполнительного устройства - манипулятора и устройства передвижения.

Промышленный робот - автоматическая машина, состоящая из манипулятора и устройства программного управления для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций.

Адаптивный промышленный робот (АПР) - промышленный робот, управляемый устройством адаптивного управления.

Исполнительное устройство промышленного робота - устройство, выполняющее все двигательные функции робота.

Рабочий орган робота - часть исполнительного устройства ПР для выполнения технологических и вспомогательных операций.

Рис. 1.1. Структура программного робота (первое поколение)

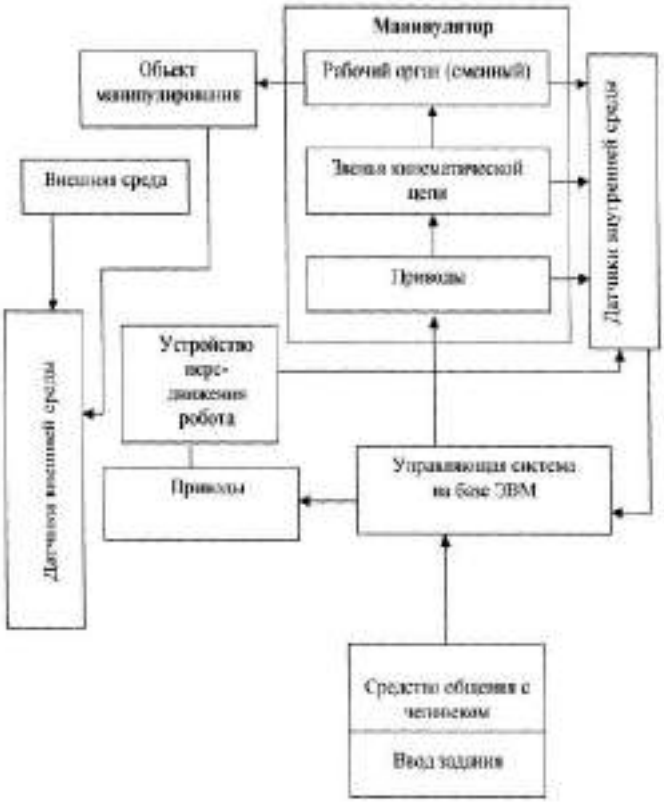


Рис 1.2. Структура адаптивного робота (второе поколение)

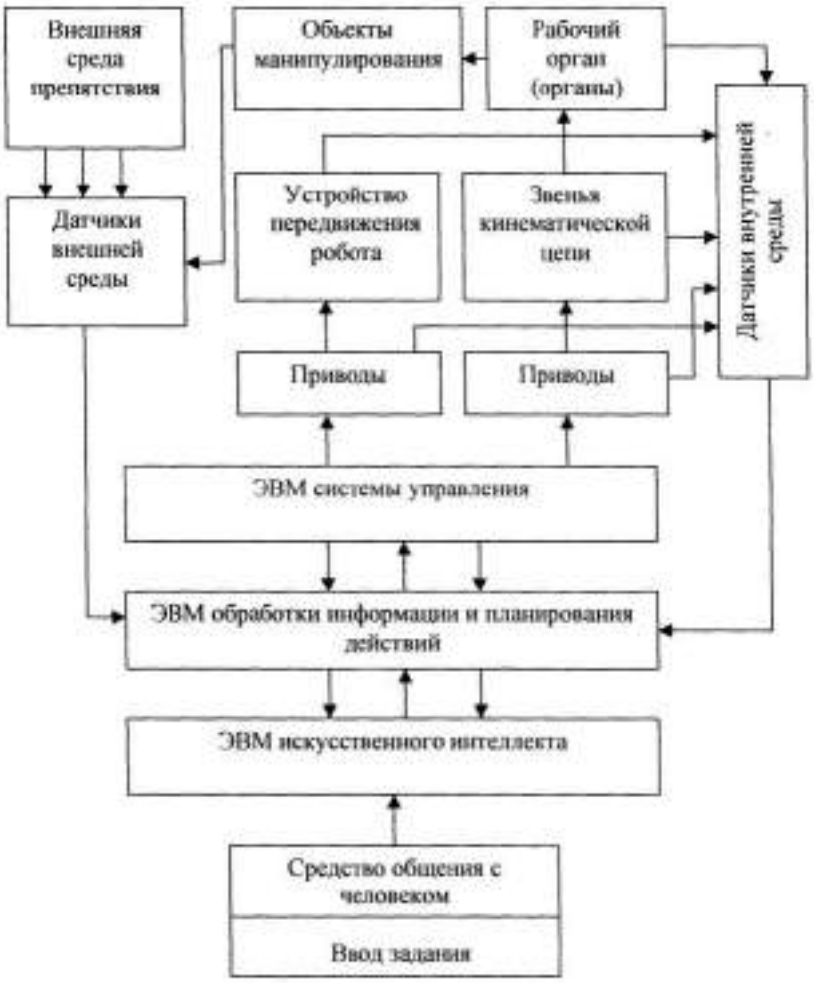


Рис 1.3. Структура интеллектуального робота (третье поколение)

1.3. Характеристики промышленного робота

Номинальная грузоподъемность манипулятора - наибольшее значение массы предметов производства (включая массу захватного устройства) при которой гарантируется их удержание и обеспечение значений эксплуатационных характеристик.

Рабочее пространство манипулятора - пространство, в котором может находиться исполнительное устройство при работе манипулятора.

Рабочая зона манипулятора - пространство, в котором может находиться рабочий орган при функционировании манипулятора.

Зона обслуживания - пространство, в котором рабочий орган выполняет свои функции в соответствии с назначением манипулятора.

Число степеней подвижности робота - сумма возможных координатных движений объекта манипулирования относительно опорной системы.

Погрешность позиционирования рабочего органа - отклонение положения рабочего органа манипулятора от заданного программой.

Мобильность робота - определяется возможностью совершать движения.

1.4. Классификация промышленных роботов

Промышленные роботы классифицируют по признакам [5,6,7]:
•специализация;
•грузоподъемность;
•число степеней подвижности;
•возможность передвижения;
•способ установки на рабочем месте;
•вид системы координат;
•вид привода;
•вид управления;
•способ программирования;
•количество манипуляторов;

По специализации ПР подразделяют на специальные, специализированные, универсальные.

По характеру выполняемых операций в технологических процессах (ТП):

•технологические ПР, выполняющие основные операции ТП (сварка, окраска, сборка)

•вспомогательные ПР, выполняющие действия типа "взять-положить". Такие роботы применяются для обслуживания оборудования, автоматизации вспомогательных операций, транспортно-складских операций. •универсальные ПР, выполняющие основные и вспомогательные функции. По грузоподъемности ПР подразделяют на:

- сверхлегкие - номинальной грузоподъемностью до 1 кг;
- легкие- 1—10кг;
- средние - 10-200 кг;
- тяжелые - 200-1000 кг;
- сверхтяжелые- более 1000 кг;

По типу подвижности ПР делят на:

- роботы с 2 степенями подвижности;

- роботы с 3 степенями подвижности;
- роботы с 4 степенями подвижности;
- со степенями подвижности более 4.

По возможности передвижения:
- стационарные;
- подвижные.

По виду систем координат ПР, работающих в:
- прямоугольной декартовой системе координат;
- цилиндрической декартовой системе координат;
- сферической;
- угловой;
- других системах координат.

По виду привода ПР делятся на роботы с:
- электромеханическими приводами;
- гидравлическими;
- пневматическими;
- комбинированными.

По виду управления ПР подразделяется на роботы с:
- программным управлением (цикловым, позиционным, контурным);
- адаптивным управлением (позиционным и контурным).

По способу программирования ПР делят на роботы с:
- программируемым обучением;
- роботы, программируемые аналитически.

По количеству манипуляторов:
- с 1 манипулятором;
- с 2 манипуляторами;
- число манипуляторов более 2.

По способу размещения:
- напольные;
- подвесные;
- встраиваемые в другое оборудование.

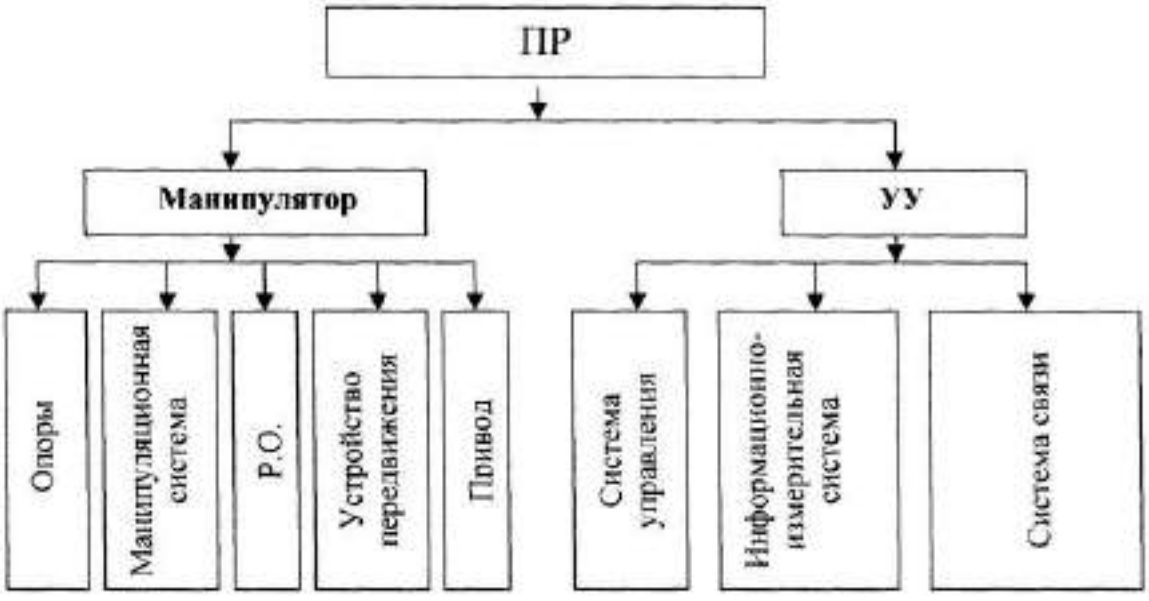


Рис.1.4 - Структура ПР

1.5. Составные части промышленного робота

Робот состоит из манипулятора (механическая часть) и устройства управления (электронная часть). Стоимость устройства управления (УУ) около 60% от стоимости робота.

Общая структурная схема приведена на рис. 1.4.

1.6 Контрольные вопросы

1. История и предпосылки появления автоматизированного производства
2. Исторические этапы развития робототехники
3. Особенности роботов 1-3 поколений .
4. Пояснить смысл понятий: манипулятор, сбалансированный манипулятор, автооператор .
5. Пояснить смысл понятий: промышленный робот (ПР), ПР с ЧПУ, адаптивный ПР.
6. Дать классификацию ПР.
7. Составные части и конструкция ПР.
8. Основные технические характеристики ПР.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2.
Параллельные и движущиеся роботы. Принципы действия, структурные схемы и кинематика

(Время выполнения работы - 4 часа)

Цель работы: изучить конструктивные особенности параллельных и движущихся роботов.

Задачи работы:

1. Ознакомление с конструктивными особенностями, структурными схемами параллельных роботов
2. Ознакомление с конструктивными особенностями, структурными схемами перемещающихся роботов.

2.1 Параллельные роботы

Параллельные роботы являются одной из современных разновидностей манипуляторов.

Классические структуры роботов копируют структуру и кинематику движения руки человека. Они имеют ряд достоинств: небольшая величина рабочего пространства; гибкость элементов ПР, позволяющая осуществлять сложные движения; возможность различного исполнения.

Однако, для определенных условий производства появилась необходимость в ПР, имеющих более высокие показатели кинематических характеристик (скорость движения и ускорение перемещения); точности позиционирования; отношения массы перемещаемых грузов к массе ПР; а также наиболее простую кинематику и приводные механизмы.

Это обусловило появление (в конце 40-х) и производство (в конце 80-х годов) «параллельных» роботов. Кинематика этих роботов основана на анализе кинематики движений и условий равновесия тел животных, имеющих несколько лап, точно определяющих положение тела относительно окружающей среды.

Параллельные роботы (в отличии от серийных) имеют большее количество кинематических связей между основанием ПР и его управляемой платформой рис.2.1.

Преимущества параллельных роботов:

- Высокие кинематические характеристики (скорость перемещения, ускорения, достигающие 22 g);
- Возможность упрощения кинематической цепи и исключения передаточных механизмов из привода;
- Высокая точность позиционирования (до 0,01 мм) при использовании высоких скоростей перемещения управляемой рабочей площадки;
- Идентичность конструкций параллельных кинематических пар.

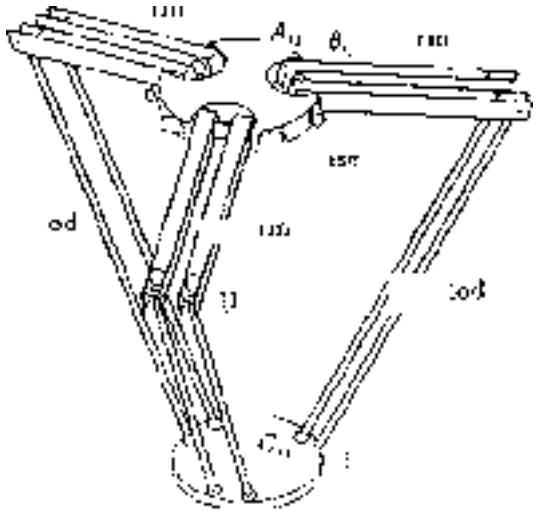


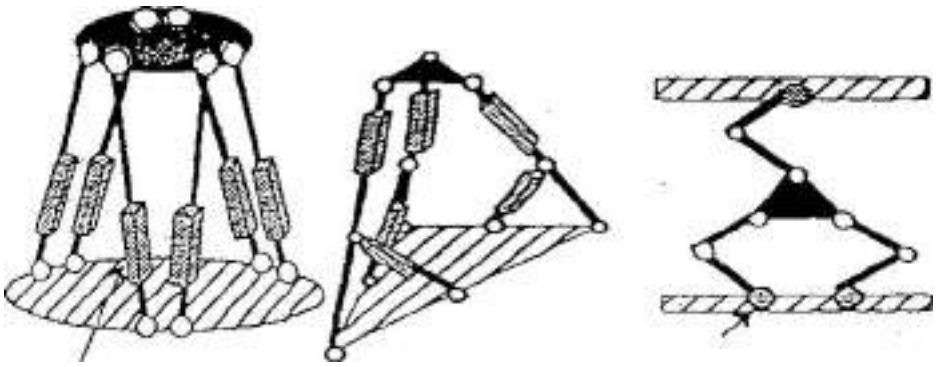
Рис. 2.1 Кинематическая схема параллельного робота «Гекса»

Недостатки параллельных роботов:

- Ограничение возможности подхода рабочего органа к труднодоступным элементам объекта;
- Увеличенная площадь размещения робота;
- Необходимость в сложных расчетах «обратных» задач кинематики движений.

Количество параллельных структур (имеющееся в настоящее время) можно разделить на три класса, рис.2.2:

1. Полностью параллельные с приводом поступательного типа;
2. Полностью параллельные с приводом вращательного типа;
3. Смешанные.



а) б) в)

Рис.2.2 Основные виды параллельных структур: а) полностью параллельные с приводом поступательного движения, б) смешанные, в) полностью параллельные с приводом вращательного движения.

Примером таких роботов может служить робот «Дельта» (серийно выпускаемый с 1988г.), рис.2.3. Он выполнен из сверхлегких металлов и синтетических материалов, имеет значительную резонансную частоту (около 100 Гц), низкий коэффициент трения в сочленениях и простоту конструкции.

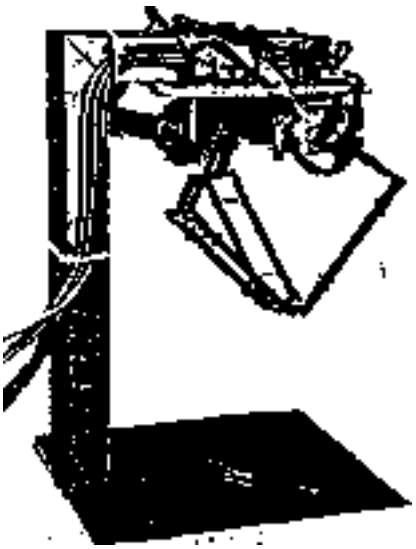


Рис. 2.3 Вид робота «Дельта»

Кинематика робота приведена на рис. 2.4. Роботы «Ария», «Рекса» и «Г екса» имеют аналогичную кинематическую схему.

На рис. 2.5 приведена схема конструкции параллельного робота для микромонтажа (например, для установки нити стекловолокна в микросхему сенсора). Робот снабжен пассивным сочленением кинематических звеньев с приводами и рабочей платформой. Это позволяет повысить точность позиционирования схвата (микрогейфера). В качестве привода робота могут быть использованы гидро-, пневмо- и электромеханический приводы. Конструкции параллельных роботов могут использовать интегрированные элементы памяти формы положения кинематических звеньев

Конструкции роботов могут использовать устройства передвижения (от наземных колесных и гусеничных до предназначенных для передвижения в воде, глубинах земли, в воздухе и космосе). Для перемещения роботов по пересеченной местности разработаны разнообразные конструкции механизмов, например на гусеничном ходу. Устройство имеет рамную конструкцию, содержащую замкнутую траковую цепь. Цепь находится в контакте с 2 ведущими зубчатыми колесами. Конструкция имеет колесо, которое может изменять свое положение в пространстве благодаря двухзвенному рычажному механизму. Такая конструкция устройства позволяет преодолевать препятствия без дополнительных приспособлений.

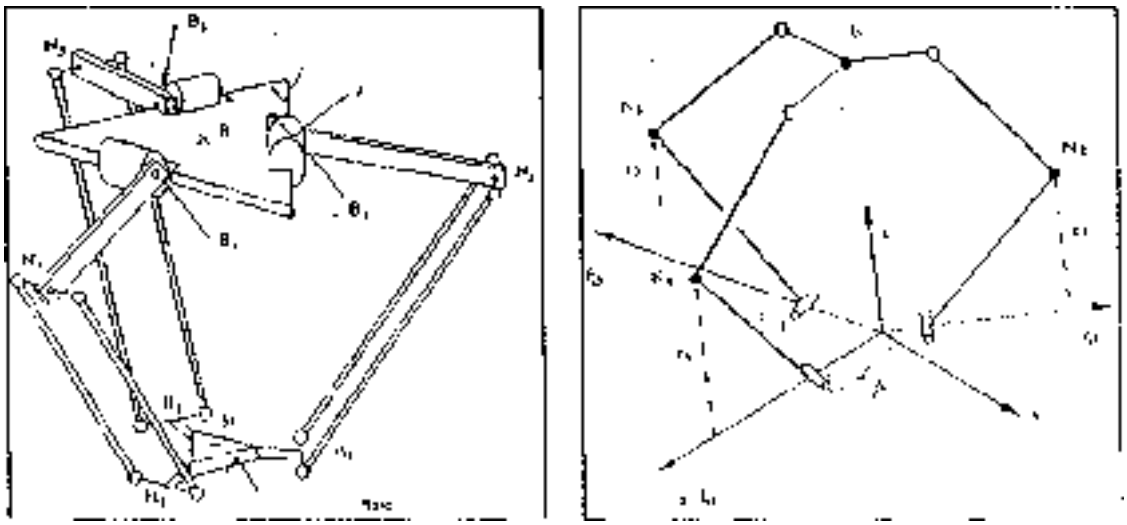


Рис.2.4 Кинематическая и структурная схемы ПР «Дельта»

2.2 Перемещающиеся роботы

В настоящее время ведутся разработки шагающих роботов (которые начаты в конце 60-х в университете штата Огайо (США)). Такие роботы могут использоваться при авариях на АЭС, химическом производстве, для выполнения планетарных миссий. Шагающие роботы являются более сложными мехатронными системами (по сравнению с катящимися устройствами передвижения), поскольку в них решается ряд задач: координация движения органов передвижения, обработка сигналов сенсоров двигательной системы, использование экономичных приводных систем и компактных и энергоемких источников питания планирование движений, статическая и динамическая устойчивость, выбор точек опоры.

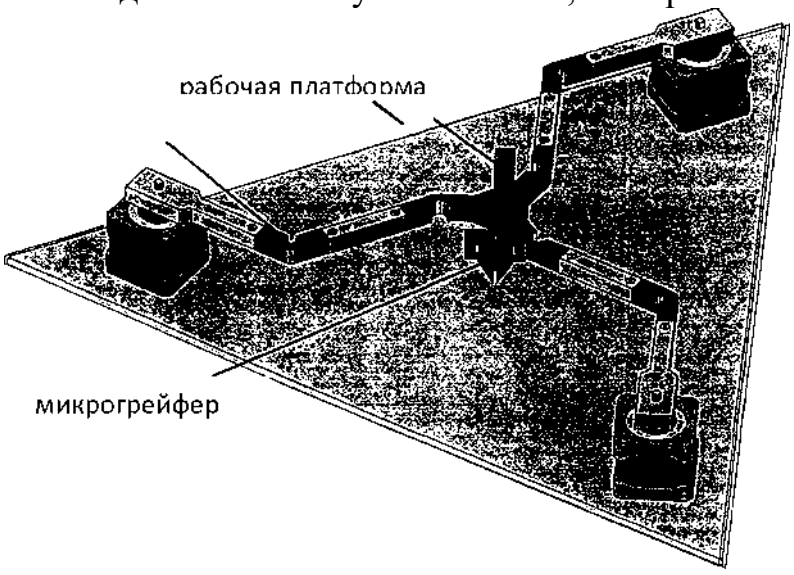


Рис.2.5 Схема конструкции параллельного робота - микрогрейфера

Так, например, роботы «Маг» и «Катарина», рис.2.7, снабжены специальной платформой с видеодатчиками и сложной адаптивной системой регулирования и координации движения ног. Система состоит из приводных электродвигателей с редукторами, трехкомпонентными сенсорами для измерения усилий, рис.2.8, индивидуального контроллера и центрального процессорного устройства управления.

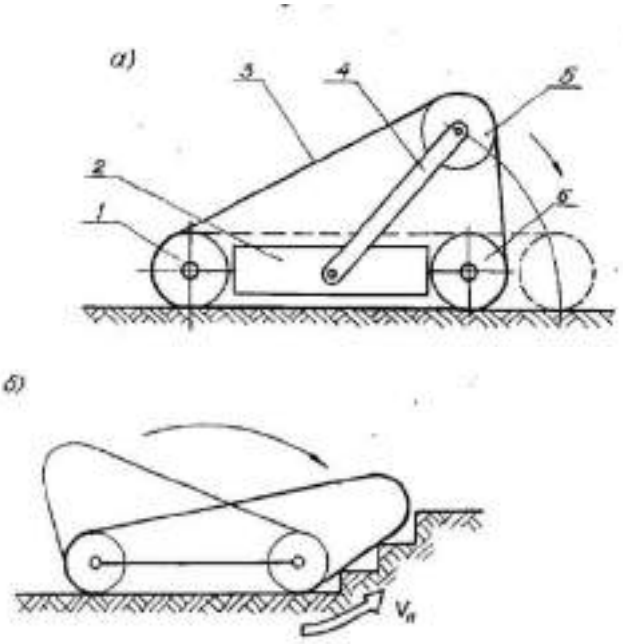


Рис 2.6 Вид самоходной тележки робота

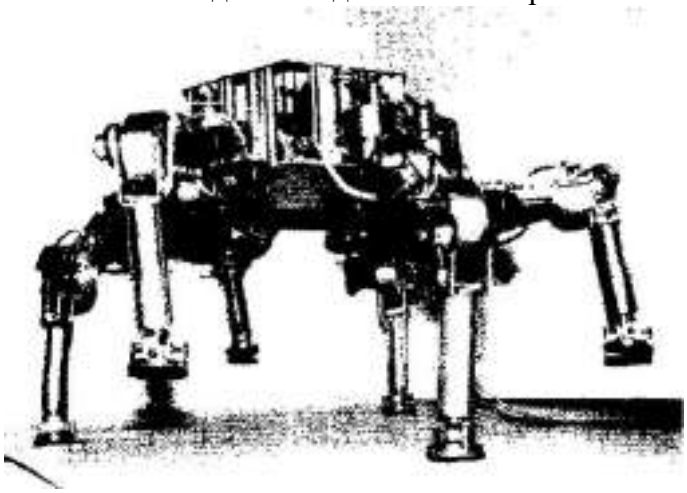


Рис.2.7 Вид шагающего робота «КАТАРИНА»

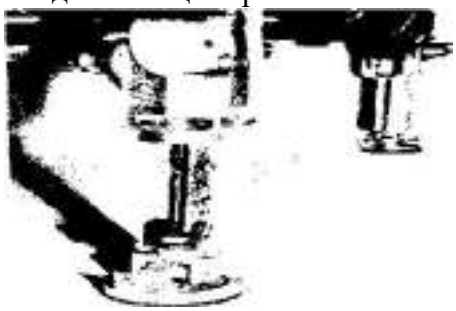


Рис.2.8 Вид ноги робота

Основные технические характеристики робота «Маг»: Полная масса робота - 21 кг, габариты ноги - 405 мм, масса ноги - 2,8 кг, масса перемещаемого груза - 5 кг, максимальная потребляемая мощность - 130 Вт, максимальная скорость перемещения - 0,4 км/ч.

На рис.2.9 приведена структурная схема робота.

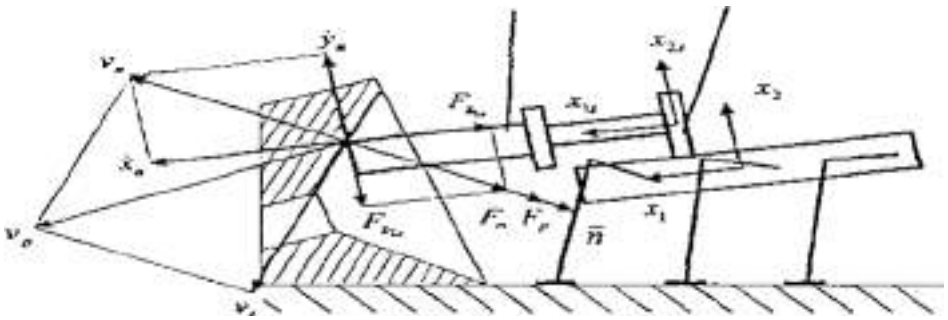


Рис.2.9 Структурная схема робота

Разновидность шагающего робота приведена на рис.2.10. Привод робота (в отличии от предыдущего) осуществляется элементами поступательного действия. Робот имеет специфическую структурную схему ноги, рис.2.11. Это позволяет роботу передвигаться даже по лестничному маршу.

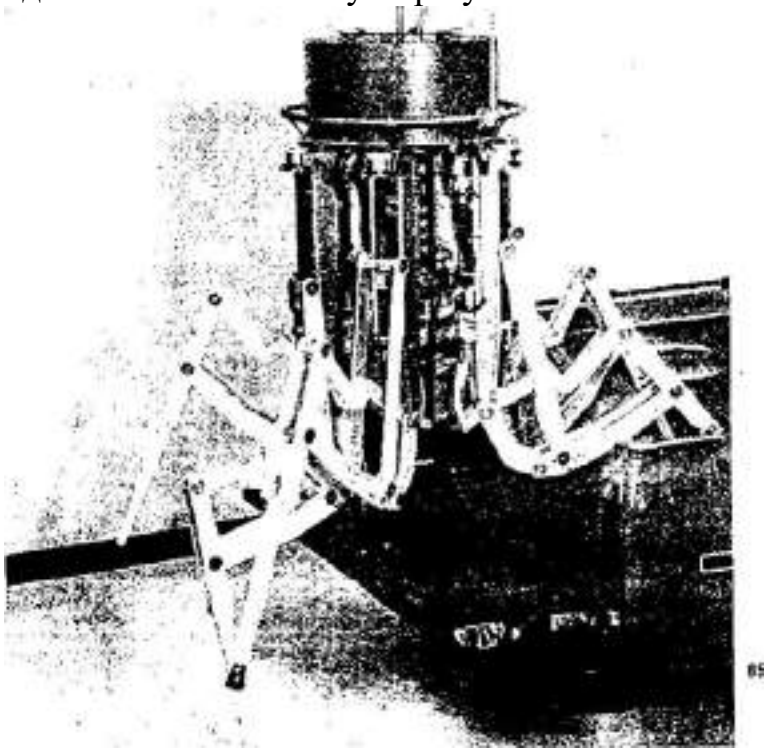


Рис. 2.10 Вид шагающего робота Одекс - 1

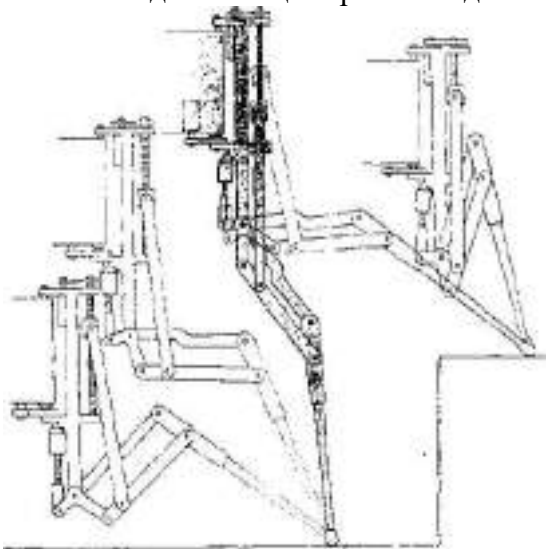


Рис. 2.12 Кинематическая схема и схема движения ноги робота

2.3 Контрольные вопросы

1. Классификация параллельных роботов
2. Структурные схемы параллельных роботов.
3. Достоинства и недостатки параллельных роботов.
4. Использование параллельных роботов.
5. Перемещающиеся роботы.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3.
Принципы уравновешивания звеньев манипуляторов

(Время выполнения работы - 4 часа)

Цель работы: Изучение принципов уравновешивания звеньев манипуляторов

Задачи работы:

1. Изучение принципов уравновешивания подвижных звеньев манипуляторов.
2. Статическое уравновешивание манипуляторов.
3. Динамическое уравновешивание манипуляторов.
4. Кинематические схемы статического уравновешивания манипуляторов.

3 Принципы уравновешивания подвижных звеньев манипуляторов

Уравновешивание манипуляторов имеет большое значение для улучшения функционирования роботов. Однако, введение дополнительных механизмов уравновешивания ведет к усложнению конструкции робота, повышает металлоемкость и инерционность, приводит к дополнительным нагрузкам в элементах конструкции.

Системы уравновешивания разделяются на активные и пассивные.

Активные системы уравновешивания используют основной или дополнительный приводы, а также информацию о положении системы. Эти системы осуществляют более точное уравновешивание, но они применяются редко (ввиду их сложности). Пассивные системы используют неуправляемые источники энергии: гравитационное поле, силы упругости, сжатый газ [3].

Системы уравновешивания роботов разнообразны, как по принципу действия, так и по конструктивным особенностям. Однако, они подразделяются на две группы:

- статическое уравновешивание;
- динамическая развязка движений.

3.1 Статическое уравновешивание манипуляторов

Предназначено для разгрузки приводов от статических нагрузок, таких как силы тяжести звеньев и перемещаемого объекта. Уравновешивание статических нагрузок в роботах осуществляется с помощью пружин, противовесов, путем распределения масс или непосредственно приводами робота.

Рассмотрим основные принципы статического уравновешивания промышленных роботов.

Подвижное звено ОА (рис. 3.1), вращается в вертикальной плоскости вокруг точки С. Сила тяжести P=mg (где m-масса звена ОА) создает относительно оси вращения момент

M=P* 1* sina,

где 1=ОС , а а-угол поворота звена относительно вертикальной оси ОУ Для полного уравновешивания звена приложим такой же уравновешивающий момент Му противоположного направления. Это решим при помощи противовеса D,

установленного на продолжении звена ОА (рис. 3.2). Масса противовеса mi определяется из соотношения

m1=m*ОС/ОД.

Если ОС>ОД, то масса противовеса превышает массу звена, в результате металлоемкость конструкции и ее инерционность значительно возрастают. Несмотря на простоту такого решения, уравновешивание с помощью противовесов применяется сравнительно редко.

Способ уравновешивания с помощью пружин характеризуется простотой конструктивного воплощения без значительного увеличения массы робота. Однако, при таком способе уравновешивания затрудняется полное уравновешивание подвижных звеньев робота. Так, например, пружина ВД устанавливается между стойкой и звеном ОА (рис. 3.2). Точка Д крепления пружины к стойке смещена на угол у относительно вертикали. Положение подвижного звена ОА характеризуется углом а. Жесткость пружины С, ее начальная длина do, расстояния ОД=а и 0В=Ь выбираются из условия минимального значения неуравновешенного момента Мну во всем диапазоне изменения угла а:

$$M_{ну}=c*a*b(1-d_0/d)\sin((\alpha+\gamma)-P*1*\sin\alpha,$$

где Р-сила тяжести подвижного звена ОА;

1 - расстояние от оси О до центра тяжести звена ОА вдоль его оси;

$$d = ДВ = \sqrt{a^2+b^2-2ab\cos(\alpha+\gamma)}$$

где d - текущая длина пружины.

Плечо действия восстанавливающей силы пружины h относительно точки О равно:

$$h=a*b*\sin(\alpha+\gamma)/d$$

Задача решается численными методами путем перебора вариантов при условии минимума или максимума $M_{ну}$ или суммы

$$S=\sum_{i=1}^{n} M_{nyi}^2$$

где i - число точек разбиения интервала изменения угла а.

Все механизмы уравновешивания, использующие в качестве силового элемента пружину с линейной характеристикой, могут быть разделены на две группы. К первой относятся те, в которых требуемый закон изменения уравновешивающего момента обеспечивается геометрией расположения упругого элемента и соответствующим выбором её жесткости (рис.3.1). В механизмах второй группы уравновешивающий момент создается введением промежуточного звена: зубчатой пары, кулисы, кулачка и т. д.(рис.3.3).

Для создания уравновешивающего момента, пропорционального синусу угла отклонения звена ОА от вертикали, в механизмах первой группы необходимо, чтобы деформация пружины была равной расстоянию ВД, а жесткость пружины определялась выражением

C=P* l/(ОВ ОД)

В этом случае момент силы упругости My пружины относительно точки О равен (рис. 3.3)

$$M_y = F\ h = C * ВД * h = P * l * ВД * h/(ОВ * ОД),$$

где h- плечо силы F относительно точки О.

Но $ВД * h = 2\ S_{ОВД} = ОВ * ОД \sin\alpha.$

Тогда $M_y = P * l * \sin\alpha.$

В схемах (а) и (е) (рис. 3.3) использованы гибкий элемент (трос) и пружины с мягкими характеристиками, работающими в режиме растяжения. В остальных схемах применены пружины сжатия с малыми деформациями и большими усилиями. В схемах (в - е) использованы вспомогательные элементы зубчатых пар с передаточным отношением 2:1, кулиса, у которой ОД=ОВ, кулачок с радиусом кривизны r=f(a), предназначенные для обеспечения деформации пружины, пропорциональной синусу половинного угла отклонения звена ОА от вертикали.

Статическое уравновешивание сил тяжести звеньев и объекта может быть достигнуто как с помощью противовесов, так и рациональным распределением масс звеньев манипулятора. Противовесы увеличивают массу системы и её инерционность, что не всегда допустимо. Поэтому рациональнее размещать массу звеньев, редукторов и двигателей, таким образом, чтобы выполнялось условие статического равновесия. Положение статического равновесия будет достигнуто, если потенциальная энергия системы во всех ее положениях в пространстве не будет зависеть от обобщенных координат.

Так как при учёте лишь сил тяжести потенциальная энергия зависит только от координат Z (по вертикали) центров масс звеньев и груза, то условие статически уравновешенной системы запишется в виде:

$$\Pi_1 = \sum_{i=1}^{n} P_i Z_i = g \sum_{i=1}^{n} m_i Z_i = 0\ ,$$

где Pi - вес i-го звена или груза;

Zi - координата Z центра масс звеньев или груза;

mi - масса i-го звена или груза;

g - ускорение свободного

падения.

Исследования показывают, что для манипулятора с поступательными парами уравновешивание путем введения дополнительных масс не может быть достигнуто.

Для манипулятора с вращательными парами уравновешивание может быть достигнуто, если будет обеспечено уравновешивание каждого звена относительно своей оси вращения, т.е^=0.

3.2 Динамическое уравновешивание системы

Наряду со статическим уравновешиванием для быстродействующих манипуляторов необходимо решать задачу и динамического уравновешивания системы. Воспользуемся выражением кинетической энергии. Рассмотрим

двухзвенный манипулятор, содержащий две параллельные вращательные кинематические пары. Кинетическая энергия первого и второго звеньев записывается в виде:

$$K_1 = 0{,}5\left(m_1 r_1^2 + J_1\right)\dot{\varphi}_1^2;$$
$$K_2 = 0{,}5\left(m_2 r_2^2 + J_2\right)\left(\dot{\varphi}_1 + \dot{\varphi}_2\right) + m_2 l_1 r_2 \dot{\varphi}_1\left(\dot{\varphi}_1 + \dot{\varphi}_2\right)\cos\varphi_2 ,$$

где mi, m2 - масса звена С1 и С2 манипулятора;

Ji, J2 - момент инерции звеньев С1 и С2 манипулятора;

г1, г2 - расстояние от осей шарниров до центров масс звеньев С1 и С2;

l1, l2 - длины звеньев С1 и С2 манипулятора;

ф1,ф1,ф2 Ф2 - углы поворота и скорости звеньев С1 и С2 в глобальной неподвижной системе координат.

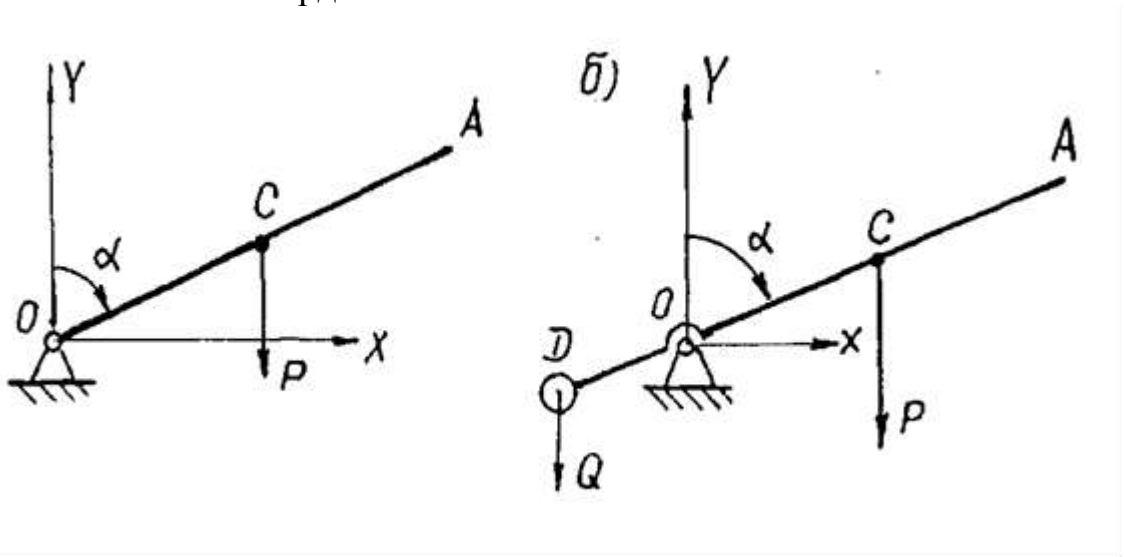


Рис. 3.1 Принцип уравновешивания звеньев противовесом.

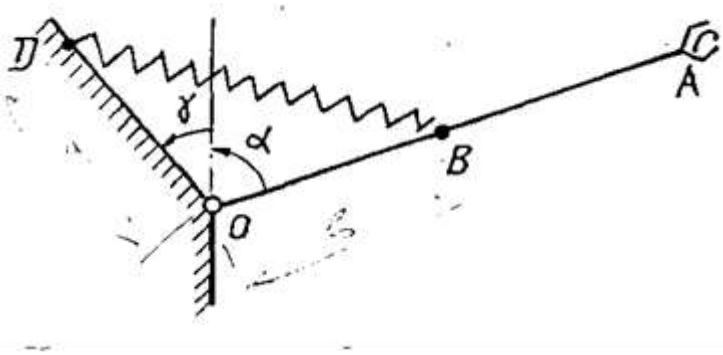


Рис. 3.2 Схема пружинного уравновешивающего механизма.

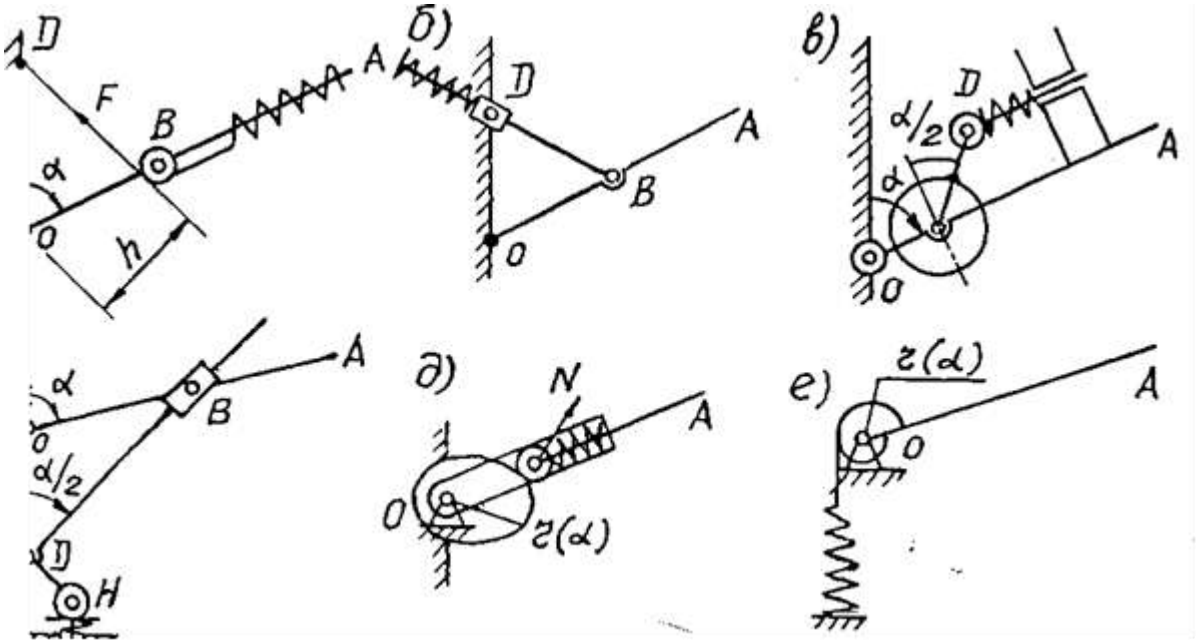


Рис. 3.3 Варианты пружинных уравновешивающих механизмов.

Общая кинетическая энергия манипулятора К равна сумме кинетических энергий К1 и К2.

Для развязки динамического взаимовлияния движений по степеням подвижности необходимо, чтобы коэффициенты при

$\dot{\varphi}_1^2, (\dot{\varphi}_1 + \dot{\varphi}_2)^2$ и $(\dot{\varphi}_1 + \dot{\varphi}_2)$

были сведены к нулю. Это не всегда достижимо, но к этому нужно стремиться. Для первого звена это достижимо при ri=0. Для второго звена влияние динамических нагрузок существенно устраняется при Г2=0. Таким образом, и для первого, и для второго звеньев центр их масс должен совпадать с осью соответствующей вращательной пары. Это может быть реализовано в процессе конструирования, прежде всего перераспределением массы самих звеньев, их приводов и передаточных механизмов относительно осей их шарниров.

3 Вопросы для контроля

1. Для чего используется уравновешивание роботов?
2. Как подразделяются системы уравновешивания звеньев манипулятора?
3. Для чего предназначено статическое уравновешивание манипуляторов?
4. Для чего предназначено динамическое уравновешивание манипуляторов?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4.
Кинематический анализ промышленных роботов

(Время выполнения работы - 4 часа)

Цель работы: приобретение знаний и умений проведения кинематичского анализа промышленных роботов.

Задачи работы:

1. Ознакомление с методами решения кинематического анализа промышленных роботов.

2. Ознакомление с особенностями решения прямой задачи кинематики промышленных роботов.

3. Ознакомление с особенностями решения оратной задачи кинематики промышленных роботов.

4. Анализ полученных зависимостей при проведении кинематического анализа промышленных роботов

5. Кинематический анализ промышленных роботов

При изучении кинематических свойств многозвенных механизмов возникает необходимость описания движения звеньев без учета их масс и действующих на них сил. Конструкция манипуляторов чаще всего представляет собой сочленение N звеньев, состоящих из кинематических пар 5 порядка (характеризуются наличием 1 степени свободы). Тогда положение i звена относительно i-1 звена манипулятора может быть описано через обобщенный параметр:

$$q_i = \Delta_i * \alpha_i + (1 - \Delta_i) * S_i,$$

где Ai - показатель i кинематической пары. Для вращательного движения Ai = 1, для поступательной пары - 0. ai - угол поворота i звена манипулятора относительно i-1 звена при наличии вращательной кинематической пары,

Si, - относительное поступательное перемещение i звена относительно i-1 звена при наличии поступательной кинематической пары.

Определение взаимного положения звеньев манипулятора сводится к задаче преобразования одной системы координат в другую, рис.4.1. Такое преобразование выполняется при помощи специальных матриц размером 4 х 4. Эти матрицы носят название матриц винтовых смещений.

В формуле 4.1 обозначено: Вк - условное обозначение матрицы винтового смещения , параметрами которой являются угловое и линейное перемещение, соответствующие К-той оси системы координат. аДу- углы поворота звена относительно одной из осей x, y, z соответствующей системы координат,

Sx, Sy, Sz - линейные смещения вдоль осей X,У, Z соответственно.

При наличии только одного параметра, например углового перемещения а вдоль оси x первая матрица винтового смещения преобразуется к виду

(S* = 0).

$$B_x(\alpha, S_x) = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & S_x \\ 0 & \cos\alpha & -\sin\alpha & 0 \\ 0 & \sin\alpha & \cos\alpha & 0 \end{vmatrix}$$

$$B_y(\beta, S_y) = \begin{vmatrix} \cos\beta & 0 & \sin\beta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & S_y \\ -\sin\beta & 0 & \cos\beta & 0 \end{vmatrix}$$

$$B_z(\gamma, S_z) = \begin{vmatrix} \cos\gamma & -\sin\gamma & 0 & 0 \\ \sin\gamma & \cos\gamma & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & S_y \end{vmatrix}$$

При наличии только одного параметра, например, углового перемещения a вдоль оси x первая матрица винтового смещения преобразуется к виду

(S* = 0).

При наличии только поступательного перемещения вдоль оси X эта же матрица преобразуется к виду:

$$B_x(\alpha, 0) = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & -\sin\alpha & 0 \\ 0 & \sin\alpha & \cos\alpha & 0 \end{vmatrix}$$

Результирующая матрица перехода Ai (qi) между системами координат двух соседних звеньев в общем вид е может быть записана в виде:

$$Ai\ (qi) = Bк(\alpha i,0)*Bk(0,Si)$$

$$B_x(0, S_x) = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & S_x \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

При этом вращательно е и по ступательное движения могут быть в разных осях координат.

Матрицы -есть матрицы перехода от i системы координат, связанной с i звеном, к (i-1) системе координат (i-1) звена.

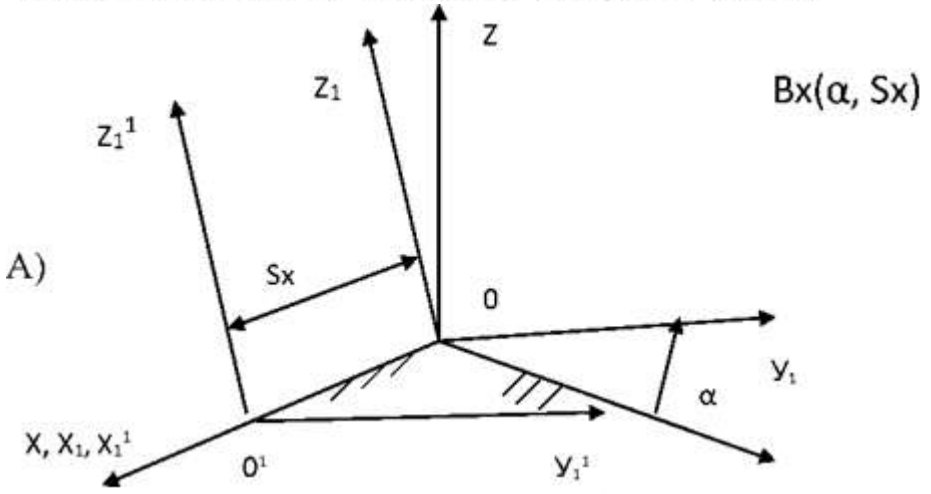
$$\overline{r_{i-1}} = Ai\overline{*r_i}$$

где r_{i-1}, r_i – радиус -вектор точки пространства в системе координат (i-1) и i , соответственно.

Обратный переход от (i-1) системы координат к i системе координат запишется в виде:

$$\overline{r_i} = Ai^{-1}\overline{*r_{i-1}}$$

где Ai^{-1} – обратная результирующая матрица, которая определяется с помощью обратных матриц $B_x^{-1}(\alpha, S_x)$, $B_y^{-1}(\beta, S_y)$, $B_z^{-1}(\gamma, S_z)$.



$$Bx(\alpha, S_x) = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & -S_x \\ 0 & \cos\alpha & \sin\alpha & 0 \\ 0 & -\sin\alpha & \cos\alpha & 0 \end{vmatrix}$$

$$B_y(\beta, S_y) = \begin{vmatrix} \cos\beta & 0 & -\sin\beta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -S_y \\ \sin\beta & 0 & \cos\beta & 0 \end{vmatrix}$$

$$B_z(\gamma, S_z) = \begin{vmatrix} \cos\gamma & \sin\gamma & 0 & 0 \\ -\sin\gamma & \cos\gamma & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -S_y \end{vmatrix}$$

Прямая задача кинематики заключается в следующем: необходимо найти матрицу го (радиус - вектор), которая определяет координаты захватного устройства робота в пространстве относительно неподвижной системы координат (обычно с основанием манипулятора) при известных конструктивных параметрах робота и значений обобщенных параметров qi для всех кинематических пар.

В качестве примера рассмотрим решение прямой задачи кинематики в общем виде для манипулятора, работающего в сферической системе координат, рис.7.2.

Система координат 0XoYo7o (i = 0) является неподвижной и условно связана с неподвижным основанием манипулятора. Система координат i = 1 связана с поворотной стойкой. Она обеспечивает поворот манипулятора относительно оси Ozo на угол 0. Система координат с индексом i = 2 связана с рукоятью 2. Рукоять может поворачиваться относительно горизонтальной оси шарнира на угол ф. Система координат с индексом i = 3 связана с выдвижным элементом 3. Точка О3 условно совпадает с захватным устройством манипулятора.

Рассмотрим связь систем координат с индексами 0 и 1.

$$\overline{r_0} = Bz(\Theta, в)^* \overline{r_1},$$

или

$$\overline{r_1} = Bz^{-1}(\Theta, в)^* \overline{r_0}.$$

где

$$B_y(\Theta, в) = \begin{vmatrix} \cos\Theta & -\sin\Theta & 0 & 0 \\ \sin\Theta & \cos\Theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & в \end{vmatrix}$$

Аналогично связь систем координат с индексом 1 и 2 описывается уравнениями:

$$\overline{r_1} = By(\varphi, 0)^* \overline{r_2},$$

или

$$\overline{r_2} = By^{-1}(\varphi, 0)^* \overline{r_1}.$$

где

$$B_y(\beta, S_y) = \begin{vmatrix} \cos\beta & 0 & -\sin\beta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -S_y \\ \sin\beta & 0 & \cos\beta & 0 \end{vmatrix}$$

Переход к системе координат с индексом 3 осуществляется через поступательное перемещение на величину l вдоль оси O_2X_2. Она представляет собой постоянную часть l_0 и переменную Δl.

$$\overline{r_2} = Bx(0, l)^* \overline{r_3},$$

или

$$\overline{r_3} = Bx^{-1}(0, l)^* \overline{r_2},$$

где

$$Bx(0, l) = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & l_c+\Delta l \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

Здесь радиус-вектор r3 может характеризоваться как единичный радиусвектор, который описывает систему координат схвата робота.

$r_3^T = \{1,1,1,1\}$

Объединим уравнения

$$\overline{r_0} = Bz(\Theta, в)^* By(\varphi, 0)^* Bx(0, l)\ )^* \overline{r_3}.$$

Перемножим матрицы. Получим

$$\overline{r_0} = \left|\begin{array}{ccc:c} \cos\Theta\cos\phi & -\sin\Theta & \cos\Theta\sin\phi & (l_c+\Delta l)\cos\Theta\cos\phi \\ \sin\Theta\cos\phi & \cos\Theta & \sin\Theta\cos\phi & (l_c+\Delta l)\sin\Theta\cos\phi \\ \hdashline -\sin\phi & 0 & \cos\phi & в-(l_c+\Delta l)\sin\phi \end{array}\right| * \overline{r_3}$$

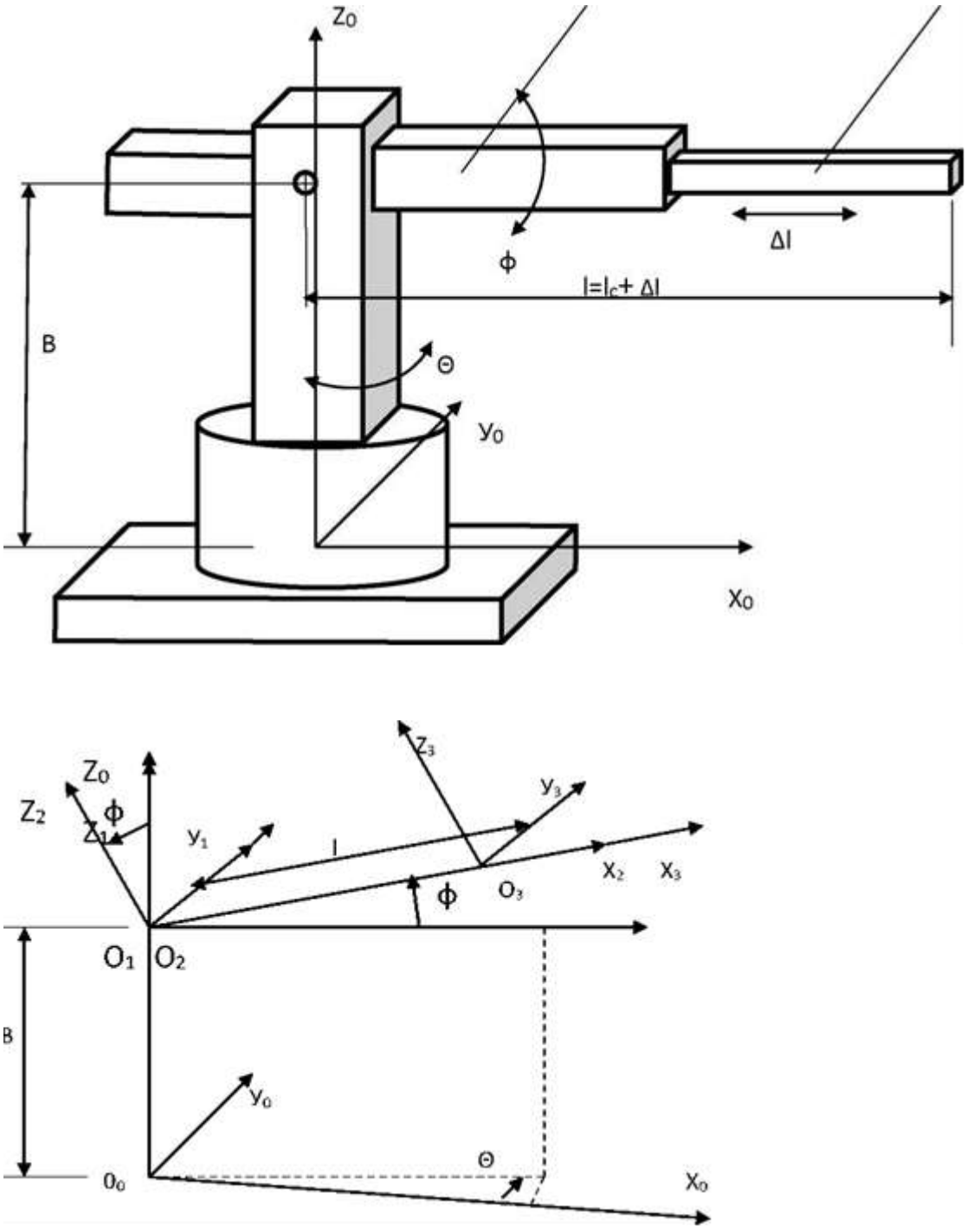


Рис. 4.2 - Кинематическая схема манипулятора (а) и системы его координат (б)

Использование однородных преобразований в кинематике

В полученной матрице можно выделить матрицу размерностью 3 х 3 (отмечено пунктиром) . Она является матрицей направляющих косинусов и определяет ориентацию системы координат ОзХ3У37з в пространстве относительно базовой системы координат О0Х0У070. Последний столбец матрицы является координатами точки О3 в пространстве базовой системы координат. Координаты захватного устройства можно записать:

$X = (l_c+\Delta l)\ Cos\Theta cos\varphi,$
$У = (l_c+\Delta l)\ Sin\Theta Cos\varphi,$
$Z = в- (l_c+\Delta l)\ Sin\varphi$

В рассмотренном примере обобщенными параметрами qi являются величины Θ, φ, Δl, величины в и l_c являются конструктивными параметрами манипулятора.

Таким образом, решение прямой задачи кинематики манипулятора с N звеньями можно выразить в виде:

$r_0 = A_1(q_1)*\ldots* A_i(q_i)*\ldots* A_r(q_r)*r_r, \quad (i=1,2r)$

где A_i – связь i системы координат звена с (i-1) системой координат с учетом наличия вращательной или поступательной пары, или их комбинации.

Обратная задача кинематики – состоит в следующем: по известной матрице $\mathbf{r_0}$ захватного устройства манипулятора в пространстве необходимо определить значение обобщенных координат $\mathbf{q_i}$. Анализ уравнения (4.3) показывает, что поиск координат **Θ, φ, Δl** при известных значениях x,y, z не является простым и однозначным, т.к. уравнения нелинейные. Решение задачи может быть получено методами итерационного исчисления . Например, согласно методу Ньютона последовательные приближения искомых корней α,β,γ системы трех нелинейных уравнений :

$$\left.\begin{aligned} F_1(\alpha,\beta,\gamma) = 0,\\ F_2(\alpha,\beta,\gamma) = 0,\\ F_3(\alpha,\beta,\gamma) = 0, \end{aligned}\right\}$$

Вычисляется по формуле:

$$\alpha_{к+1} = \alpha_к - \Delta_1/J,$$
$$\beta_{к+1} = \beta_к - \Delta_2/J,$$
$$\gamma_{к+1} = \gamma_к - \Delta_3/J,$$

где $\alpha_к$, $\beta_к$, $\gamma_к$ – начальные (к=1) значения корней α, β, γ. Они могут быть определены ориентировочно (графически, прикидкой и т.д.).

$\alpha_{к+1}, \beta_{к+1}, \gamma_{к+1}$ – уточненные значения корней α, β, γ.

J – якобиан рассматриваемой системы уравнений.

$$J = \begin{vmatrix} \partial F_1/\partial\alpha & \partial F_1/\partial\beta & \partial F_1/\partial\gamma \\ \partial F_2/\partial\alpha & \partial F_2/\partial\beta & \partial F_2/\partial\gamma \\ \partial F_3/\partial\alpha & \partial F_3/\partial\beta & \partial F_3/\partial\gamma \end{vmatrix}$$

где $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$ – величины, которые определяются по формулам:

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} F_1 & \partial F_1/\partial\beta & \partial F_1/\partial\gamma \\ F_2 & \partial F_2/\partial\beta & \partial F_2/\partial\gamma \\ F_3 & \partial F_3/\partial\beta & \partial F_3/\partial\gamma \end{vmatrix}$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} \partial F_1/\partial\alpha & F_1 & \partial F_1/\partial\gamma \\ \partial F_2/\partial\alpha & F_2 & \partial F_2/\partial\gamma \\ \partial F_3/\partial\alpha & F_3 & \partial F_3/\partial\gamma \end{vmatrix}$$

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} \partial F_1/\partial\alpha & \partial F_1/\partial\beta & F_1 \\ \partial F_2/\partial\alpha & \partial F_2/\partial\beta & F_2 \\ \partial F_3/\partial\alpha & \partial F_3/\partial\beta & F_3 \end{vmatrix}$$

Вычисление корней (4.4) происходит до условия, когда поправки Δ_1/J, Δ_2/J, Δ_3/J, будут меньше принятой точности вычислений.

При решении обратной задачи кинематики могут определяться значения обобщенных координат при перемещении захватного устройства манипулятора в пространстве, например по прямой из точки А с координатами Ха, Уа и Za в точку В с координатами Хв, Ув, и Zв. Перемещение захвата из точки А в точку В должно содержать фазу разгона с ускорением **a**, фазу постоянной скорости **Vc** и фазу торможения таким образом, чтобы в точках А и В скорость была равна 0.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5.
Рабочие органы промышленных роботов. Схемы конструкций, кинематика рабочих органов

(Время выполнения работы - 4 часа)

Цель работы: Получение навыков анализа схем и расчета захватных устройств промышленных роботов

Задачи работы:

1. Ознакомление с классификацией и техническими характеристиками рабочих органов промышленных роботов.
2. Ознакомления с методикой и параметрами расчетов захватных и притяжных схватов.
3. Изучение особенностей адаптивных захватных устройств.

К рабочим органам ПР относятся захватные устройства (ЗУ), предназначенные для взятия и удержания детали или изделия.

При обслуживании одним промышленным роботом нескольких единиц оборудования возможно применение широкодиапазонных ЗУ или с автоматической заменой элементов ЗУ (особенно если одновременно обрабатываются заготовки (детали) различных конфигурации и массы.) Поэтому к

захватным устройствам ПР, работающих в условиях серийного производства, предъявляются дополнительные требования:

широкодиапазонность (возможность захвата и базирования деталей в широком диапазоне их масс, размеров), обеспечение захвата близко расположенных деталей, легкость и быстрота замены. В ряде случаев необходимо автоматическое изменение усилия удержания объекта в зависимости от его массы.

В роботах часто применяются технологические рабочие органы, предназначенные для выполнения конкретных технологических процессов. К ним относятся, например:

•клешни для контактной точечной сварки,

•горелка для дуговой сварки плавлением,

•распылитель для окраски и т.д.

5.1. Классификация рабочих органов

Классификация основных типов рабочих органов приведена на рис. 5.1.

Зажимные ЗУ удерживают деталь благодаря кинематическому воздействию рабочих элементов (губок, пальцев, клещей и т. д.) с помощью сил трения или запирающих усилий [1,2,3].

Притяжные ЗУ обеспечивают силовое воздействие на объект благодаря использованию различных физических принципов. Наиболее распространены вакуумные и магнитные ЗУ.

Рабочие органы ПР в зависимости от их назначения могут оснащаться дополнительными приспособлениями для выполнения ориентирующих перемещений и некоторых технологических операции (гайковертом, сверлильным устройством и др.).

По числу рабочих позиций захватные устройства делятся на однопозиционные и многопозиционные, а по характеру управления — на следующие четыре группы.

1. Неуправляемые ЗУ с постоянными магнитами или вакуумными присосками без принудительного разрежения. В таком ЗУ для снятия объекта требуется приложить большее усилие, чем для его удержания.

2. Командные ЗУ управляются только по командам на захват или отпускание объекта. К ним относятся устройства с пружинным приводом, которые оснащаются стопорным механизмом, срабатывающим через такт.

3. Жестко программируемые ЗУ управляются системой числового программного управления промышленным роботом. Перемещение губок, взаимное расположение рабочих элементов и усилие зажима, а таких устройствах изменяются в зависимости от заданной программы, по которой может осуществляться также управление работой вспомогательных технологических приспособлений.

4. Адаптивные ЗУ — программируемые устройства, оснащенные различными датчиками внешней информации (формы изделия и состояния поверхности, массы объекта, усилия зажима и т. п.)

По характеру крепления к руке промышленного робота все захватные устройства можно разделить на четыре группы:

1. несменяемые — являющиеся неотъемлемой частью конструкции робота, замена которых не предусмотрена;
2. сменные — самостоятельные узлы с базовыми поверхностями для крепления к руке робота (крепление таких устройств, например фланцевое с помощью болтов, не предусматривает их быстрой замены);
3. быстросменные, а в общем виде — рабочие органы крепятся с помощью специальных механизмов, как например, байонетный замок, и могут быстро заменяться;
4. автоматически заменяемые — оборудуются механизмами, позволяющими осуществить их автоматическую замену.

5.2. Технические характеристики ЗУ

Технические характеристики захватных устройств делятся на четыре группы. В первую группу объединяются показатели, общие для всех типов захватных устройств, во-вторую показатели схватов, в третью - вакуумных захватных устройств, в четвертую - магнитных захватных устройств.

Номенклатуру технических характеристик составляют следующие показатели:

1.Номинальная грузоподъемность, кг.

2.Усилие захватывания, Н.

3. Предельные значения приложенных сил и моментов, Н или Нм (указываются предельные значения приложенных сил и моментов по трем осям прямоугольной системы координат - захватного устройства).

4.Время захватывания, с.

5.Время отпускания, с.

6.Средняя наработка на отказ, ч.

7.Масса, кг.

8.Габаритные размеры, мм.

9.Эксплуатационные показатели схватов.

9.1. Кинематическая схема.

9.2. Усилие на выходном звене привода, Н.

9.3. Максимальное перемещение выходного звена привода, мм.

9.4. Давление рабочего тела привода, МПа.

9.5. Напряжение питания, В.

10. Эксплуатационные показатели вакуумных захватных устройств.

10.1. Размеры контактной площади присоски, мм.

10.2. Номинальное давление в полости присоски, МПа.

11. Эксплуатационные показатели магнитных захватных устройств.

11.1. Число ампер-витков.

11.2. Размеры площади контакта, мм2.

11.3. Напряжение питания, В.

5.3. Зажимные захватные устройства

При конструировании зажимных ЗУ промышленных роботов необходимо учитывать конкретный тип детали или группы деталей, их форму, материал и условия технологического процесса. Важные критерии при этом — необходимая точность удержания детали и допустимое усилие на губках. Привод зажимных устройств осуществляется, как правило, с помощью пневматического или пневмогидравлического привода, расположенного в их основании

Эластичное зажимное ЗУ предназначено для захвата и удержания легкодеформируемых изделий (например, электрической лампы) и отличается от остальных механических ЗУ. Это устройство приводится в действие давлением воздуха.

Расчет зажимных захватных устройств включает:

• нахождение сил, действующих в местах контакта заготовки и губок;

•определение усилий привода;

• проверку отсутствия повреждений поверхности детали при захватывать;

•расчет на прочность деталей устройств (по методикам расчета

•деталей машин).

Силы, действующие в местах контакта захватного устройства с объектами манипулирования, рассчитываются по формулам табл. 5.1.

Различают следующие схемы удержания объектов в механическом ЗУ:

— деталь поддерживается губками; силы трения мало влияют на механизм удержания детали (схема 3 табл. 5.1);

— деталь удерживается благодаря запирающему действию губок при ограниченном влиянии сил трения (схема 4 табл. 5.1);

— деталь удерживается силами трения (схемы 2 и 5 табл. 5.1).

На практике обычно встречается сложное нагружение захватных устройств, при котором имеет место комбинация описанных случаев (см. схему 2 табл. 5.1). В процессе манипулирования объектом характер нагрузки ЗУ и схемы удержания детали могут изменяться. Поэтому расчет должен вестись для критического случая нагружения. В случае несимметричного распределения нагрузок по ширине губок нагрузка на крайние сечения определяется в соответствии со схемой 1 табл. 5.2.

В общем случае усилие, развиваемое приводом ЗУ, определяется по формуле

$$F = \frac{K_1 K_2 \sum_{i=1}^{m} P_i}{\eta};$$

где К — коэффициент запаса (Ki = 2...3); К — передаточный коэффициент механизма; Рг — усилие зажима на i-й губке; т — число губок захвата; V — коэффициент полезного действия механизма.

Для симметричных губок усилие, развиваемое приводом, определяется по формуле:

$$F = \frac{2K_1 K_2 P}{\eta}$$

Усилие зажима на i-й губке схвата можно рассчитать по формуле:

$$P_i = \sum_{i=1}^{k} N_i \cos\varphi_i ,$$

где N_i — усилие контактирования, определяемое по формулам табл. 10.2;

φ_i — угол контакта; k — число точек контакта.

Коэффициент K_2 рассчитывается в соответствии с выбранной типовой схемой захватного устройства (см. табл.)

Таблица 5.1 Типы зажимных устройств и их расчетные схемы

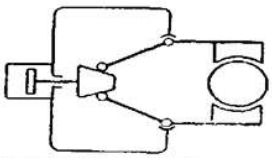
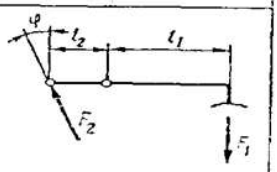
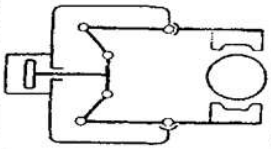
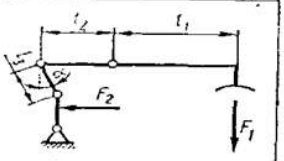
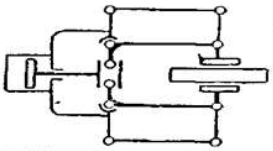
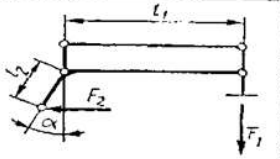
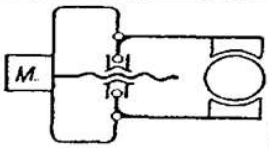
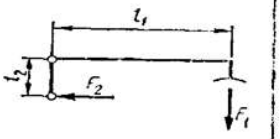
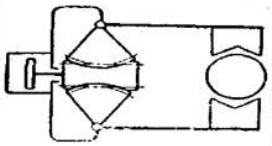
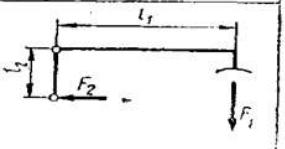
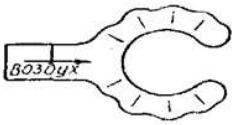
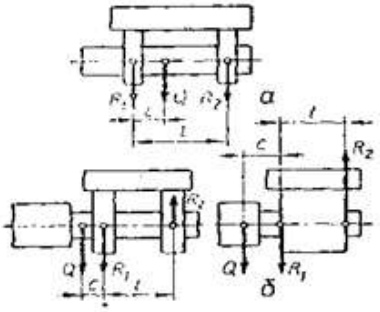
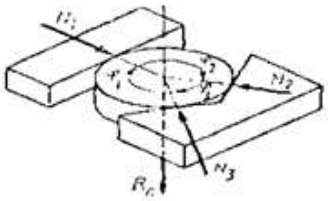
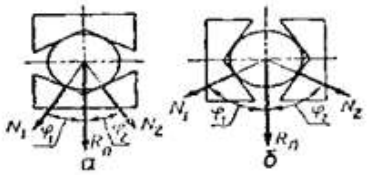
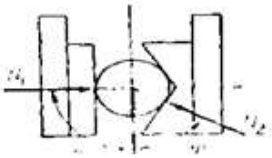
Тип ЗУ	Схема ЗУ	Расчетная схема
Клиновое		
Рычажное		
Рычажное с параллельным перемещением губок		
Винтовое		
Реечное		
Эластичное		

Таблица 5.2 Схемы и расчетные формулы зажимных захватных устройств

№ п/п	Расчетная схема: Эскиз	Расчетные формулы
1		Для *а* $R_1 = \frac{l-c}{l} Q$ $R_2 = \frac{c}{l} Q$ Для *б* $R_1 = \frac{l+c}{l} Q$ $R_2 = -\frac{c}{l} Q$
2		$N_i = \frac{(-R_n)\sin(\varphi_j - \varphi_k)}{\mu[\sin(\varphi_1 - \varphi_2) + \sin(\varphi_2 - \varphi_3) + \sin(\varphi_3 - \varphi_1)]}$, где $i, j, k = 1, 2, 3$; $i \neq j \neq k$
3		$N_i = \frac{R_n \sin(\varphi_j - \mu\cos\varphi_j)}{\sin(\varphi_1 + \varphi_2) - 2\mu\cos(\varphi_1 + \varphi_2)}$, где $i, j = 1, 2$; $i \neq j$
4		$\varphi_1 = 90°$, $\varphi_2 = \varphi$ $N_1 = R_n \frac{\sin\varphi - \mu\cos\varphi}{\cos\varphi + 2\mu\sin\varphi}$ $N_2 = R_n \frac{1}{\cos\varphi + 2\mu\sin\varphi}$

5.4 Притяжные захватные устройства

Вакуумные захватные устройства. Для удержания стеклянных и хрупких предметов, как, например, кинескоп телевизора, применяют вакуумные захватные устройства (рис. 5.1). Резиновый раструб в них укреплен на шаровом соединении, обеспечивающем самоустановку и плотное прилегание по всему контуру. Основной параметр — усилие F захвата — зависит от площади S контакта с объектом и разрежения (давления) p, Па.

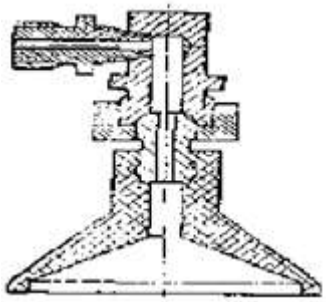


Рис. 5.1 Конструкция вакуумного захватного устройства.

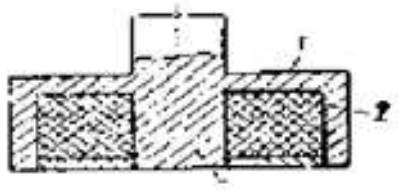


Рис. 5.2 Конструкция круглого электромагнитного захватного устройства

Усилие F, Н, определяют по формуле:

$$F = \frac{\pi D^2}{4} p_{,.}$$

где D — диаметр отверстия раструба, см.

Пример. Если с одной стороны схвата будет полное атмосферное давление, а с другой — разрежение в 13 Па, т. е. форвакуум, то при диаметре отверстия раструба D= 10 см получим:

$$F = \frac{\pi 10^2}{4}(980066 - 13) = 78{,}5 \cdot 98053 \approx 770\,H.$$

Следует отметить, что добиваться высокого вакуума нецелесообразно, так как после получения форвакуума усилие F увеличивается незначительно.

Электромагнитные захватные устройства используют для захвата объектов из магнитных материалов. Эти ЗУ обладают рядом преимуществ: несложны при конструировании и в эксплуатации, не требуют специальных приводов, могут захватывать листовой материал в стопке.

Наибольшее распространение получили круглые электромагнитные ЗУ (рис. 5.2). Они состоят из корпуса 1 и сердечника 3 из электротехнической стали, образующих кольцевую полость, в которую помещена катушка 2.

Усилие F захвата электромагнитов может быть определено с помощью выражений, полученных на основании формулы Максвелла: для электромагнитов постоянного тока:

$$F = \frac{1}{2}(IN)^2 \mu_0 \frac{S}{\delta^2};$$

для электромагнитов переменного тока:

$$F = \frac{1}{4}(IN)^2 \mu_0 \frac{S}{\delta^2};$$

где I — сила тока, А; N — число витков катушки; μ_0 — магнитная проницаемость воздуха, Гн/м; S — площадь рабочего зазора, см^2;
δ — рабочий зазор, **мм.**

Сменные схваты и устройства автоматической замены схватов

В настоящее время в серийных роботах используются сменные устройства схватов различных уровней.

1. Сменными являются рабочие органы целиком (если захватные устройства, то вместе с приводом рис. 5.3а). При этом появляется возможность вводить в комплект схваты с двигателями, имеющими различные энергетические характеристики и значения хода выходного звена. Включать в захваты устройства, имеющие другие принципы действия (электромагнитные, вакуумные). Если робот используется как технологический, то предусматриваются сменные рабочие органы (например, сварочные клещи), если как измерительный — то измерительный преобразователь. Основным недостатком способа замены всего рабочего органа является громоздкость заменяемого блока.

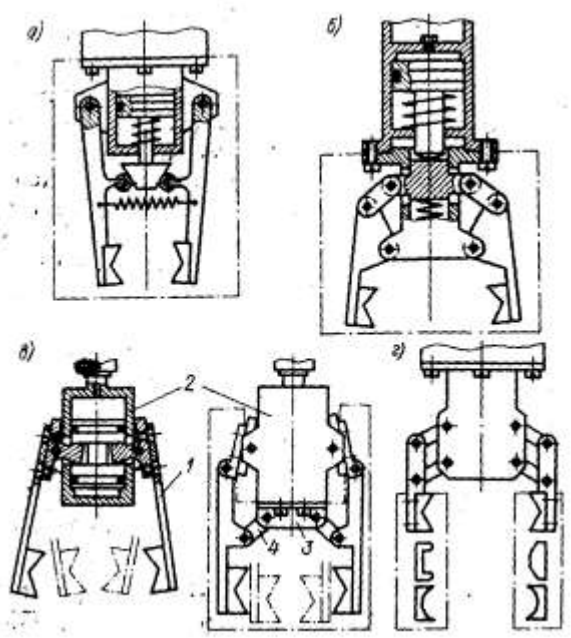


Рис. 5.3 Схема сменных схватов

2. Сменными являются механизмы схвата (рис. 5.3, б), а двигатель (обычно пневмоцилиндр) остается несменным. При этом принцип действия схвата остается тем же, но можно выбором механизма передачи задавать различные направления перемещений рабочих элементов, увеличивать диапазон раскрытия схвата. При смене схвата не возникает трудностей, связанных со стыковкой силовых магистралей; вследствие этого не снижается надежность соединений и уплотнений.

3. Сменными являются звенья механизма схвата. На рис. 5.3, в показано, как заменой рычагов /, совершающих качательное движение, другими и установкой крышки 3 с серьгами 4 на корпусе 2 схвата можно изменить кинематику схвата и обеспечить плоскопараллельное схождение рабочих элементов.

4. Сменными являются рабочие элементы (рис. 5.3, г). При этом обеспечивается приспосабливаемость схвата к форме поверхности предмета.

Замена ЗУ может осуществляться вручную, автоматизированно и автоматически. Возможность замены ЗУ в принципе предусматривается в

большинстве выпускаемых ПР. Для обеспечения такой возможности осуществляются стандартизация и унификация типов соединений и присоединительных размеров ЗУ (ГОСТ 26063—84). К настоящему времени разработано немало конструкций быстросменных схватов, узлы крепления которых позволяют соединять схваты с рукой робота простейшими движениями, и часто без применения специального инструмента.

В роботах, предназначенных для работы в гибких производственных системах, замена ЗУ должна осуществляться автоматически. При проектировании ПР с автоматической заменой ЗУ наибольшие сложности вызывает конструирование достаточно простых и надежных узлов стыковки ЗУ с рукой ПР.

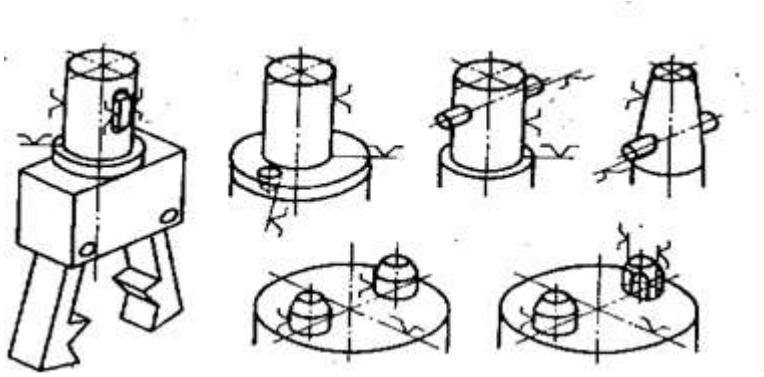


Рис. 5.4 Схема соединений схватов ПР

При проектировании узлов стыковки в первую очередь должны решаться три вопроса: задание баз для сменных схватов, обеспечение установки на базы и надежное закрепление при базировании. Основные схемы базирования представлены на рис. 5.4. Базирующими могут быть такие сочетания поверхностей: плоскость и "поверхности двух штифтов, плоскость и

поверхности плоского выступа, конус и поверхности продольного выступа, в плоскости пирамиды.

Наиболее сложной является задача закрепления (удерживания, фиксирования) при базировании ЗУ, соединенного с рукой робота. Так при использовании упругих элементов — пружин — усилие создается за счет их поджатия или растяжения при работе приводов ПР, когда хвостовик схвата, находящегося в гнезде, взаимодействует с перемещающейся приводами ответной частью, рис.5.5. Фиксирование хвостовика схвата происходит в фигурном пазе, вырезанном в корпусе. На первом этапе движения поджимается пружина, она осуществляет фиксирование в конечном положении. Закрепление и освобождение осуществляются при относительно небольших усилиях (моментах), которые развиваются двигателями основных приводов ПР

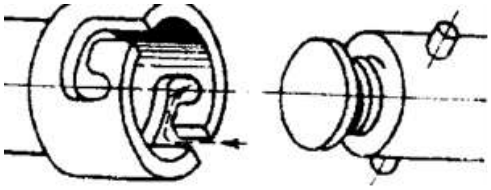


Рис. 5.5- Схема байонетного соединения.

Для быстроразъемных соединений в качестве фиксирующих элементов часто применяются различные защелки. Клиновые защелки при действии продольных сил обеспечивают поджатие хвостовика схвата к ответной части, поскольку направление перемещения защелки выбирается всегда перпендикулярным к основному относительному перемещению соединяемых деталей. Источниками продольных перемещений защелок и необходимых усилий поджатия могут быть пружины или специальные управляемые силовые элементы (маломощные пневмоцилиндры, мембранные приводы, электромагниты). Силовые элементы могут быть расположены на руке ПР, на сменном схвате, на приспособлении, в котором происходит смена схвата.

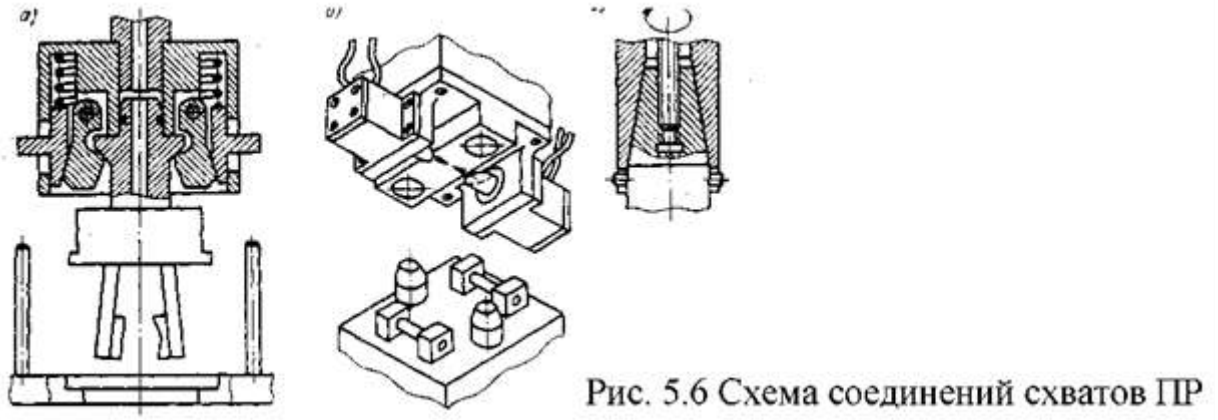


Рис. 5.6 Схема соединений схватов ПР

Наиболее удобными в эксплуатации являются устройства, в которых защелка переключается то в одно, то в другое положение при последовательных нажатиях руки на схват.

Имеются также конструкции сменных схватов, удерживание которых осуществляется с помощью электромагнита или вакуумной камеры. Удерживающая способность таких узлов ограниченна.

В настоящее время распространение получили сменные схваты с самостоятельными приводами (чаще всего — пневматическими). Некоторые варианты схем изображены на рис. 5.6. Чаще всего основание сменного схвата подтягивается к руке и прижимается к базовой плоскости продольной силой, создаваемой двигателем. Прижимы, через которые передается сила, могут быть расположены как снаружи, так и внутри. Подтягивание и прижатие к базовой плоскости могут осуществляться с помощью винта, вращаемого поворотным двигателем, или от пневмоцилиндра через специальную передачу. Продольная сила может создаваться клиновой передачей.

5.6 Адаптивные захватные устройства

В ряде случаев манипулятор требуется оснащать датчиками внешней информации: о наличии объекта манипулирования, его форме, размерах, массе, состоянии поверхности, усилии его удержания, степени возможного проскальзывания и т.п. Часто наилучшим местом установки датчиков является ЗУ. В зависимости от сложности и характера решаемых задач конструкция адаптивных ЗУ может быть различной [1,4,5].

На рис. 5.7 а показаны общий вид и схема экспериментального антропоморфного трехпалого ЗУ. Фаланги пальцев трубчатые. Движения передаются через пропущенные внутри пальцев тросики, что делает конструкцию компактной. Фаланги сгибаются на + 45° в каждом шарнире, поэтому рабочая зона ЗУ больше, чем у человеческой руки при той же длине пальцев. 11 степеней подвижности трехпалой кисти обеспечивается благодаря двигателям постоянного тока которые объединены в общий блок и вынесены за пределы ЗУ. Согласованность движений пальцев осуществляется следующим: движения ряда приводов программируются, а остальные управляются по усилиям.

Экспериментальное адаптивное ЗУ МН - 1 показано на рисунке 5.7, б. На наружных сторонах его губок установлены шесть тактильных датчиков 3, построенных на основе микропереключателей. С их помощью фиксируется соприкосновение ЗУ с объектом. На внутренней поверхности губок, на их концах и на рычаге 1 между губками установлено 17 потенциометрических датчиков давления 2,4 и 6. Два фотодиода 5 обеспечивают локацию объекта и наведение ЗУ на него. ЗУ использовалось в экспериментах по поиску, опознаванию и сборке объектов.

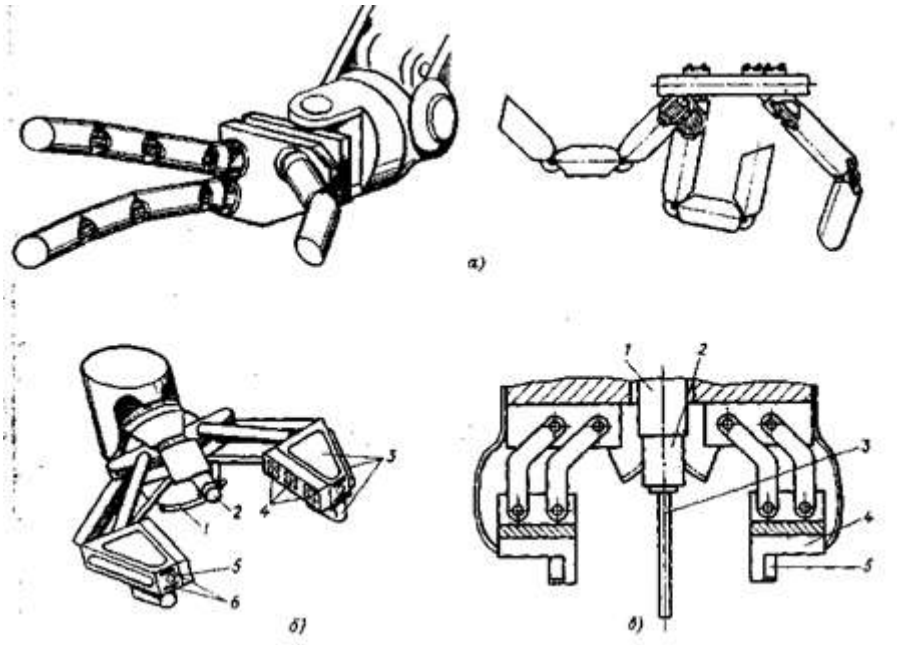


Рис. 5.7- Схема конструкций адаптивных захватных устройств

В ЗУ экспериментального ПР, разработанного ЭНИМСом (рис. 5.7, в), предусмотрен выдвижной элемент 1, несущий силовой датчик 2, соединенный с

щупом 3. В торцах зажимных губок 4 помещены фотодальномеры 5. ЗУ обеспечивает захватывание неориентированно расположенных деталей типа плоских дисков. Сначала при раскрытых губках и выдвинутом штыре 3 проводится сканирование поля расположения деталей. При соприкосновении щупа 3 с деталью с помощью датчика 2 определяется ее положение путем нахождения направления нормали к цилиндрической поверхности объекта. Затем ЗУ выводится на центр диска и поворачивается вокруг продольной оси руки ПР, при этом фотодальномеры находят свободные участки наружной поверхности детали, которые могут быть использованы для ее захватывания.

Адаптивные ЗУ широко применяют при автоматизации сборочных операций.

5.5**.** Контрольные вопросы

1.Для чего используют вакуумные захватные устройства?

2.Для чего используют электромагнитные захватные устройства?

3. Перечислить варианты сменных механизмов захватных устройств.

4. Характеризовать варианты сменных механизмов захватных устройств.

5. Какие требования предъявляются к схватам роботов, работающих в гибких автоматизированных производствах?

6.Указать особенности конструкции байонетного соединения.

7. Привести особенности конструкции адаптивных захватных устройств.

Информационное обеспечение обучения

1. Абрамов, И. В. Основы мехатроники : учебное пособие для СПО / И. В. Абрамов, А. И. Абрамов, Ю. Р. Никитин, С. А. Трефилов. — Саратов : Профобразование, 2021. — 179 с. — ISBN 978-5-4488-1299-6. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROFобразование : [сайт]. — URL: https://profspo.ru/books/108053.

2. Архипов, М. В. Промышленные роботы: управление манипуляционными роботами : учебное пособие для среднего профессионального образования / М. В. Архипов, М. В. Вартанов, Р. С. Мищенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 170 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13082-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/542921

3. Промышленные роботы: основные типы и технические характеристики: [Электронный ресурс] : [учеб. пособие] / Ю.Г.Козырев. - М.: КНОРУС, 2017.-560с. - 1 файл. - Режим доступа: http://ed.donntu.org/books/19/cd9434.pdf. - Загл. с экрана.

4. Моисеев, Ю. И. Применение промышленных роботов для загрузки металлообрабатывающего оборудования [Электронный ресурс] : [учеб. пособие] / Ю. И. Моисеев. - Курган : Изд-во Курганскогогос. ун-та, 2013. - 170 с. - 1 файл. - Режим доступа: http://ed.donntu.org/books/19/cd9444.pdf. - Загл. с экрана.

5. Робототехнические мехатронные системы: [Электронный ресурс] : [учебник] / О.Д.Егоров, Ю.В.Подураев, М.А.Буйнов. - ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», 2015. - 326с. - 1 файл. - Режим доступа: http://ed.donntu.org/books/17/cd6752.pdf - Загл. с экрана.

6. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: [Электронный ресурс] : [учеб. пособие].-СПб.:Издательство «Лань», 2012. -608с.- - 1 файл. - Режим доступа: http://ed.donntu.org/books/17/cd8070.pdf. - Загл. с экрана.

7. Горобец И.А. Промышленная робототехника. Механические системы манипуляторов .- Донецк, ДонНТУ, 2001.

Приложение 2.1.17
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ ЦИКЛУ ОП 12 ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

2025

Методические рекомендации по выполнению практических разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее ФГОС) и в соответствии с рабочей программой по дисциплине, входящей в общепрофессиональный цикл, ОП 12 «Технологическое оборудование» для специальности среднего профессионального образования (далее СПО) **15.02.09 Аддитивные технологии** (базовая подготовка).

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Ринейская Я.В., - преподаватель СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Пояснительная записка

Методические рекомендации по выполнению практических занятий составлены в соответствии с рабочими программами по общепрофессиональному циклу ОП 12 «Технологическое оборудование» для профессии 15.02.09 Аддитивные технологии.

Выполнение практических занятий по общепрофессиональному циклу для профессии 15.02.09 Аддитивные технологии. является одним из важнейших условий реализации основной профессиональной образовательной программы.

Целью выполняемых работ является получение умений и знаний, которые необходимы обучающемуся для овладения им соответствующего вида профессиональной деятельности.

При выполнении практических работ основными задачами являются:

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2) выработка практических навыков самостоятельной работы;
3) подготовка обучающихся к будущей практической работе.

Содержание

№ пр. занятия	Название практической работы	Стр.
1.	Изучение кинематических схем коробок скоростей, производить необходимые замеры и рассчитывать частоты вращения шпинделя.	5
2.	Ознакомление с принципом работы, управлением, настройкой станков шлифовальной группы.	10
3.	Проверка геометрической точности станка.	12
4.	Изучение назначения элементов гидропривода.	15
5.	Изучение конструкции, методики настройки и наладки токарно-винторезного станка на нарезание резьбы резцом.	18
6.	Изучение методики настройки и наладки токарно-винторезного станка на обработку конусных поверхностей.	23
7.	Изучение наладки станков сверлильно-расточной группы.	25
8.	Изучить устройство универсального фрезерного станка, расположение его органов управления и кинематику движений.	29
9.	Расчёт настройки зубодолбёжного станка модели 514 на обработку зубчатого колеса.	33
10.	Ознакомление с устройством и работой основных механизмов сверлильного станка с ЧПУ, наладкой станка на обработку заданной детали.	41
-	Выполнение тестов по темам ОП.07. Диф.зачет. (оформлено отдельным документом) (2ч.).	
	Список литературы	47

Практическое занятие

Изучение кинематических схем коробок скоростей, производить необходимые замеры и рассчитывать частоты вращения шпинделя

Цель работы: Научиться самостоятельно, разбираться в назначении механизмов, составлять кинематические схемы коробок скоростей, производить необходимые замеры и рассчитывать частоты вращения шпинделя

Задание:

1. Изучить кинематику главного движения резания, т.е. движение от электродвигателя через коробку скоростей на шпиндель станка, непосредственно на станке (макете);
2. Составить кинематическую схему коробки скоростей;
3. Произвести замеры диаметров шкивов, подсчитать числа зубьев зубчатых колес и нанести их на кинематическую схему;
4. Определить число ступеней коробки;
5. Определить предельные частоты вращения шпинделя;
6. Определить знаменатель геометрического ряда;
7. Построить график частот вращения, подсчитав все возможные частоты вращения кинематической цепи;
8. Составить отчет о проделанной работе.

Произвести замеры диаметров шкивов (штангенциркулем или рулеткой), подсчитать число зубьев зубчатых колес «Z», определить модуль зубчатого зацепления «*m*» (предварительно замерив шаг зубчатого зацепления «t», мм) по формуле:

$$m = \frac{t}{\Pi}\ (\text{мм}) \quad \text{или} \quad m = \frac{D}{(z+2)}, \qquad (1)$$

где: t – шаг зубчатого зацепления, мм

D – наружный диаметр зубчатого колеса, мм

Z – число зубьев зубчатого колеса

Таблица - Данные измерений и подсчетов

Шкивы		Зубчатые колеса														
		1 пара			2 пара			3 пара			4 пара			5 пара		
Ø,мм ведущего 1	Ø,мм ведущего 2	Z_1	Z_2	m	Z_3	Z_4	m	Z_5	Z_6	m	Z_7	Z_8	m	Z_9	Z_{10}	m

Определить число ступеней коробки скоростей Z:

$$Z = P1 \cdot P2 \cdot P3 \cdot \ldots, \qquad (2)$$

где: P1, P2, P3 – количество передач в 1-ой, 2-ой, 3-ей и т.д. группе передач

Определить max и min число оборотов шпинделя по формуле:

$$n_{\max} = n_{эл.дв.} \cdot i, \qquad (3$$

где: n_{max} – max частота вращения шпинделя, об/мин

$n_{эл.дв.}$ – число оборотов электродвигателя, об/мин

i – передаточное отношение кинематической цепи

Определить знаменатель ряда по формуле:

$$\varphi^{z-1} = \sqrt{\frac{n_{max}}{n_{min}}}, \qquad (4)$$

где: z – число ступеней ряда

n_{max} – максимальная частота вращения шпинделя, об/мин

n_{min} – минимальная частота вращения шпинделя, об/мин

φ – согласовать со стандартным значением (см. приложение 2)

Составить отчет о проделанной работе.

Выполнение работы:
Кинематическая схема коробки скоростей

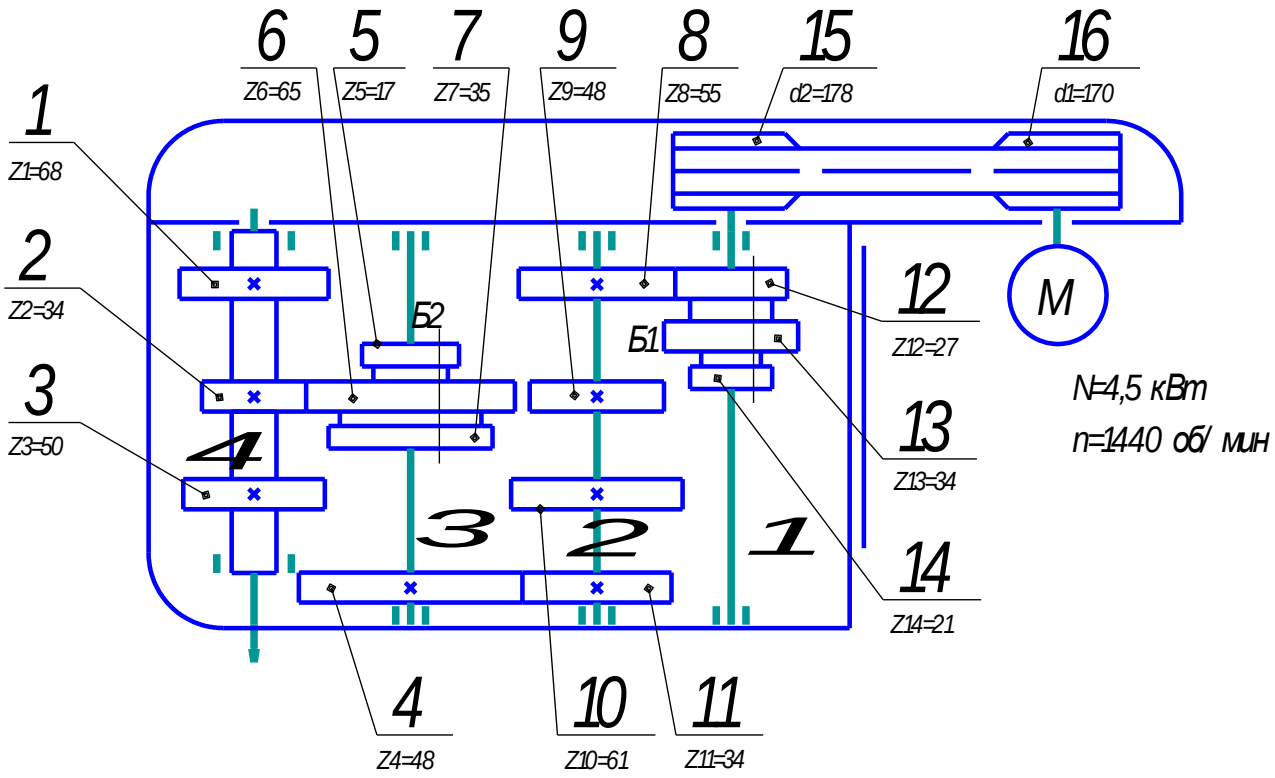


Рисунок 1 – Кинематическая схема КС

Замеры диаметров шкивов «D, d», подсчет чисел зубьев зубчатых колес «Z» и нанесение их на кинематическую схему, определение модуля зубчатого зацепления «m»:

$$m = \frac{t}{\Pi} \quad \text{или} \quad m = \frac{D}{(z+2)}, \text{ мм}$$

где: t – шаг зубчатого зацепления, мм

D – наружный диаметр зубчатого колеса, мм

Z – число зубьев зубчатых колес

Измерение шага зубчатого зацепления t, мм t=6,5 мм

Определение модуля зубчатого зацепления **m,** мм

$$m = \frac{6,5}{3,14} = 2,07 \text{ мм}$$

Полученное значение уточняем по стандарту **(см. приложение 1).**
m=2 мм
Все данные заносим в таблицу.

Таблица 1 - Результаты замеров.

Зубчатые колеса																
1 пара			**2 пара**		**3 пара**		**4 пара**		**5 пара**		**6 пара**		**7 пара**		**Шкивы**	
Z1	Z2	m	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	D1	D2
27	55	2	34	38	21	61	34	48	17	68	65	34	35	50	140	178

Определение числа ступеней коробки скоростей «Z»

$$z = P1 \cdot P2 \cdot P3$$

где: P1, P2, P3 – количество передач в 1-ой, 2-ой, 3-ей и т.д. группе передач

$$z = 3 \cdot 1 \cdot 3 = 9$$

Определение предельных частот вращения шпинделя «n» (об/мин):

$$n_{\min} = 1440 \cdot \left(\frac{140}{178}\right) \cdot 0,985 \cdot \left(\frac{21}{61}\right) \cdot \left(\frac{34}{48}\right) \cdot \left(\frac{17}{68}\right) = 68 \text{ об/мин},$$

$$n_{\min} = 1440 \cdot \left(\frac{140}{178}\right) \cdot 0,985 \cdot \left(\frac{34}{48}\right) \cdot \left(\frac{34}{38}\right) \cdot \left(\frac{65}{34}\right) = 1100 \text{ об/мин},$$

Определение знаменателя геометрического ряда «φ»:

$$\varphi = \sqrt[z-1]{\frac{n_{\max}}{n_{\min}}},$$

$$\varphi = \sqrt[9-1]{\frac{1100}{68}} = \sqrt[8]{16} = 1,41,$$

Значение **«φ»** по стандарту: φ = 1,41 ГОСТ 8032-84 **(см. приложение 2)**

Определение частот вращения шпинделя «n» (об/мин) и построение графика

$$n_{эл.дв.} = 1440 \text{ об/мин}$$

$$n_1 = n_{эл.дв} \cdot i_{р.п.}$$

$$n_1 = 1440 \cdot \frac{140}{178} \cdot 0,985 = 1115,5 = 1116 \text{ об/мин},$$

$$n_2 = n_1 \cdot i_{(1-2)},$$

$$n_{2(1)} = 1116 \cdot \frac{27}{55} = 547,8 = 548 \text{ об/мин},$$

$$n_{2(2)} = 1116 \cdot \frac{34}{48} = 781{,}2 = 780 \text{ об/мин},$$

$$n_{2(3)} = 1116 \cdot \frac{21}{61} = 380 \text{ об/мин},$$

7

$$n_3 = n_2 \cdot i_{(2-3)},$$

$$n_{3(1)} = 548 \cdot \frac{34}{48} = 388 \text{ об/мин},$$

$$n_{3(2)} = 780 \cdot \frac{34}{48} = 546 \text{ об/мин},$$

$$n_{3(3)} = 380 \cdot \frac{34}{48} = 266 \text{ об/мин}$$

$$n_4 = n_3 \cdot i_{(3-4)},$$

$$n_{4(1)} = 388 \cdot \frac{35}{50} = 272 \text{ об/мин},$$

$$n_{4(2)} = 388 \cdot \frac{65}{34} = 742 \text{ об/мин},$$

$$n_{4(3)} = 388 \cdot \frac{17}{68} = 97 \text{ об/мин},$$

$$n_{4(4)} = 546 \cdot \frac{35}{50} = 382 \text{ об/мин},$$

$$n_{4(5)} = 546 \cdot \frac{65}{34} = 1037 \text{ об/мин},$$

$$n_{4(6)} = 546 \cdot \frac{17}{68} = 136 \text{ об/мин},$$

$$n_{4(7)} = 266 \cdot \frac{35}{50} = 186 \text{ об/мин},$$

$$n_{4(8)} = 266 \cdot \frac{65}{34} = 505 \text{ об/мин},$$

$$n_{4(9)} = 266 \cdot \frac{17}{68} = 68 \text{ об/мин},$$

или $n_{max} = n_{min} \cdot \varphi$,

$$n_2 = 68 \cdot 1{,}41 = 96 \text{ об/мин},$$

$$n_3 = 96 \cdot 1{,}41 = 136 \text{ об/мин},$$

$$n_4 = 136 \cdot 1{,}41 = 192 \text{ об/мин},$$

$$n_5 = 192 \cdot 1{,}41 = 270 \text{ об/мин},$$

$$n_6 = 270 \cdot 1{,}41 = 381 \text{ об/мин},$$

$$n_7 = 381 \cdot 1{,}41 = 537 \text{ об/мин},$$

$$n_8 = 537 \cdot 1{,}41 = 757 \text{ об/мин},$$

$$n_9 = 757 \cdot 1{,}41 = 1067 \text{ об/мин},$$

8

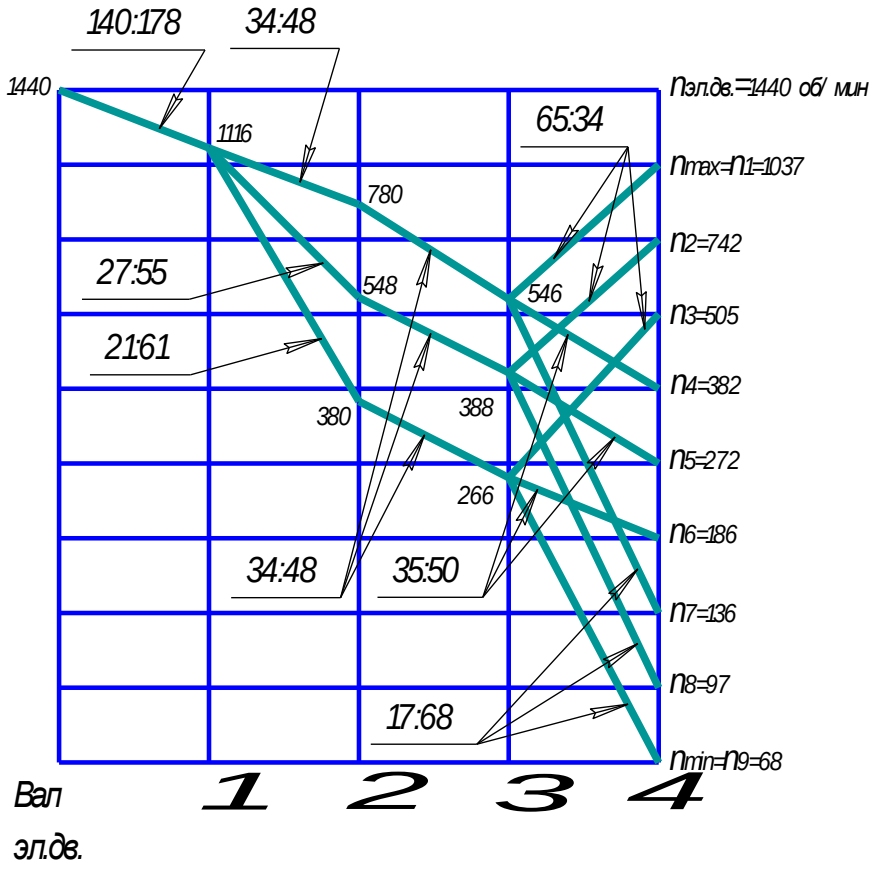


Рисунок 2 – График частот вращения шпинделя

ПРИЛОЖЕНИЕ 1:

Значение модулей «m» зубчатых колес по ГОСТ 2144-76, в мм:

Ряд 1: 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20

Ряд 2: 1,25; 1,375; 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; 5,5; 7; 9; 11; 14; 18

ПРИЛОЖЕНИЕ 2:

Значения знаменателя геометрической прогрессии **«φ»** по ГОСТ 8032-84:

1,06; 1,12; 1,26; 1,41; 1,58; 1,78; 2,00

Практическое занятие

Ознакомление с принципом работы, управлением, настройкой станков шлифовальной группы

Цель работы: Ознакомиться с устройством, работой, управлением, наладкой станков шлифовальной группы

Задание:

1 Изучить устройство (основные узлы) и органы управления станка

2 Изучить принцип работы станка

3 Изучить назначение элементов гидропривода

4 Изучить движения в станке

5 Дать схему обработки детали на станке

6 Определить быстрые перемещения стола с деталью за определенное количество оборотов маховика – S (мм/об). (по заданию преподавателя)

Оборудование:

Круглошлифовальный станок **модели 3151**

Выполнение работы

1 Изучение устройства и органов управления круглошлифовального станка

Основные узлы станка:

бабка изделия, шлифовальная бабка, задняя бабка, станина, гидропривод стола, стол, поворотная плита

Органы управления: маховичок ручного поперечного перемещения шлифовальной бабки, рукоятки управления гидроприводом стола, маховичок ручного продольного перемещения стола, кнопочная станция

2 Принцип работы станка

Способ продольной подачи: при этом за каждый оборот шпинделя с обрабатываемой деталью столу с заготовкой сообщается продольное перемещение на величину

$$Sст = (0{,}25…0{,}7) \times B,$$

где В – ширина шлифовального круга, мм

Способ врезания шлифовального круга в деталь при осуществлении поперечной подачи.

Способ глубинного шлифования, при котором шлифовальный круг, имеющий заборную коническую часть, устанавливают на полную глубину припуска на обработку.

3 Назначение элементов гидропривода

3.1 Дроссель Д3 - служит для регулирования скорости хода стола

3.2 Насос Н - служит для подачи масла из резервуара в масляную магистраль

3.3 Золотник З – служит для регулирования перемещения стола

3.4 Переливной клапан Пр – служит для поддержания давления масла в системе

3.5 Предохранительный клапан Ппр – служит для предохранения системы от перегрузок

3.6 Обратный клапан Ок – служит для подачи масла только в одном направлении

3.7 Гидроцилиндр Г двустороннего действия – служит для сообщения возвратно-поступательного движения

4 Движения в станке

4.1 Движение резания – вращение шпинделя шлифовальной бабки с абразивным кругом

4.2 Движения подач

4.2.1 Круговая подача – сообщается поводковому патрону, находящемуся на шпинделе передней бабки

4.2.2 Продольная подача – прямолинейное возвратно-поступательное движение стола с деталью

4.2.3 Поперечная подача – периодическое перемещение шлифовальной бабки в радиальном направлении за ход стола

4.3 Вспомогательные движения

4.3.1 Ручное продольное перемещение стола,

4.3.2 Ручное поперечное перемещение шлифовальной бабки

4.3.3 Быстрый отвод шлифовальной бабки гидроприводом

5 Схема обработки детали на станке

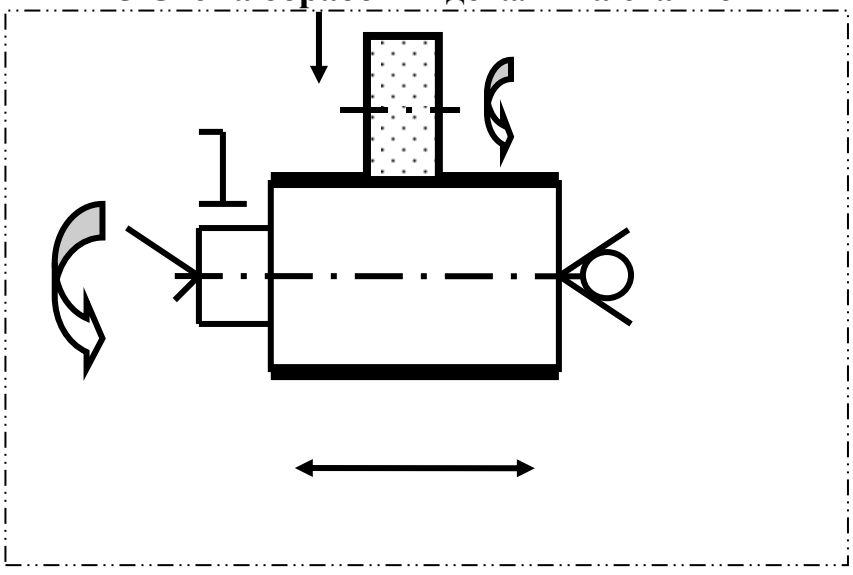


Рисунок - Эскиз обработки

6 Определить быстрые перемещения S (мм/об) стола с деталью за 10 оборотов маховика

S = 10 х 15/60 х 25/45 х 20/90 х 30/30 х 14 х 3 х 3,14 = 40,6 мм/об

Вывод:

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Практическое занятие
Проверка геометрической точности станка

Цель работы: Научиться самостоятельно выполнять измерения для проверки точности станка и анализировать результаты

Задание:

1 Ознакомиться с приемами проверки геометрической точности станка.

2 Ознакомиться с измерительными средствами для контроля точности станка.

3 Проверить точность геометрической формы и взаимного расположения узлов станка.

Оборудование и инструмент:

1 Станки: 1К62, 6Н81
2 Индикатор или индикатор со стойкой
3 Проверочные линейки и угольник
4 Проверочный уровень
5 Щуп
6 Контрольные оправки
7 Универсальный мостик
8 Набор плоскопараллельных концевых мер
9 Жесткие центра

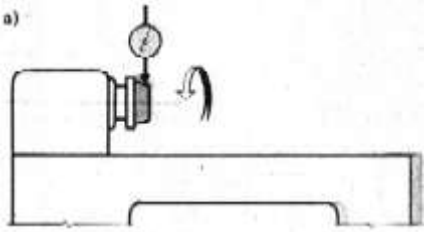
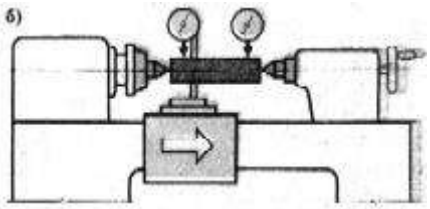
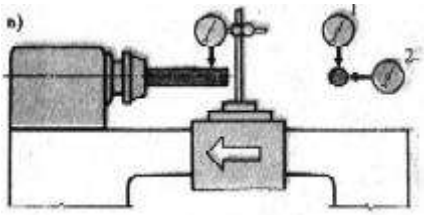
Порядок проведения работы

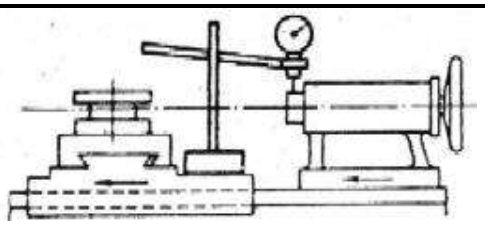
1 Ознакомиться с измерительными приборами и инструментами.
2 Изучить схемы замеров.

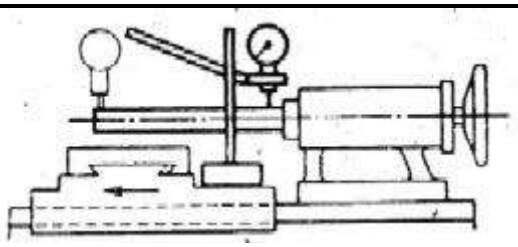
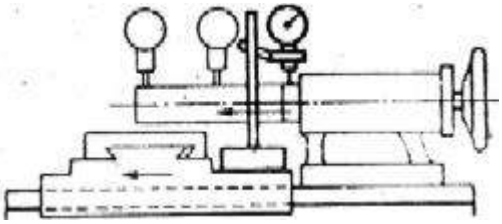
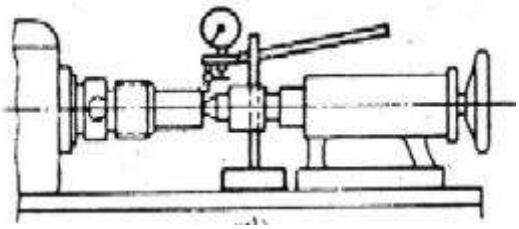
3 Составить схемы замеров.
4 Произвести замеры согласно схем замеров.
5 Заполнить таблицу (см. пример оформления отчета).
6 Произвести анализ результатов проверки и сделать вывод.

Пример составления отчета

Таблица 1 – Основные виды проверки параметров токарного станка на точность (1, с. 212)

№ п/п	Наименование проверяемого параметра	Эскиз и метод измерения	Допус. откл. мм	Факт. откл. мм
1	2	3	4	5
1	Радиальное биение центрирующей шейки шпинделя передней бабки, рис. а)	а)  Измерительный штифт индикатора устанавливается на шейке шпинделя. Шпиндель приводится во вращение	0,006..0,015	
2	Соосность осей шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки Рис. б)	б)  Между центрами зажимается точная оправка, длина которой должна быть не менее 1/3 наибольшего расстояния между центрами. Индикатор закрепляется на суппорте так, чтобы его штифт касался образующей. Суппорт перемещают вперед-назад	0.1	
3	Параллельность оси шпинделя передней бабки направлению продольного перемещения суппорта - в вертикальной плоскости - в горизонтальной плоскости Рис. в)	в)  В отверстие шпинделя устанавливается точная цилиндрическая оправка. Индикатор устанавливается на каретке так, чтобы его штифт касался поверхности оправки -по его верхней образующей -по ее боковой образующей Каретку медленно перемещают	- 0,03 - 0,015 На Длине 300мм	
	Параллельность	Г)		

4	направления оси пиноли задней бабки направлению движения каретки Рис. г)	 Пиноль вдвигается в заднюю бабку, которая закрепляется в станине. Индикатор закрепляется на каретке так, чтобы штифт его касался образующей пиноли. Пиноль выдвигается, а каретка - перемещается	0,01 на длине 100мм	

5	Параллельность оси конического отверстия пиноли задней бабки направлению движения каретки Рис. д)	 д) В коническое отверстие пиноли устанавливается оправка. Индикатор закрепляется на каретке, его штифт касается поверхности оправки в точке - верхней образующей -боковой образующей Каретку перемещают вдоль станины	0,03 На Длине 300мм	
6	Параллельность пиноли задней бабки движению каретки Рис е)	 е) Пиноль вдвинута в корпус задней бабки и зажата. Индикатор закреплен на каретке, его штифт касается поверхности на конце пиноли. Освободить пиноль, выдвинуть на ½ величины наибольшего ее перемещения, зажать. Перемещать по направляющим каретку пока штифт индикатора не займет первоначального положения на поверхности пиноли	0,03 На 100мм Длины	
7	Перпендикулярность торцовой поверхности буртика шпинделя передней бабки относительно оси вращения шпинделя Рис.ж)	 **Ж)** В отверстие шпинделя передней бабки устанавливается оправка, торцовая поверхность которой должна быть перпендикулярна оси. Штифт индикатора касается центра торца оправки. Шпинделю сообщить медленное вращение	0,01 На 100мм длины	

Вывод:

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Практическое занятие
Изучение назначения элементов гидропривода

Цели работы: изучить принцип действия объемного гидропривода и пневматического привода, назначение основных элементов гидропривода.

Теоретические сведения

В современных машинах объемный гидропривод получил широкое применение, т.к. обладает преимуществами по сравнению с механическим. К ним относятся:

- возможность плавного и бесступенчатого регулирования скорости;
- простота осуществления процесса реверсирования;
- возможность реализации больших передаточных отношений и передача
- больших мощностей;
- надежная защита от перегрузок в системе;
- самосмазываемость узлов гидросистемы.

К недостаткам относятся:

- влияние температуры внешней среды на работоспособность гидропривода;
- чувствительность к загрязнению рабочей жидкости;
- повышенные требования к точности изготовления деталей и их ремонту.

Отмеченные недостатки не являются неустранимыми. Избежать их позволяет применение новых рабочих жидкостей, новых конструкционных материалов, систем регулирования температуры рабочей жидкости, а также более высокая культура эксплуатации и обслуживания.

В общем случае объемный гидропривод состоит из следующих элементов (рис.1): гидроцилиндров *6*, гидрораспределителя *5* с секциями (золотниками), насоса *3*, бака *1*, фильтрующего элемента *8* с предохранительным клапаном *9*, трубопроводов.

Принцип действия объемного гидропривода следующий: насос *3*нагнетает рабочую жидкость в трубопровод высокого давления, гидрораспределитель*5*золотникового типа обеспечивает возможность изменения направления потока рабочей жидкости к гидроцилиндру*6*по трубопроводу*10*или*11*, при этом слив рабочей жидкости осуществляется по трубопроводам*11*и*10*через распределитель, сливной трубопровод и фильтрующий элемент*8*в гидробак*1*. Усилие и скорость перемещения штока гидроцилиндра будет зависеть от давления и расхода рабочей жидкости. Предохранение насоса от чрезмерного давления осуществляется предохранительными клапанами*9*.

Рабочие жидкости гидросистемы – предназначены для передачи энергии от насоса к гидродвигателю. Основными свойствами являются вязкость, сжимаемость.

Под вязкостью жидкости понимается ее свойство оказывать сопротивление деформации сдвига. Это одна из наиболее важных характеристик для расчета и проектирования объемных гидроприводов. Размерность динамической и кинематической вязкости в системах СИ и МК ГСС выражается: ν(пуаз) – 1 П = 1 г/см с;μ(стокс) – 1 Ст = 1 10^{-6} $м^2$/с.

Рабочая жидкость марки МГ-15-В(с) (бывшее ВМГЗ) (ГОСТ 17479.3-85) предназначена для эксплуатации в районах Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока. Эта жидкость совместима с резинотехническими изделиями, входящими в комплект гидрооборудования, и нетоксична.

Срок эксплуатации рабочей жидкости марки МГ-15-В(с) без замены – 3500 – 4000 ч. Заменителем масла марки МГ-15-В(с) (ВМГЗ) является веретенное масло марки АУ (ГОСТ 1642-75).

Масло марки М-46-В (бывшее МГ-30) (ГОСТ 17479.3-85) предназ-начено для эксплуатации при положительных температурах на открытом воздухе. Срок службы 3500 – 4000 ч. Заменителем является масло марки ИС-30 (ГОСТ 20799-88).

Насосы и гидромоторы. Насос – машина, в которой механическая энергия приводного двигателя преобразуется в энергию потока рабочей жидкости. В объемном насосе жидкая среда перемещается посредством периодического изменения объема, занимаемого ею в камере, попеременно сообщающейся с входом и выходом насоса.

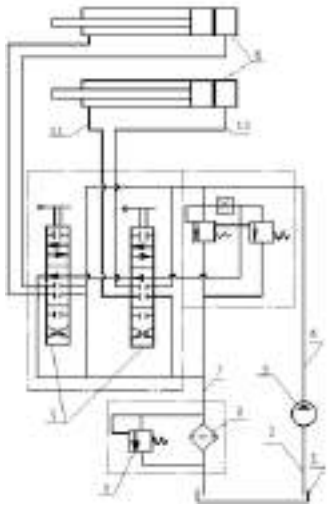


Рис.1 – Принципиальная схема объемного гидропривода

<u>Последовательность выполнения работы:</u>

1. Ознакомиться с правилами техники безопасности.
2. Изучить основные достоинства и недостатки гидропривода строительных машин.
3. Ознакомиться с устройством, принципом действия и основными параметрами элементов гидропривода.
4. Нарисовать схему гидропривода строительной машины (по заданию преподавателя) и описать принцип действия.
5. Описать основные достоинства и недостатки, способы защиты гидро– и пневмопривода от перегрузки.
6. Определить скорость перемещения штока $V_{ш}$, время хода поршня $T_{п}$ и усилие на штоке при прямом и обратном ходах $T_{п}$ и $T_{ш}$ гидропривода (рис. 2). Исходные данные для расчета приведены в таблице 2.1, где $P_{ном}$ – номинальное давление, $Q_{ном}$ – номинальная подача, D – диаметр цилиндра, d – диаметр штока; $\eta_{гц\ м}$ – гидромеханический КПД цилиндра, h – ход поршня.

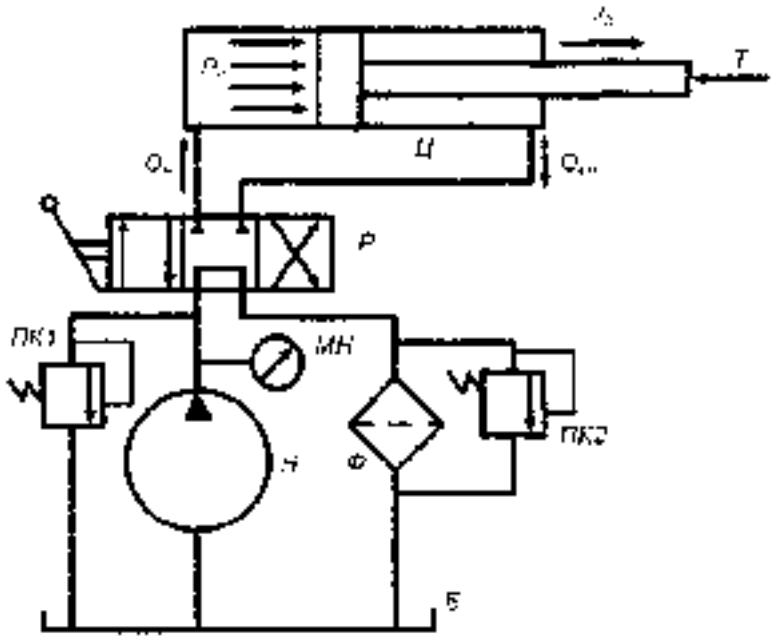


Рис.2 – Расчетная схема гидропривода

Вывод:

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Практическое занятие
Изучение конструкции, методики настройки и наладки токарно-винторезного станка на нарезание резьбы резцом

Задание:

1. Настроить станок на нарезание метрической однозаходной резьбы на заданный шаг двумя способами.

1.1. С помощью механизмов коробки подач путем соответствующей установки рукояток управления станком.

1.2. Путем подбора сменных зубчатых колес гитары при отключенной коробки подач.

2. Настроить станок на нарезание резьбы повышенной точности.

Последовательность выполнения работы:

1 Ознакомиться с заданием.

2 Изучить устройство станка, назначение рукояток управления. [1, с. 41]

3 Определить положение рукояток (1 и 5) управления коробки скоростей на требуемую частоту вращения шпинделя и зарисовать их расположение. [1, с. 44, таб. 2]

4 Изучить способы нарезания резьбы на станке резцом. [1, с. 48]

5 Настроить станок на нарезание резьбы заданного шага с помощью коробки подач.

5.1 Определить сменные зубчатые колеса гитары [1, с. 48, таб. 4] и начертить схему расположения колес в гитаре.

5.2 Определить положение рукояток управления при нарезании заданной резьбы и зарисовать их. [1, с. 49 таб. 5]

5.3 При помощи лаборанта установить рукоятки управления станком на заданную частоту вращения, заданный шаг.

5.4 Проверить числа зубьев колес, находящихся в зацеплении в гитаре.

5.5 Изучить наладку станка, установку и крепление заготовки, резца. Дать схему обработки.

5.6 После проверки настройки и наладки станка при помощи лаборанта нарезать резьбу. (2-3 прохода)

5.7 Проверить шаг нарезанной резьбы.

6 Настроить станок на нарезание резьбы заданного шага повышенной точности.

6.1 Подобрать сменные зубчатые колеса гитары [1, с. 53 таб. 7] и зарисовать схему установки колес.

6.2 Определить положение рукояток управления коробкой подач (она должна быть выключена) и зарисовать.

Варианты заданий для нарезания резьбы

№ Варианта	1	2	3	4	5
Шаг резьбы (мм)	4	3	2	1,5	2,5
Частота вращения шпинделя об/мин	100	125	160	200	160

Цель работы: Изучение конструкции, методики настройки и наладки токарно-винторезного станка на нарезание резьбы.

Задание:

1. Настроить станок на нарезание метрической однозаходной резьбы на заданный шаг двумя способами. (Согласно варианту задания)

1.1. С помощью механизмов коробки подач путем соответствующей установки рукояток управления станком.

1.2. Путем подбора сменных зубчатых колес гитары при отключенной коробки подач.

2 Настроить станок на нарезание резьбы повышенной точности.

Выполнение работы

Вариант задания № 6:

Исходные данные: Шаг резьбы P=1,75 мм

Частота вращения шпинделя n = 315 об/мин

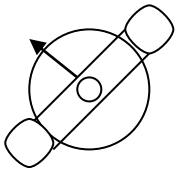
1. Настройка станка на нарезание метрической однозаходной резьбы.

1.1. С помощью механизмов коробки подач путем соответствующей установки рукояток управления станком.

Схема расположения рукояток управления (№1, № 5) шпинделем станка для

n = 315 об/мин. [1, с.44 таб.2]

Рукоятка №1 **Рукоятка №5**

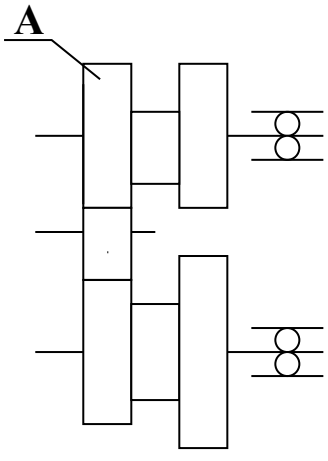


n = 315 об/мин n = 200÷630 об/мин

Рисунок 1 - Схема расположения рукояток №1 и №5

1.2 Путем подбора сменных зубчатых колес гитары при отключенной коробке подач

Сменные зубчатые колеса гитары [1, с.48 таб.4]



А = 42
Б = 50

Рисунок 2 – Сменные ЗК гитары

Схемы расположения рукояток управления при нарезании резьбы шагом Р =1.75мм заносим в таблицу 1.

Таблица 1 - Схемы расположения рукояток управления №3, №4, №2, №23 при нарезании резьбы с Р=1,75 мм. [1, с.49 таб.5]

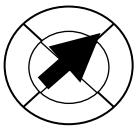
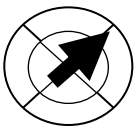
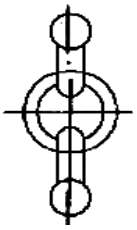
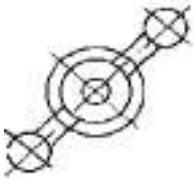
Положение рукояток передней бабки		**Положение рукояток коробки подач**	
3	4	2	23
Шаг нормальный 	Шаг нормальный правый 	Резьба метрическая Сменные шестерни гитары 42, 50 	Резьба метрическая Шаг нормальный Р = 1,75 мм 

Схема обработки заготовки

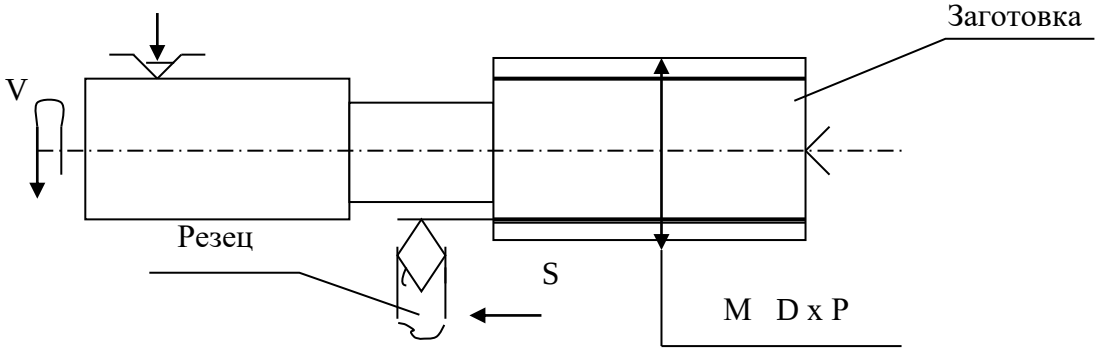
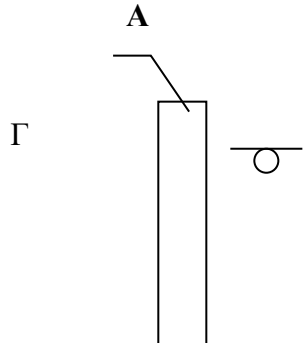


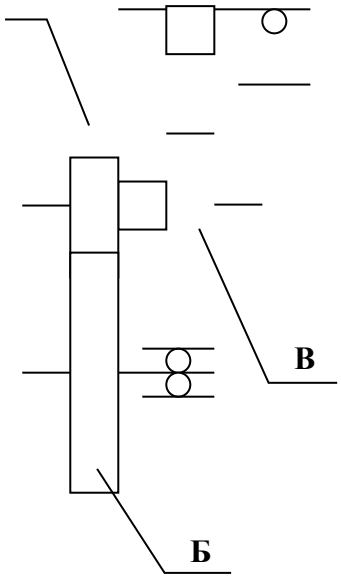
Рисунок 3 – Эскиз нарезания резьбы

2 Настройка станка на нарезание резьбы с Р = 1,75 мм повышенной точности.

2.1 Сменные зубчатые колеса гитары [1, с.53, таб.7]



$$\frac{Za}{Zв} \bullet \frac{Zг}{Zб} = \frac{P_{нар}}{12}$$



$$\frac{Za}{Zв} \bullet \frac{Zг}{Zб} = \frac{P_{нар}}{12} = \frac{1{,}75}{12}$$

Сменные колеса

А=42; Б=112; В=108; Г=42

Проверочный расчет

$$\frac{42}{108} \bullet \frac{42}{112} = \frac{1{,}75}{12}$$

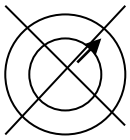
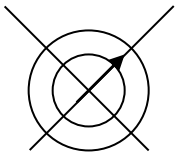
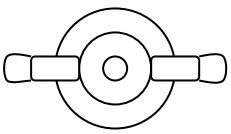
0,145=0,145

Условие сцепляемости ЗК гитары выполняется

Рисунок 4 - Сменные ЗК гитары

2.2 Схема расположения рукояток управления при нарезании резьбы с Р = 1,75 мм повышенной точности.

Таблица 2 - Схемы расположения рукояток управления №3, №4, №2, №23 [1, с.53 таб.7]

Положение рукояток передней бабки		Положение рукояток коробки подач	
3	4	2	23
		Включается на ходовой винт 	Выдвигается на себя. Коробка подач отключена.

Вывод:

_____
_____
_____
_____
_____
_____

Практическое занятие

Изучение методики настройки и наладки токарно-винторезного станка на обработку конусных поверхностей

Цель работы: Изучение методики настройки и наладки токарно-винторезного станка на обработку конусных поверхностей.

1 Ознакомиться с заданием

2 Изучить настройку станка на обработку конусных поверхностей двумя способами:

2.1 Поворотом верхних салазок

2.2 Смещением центра задней бабки

Варианты заданий обработки конусных поверхностей

№ вар	Поворотом верхних салазок			Смещением задней бабки			
	D	d	H	D	d	L	H
1	200	150	125	180	170	340	250
2	185	140	120	205	190	250	200
3	350	200	200	255	230	270	220
4	240	170	180	250	240	280	250
5	300	175	150	280	250	290	260

Цель работы:

Изучение способов настройки станка на обработку конусных поверхностей.

Задание:

1. Настроить станок на обработку конусных поверхностей двумя способами.

1.1. Поворотом верхних салазок суппорта.

1.2. Смещением центра задней бабки.

Выполнение работы

1.1 Поворотом верхних салазок суппорта

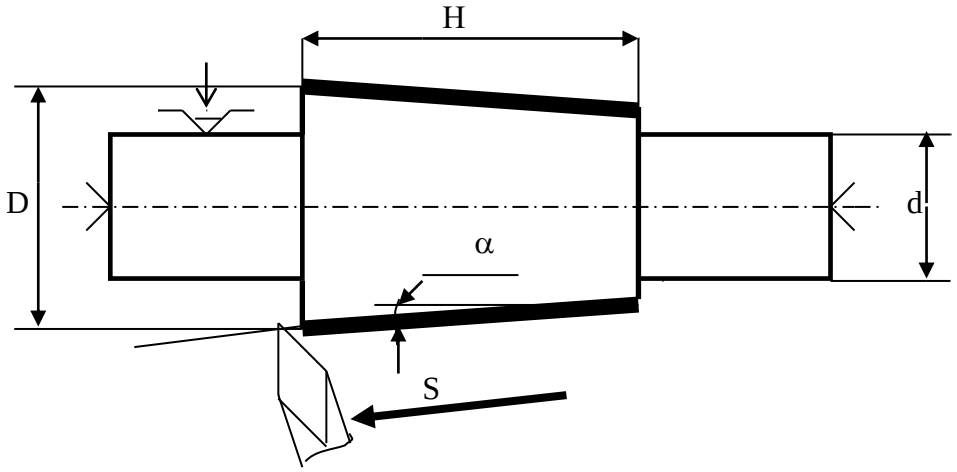


Рисунок 5 - Эскиз обработки

Размеры конуса (Вариант 4): D = 240мм; d = 176мм; L = 50мм.

1.1.1 Угол наклона конуса α°

$$tg\alpha = \frac{D-d}{2L} = \frac{240-176}{50} = 0{,}64$$ α = 36° - угол наклона конуса (1)

Конусность $K = \frac{D-d}{L} = \frac{240-176}{50} = 1{,}28$ (2)

AB - длина образующей конуса

$$AB = \frac{D-d}{2\sin\alpha} = \frac{240-176}{2\sin 36} = 59{,}7 \text{ мм}$$ (3)

1.1.2 Угол поворота верхних салазок суппорта β = α = 36°

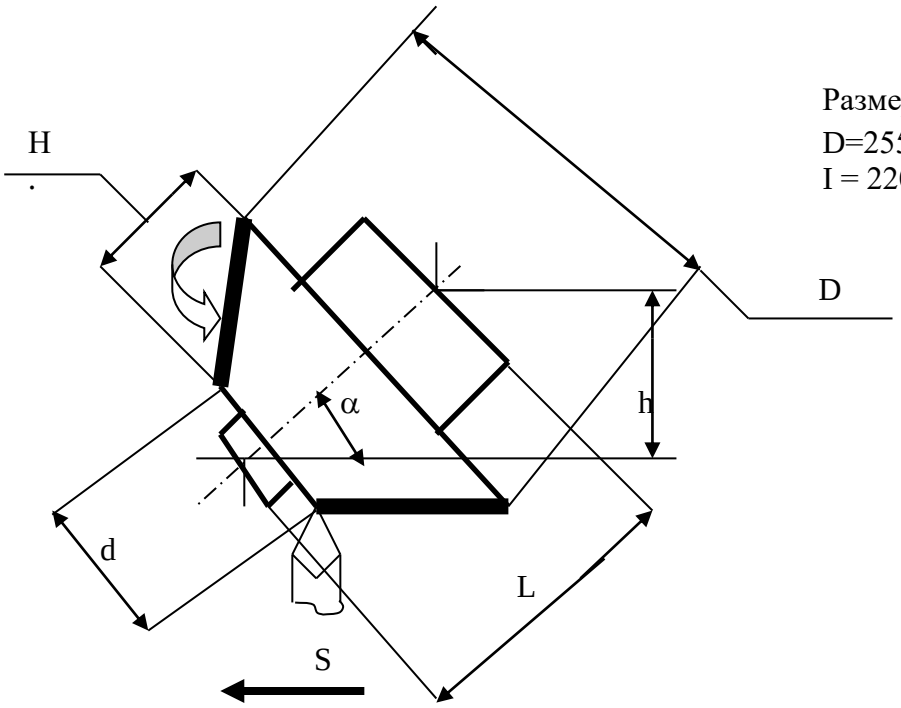
1.1.3 Длина рабочего хода салазок Lр.х, мм

$$L_{рх} = AB + l_{доп} + l_{вр} + l_{пер}$$ **(4)**

$$L_{рх} = \frac{l}{\cos\alpha} = \frac{50}{\cos 36} = 59{,}2 \text{ мм}$$ (5)

Применение данного способа возможно для обработки наружных и внутренних поверхностей конусов небольшой длины

1.2. Смещением центра задней бабки.



Размеры конуса:
D=255мм; d=230мм; L=275мм;
I = 220мм

Рисунок 6 - Эскиз обработки

Угол наклона конуса α°

$$tg\alpha = \frac{D-d}{2l}$$

$$tg\alpha = \frac{255-230}{2\cdot 220} = 0{,}057$$ α=3,6°

Величина смещения центра задней бабки h, мм

$$h = L \bullet \frac{D-d}{2l} \bullet \cos\alpha \qquad (6)$$

$$h = 275 \bullet \frac{255-230}{2 \cdot 220} \bullet \cos 3{,}6^{\circ} = 20{,}6 мм$$

Конусность К

$$K = \frac{D-d}{L}$$

$$K = \frac{255-230}{220} = 0{,}11$$

Длина рабочего хода салазок Lр.х, мм

$$L_{рх} = \frac{l}{\cos\alpha}$$

$$Lpp = \frac{220}{\cos 3{,}6^{\circ}} = 220{,}4 мм$$

Вывод:

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Практическое занятие

Изучение наладки станков сверлильно-расточной группы

Цель:

Изучение основных видов сверлильных станков, их назначение.

Задание:

Изучив рисунки с основными типами сверлильных станков, вписать в таблицу номера рисунков, соответствующих названию типа станка.

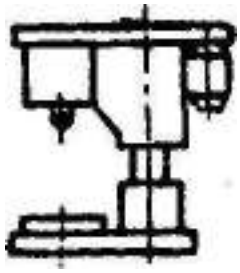


Рис.1

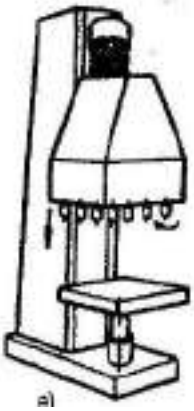


Рис.2

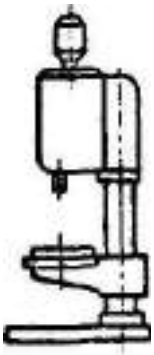


Рис.3

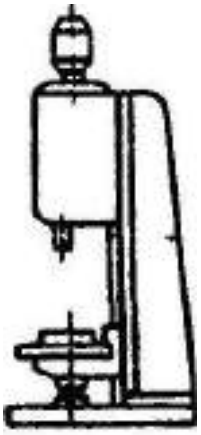


Рис.4

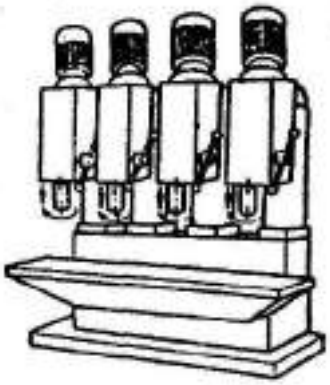


Рис.5

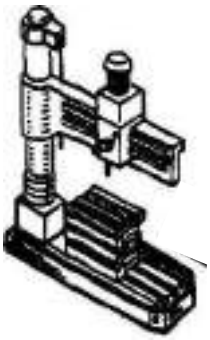


Рис.6

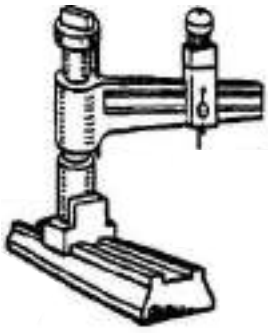


Рис.7

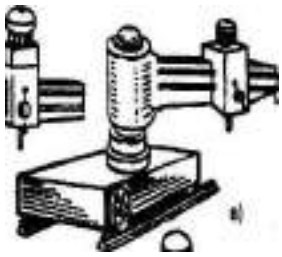


Рис.8

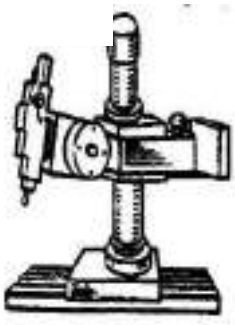


Рис.9

Таблица

Номер рисунка	Станок
	Радиально-сверлильный стационарный общего назначения
	Многошпиндельные станки с постоянными шпинделями, имеющими одну общую станину
	Настольный одношпиндельный станок
	Многошпиндельные станки с переставными шар-

	нирно соединенными шпинделями
	Радиально-сверлильный с колонной, перемещающейся по направляющим станины
	Одношпиндельный средних размеров на коробчатой основе
	Радиально-сверлильный передвижной по рельсам
	Одношпиндельный средних размеров на круглой колонне
	Переносной радиально-сверлильный

Указания по выполнению работы:

Внимательно посмотрите на рисунки сверлильных станков. Определите к какому станку относится каждый рисунок, затем заполните таблицу.

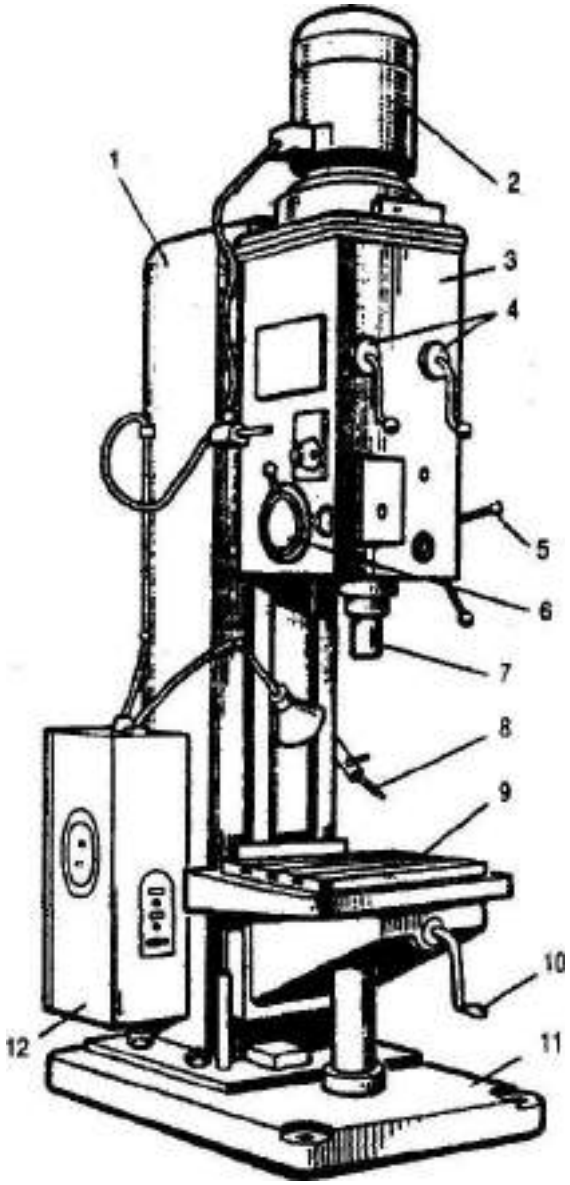
Контрольные вопросы:

1. Какие операции выполняют на сверлильных станках.
2. Как расшифровать модель сверлильного станка.

Цель:
Изучение основных узлов сверлильного станка, их назначение.

Задание:

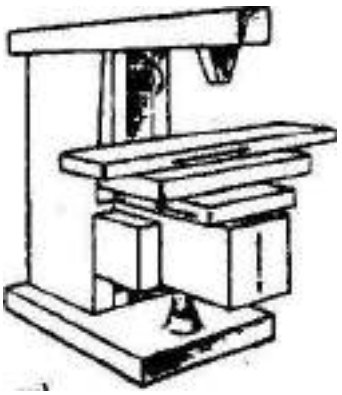
Изучив схему управления вертикально-сверлильного станка, вписать в таблицу обозначения органов управления станка соответствующими цифрами.



Таблица

Обозначение на рис.	Наименование
1	2
	Станина (колонна)
	Стол станка
	Сверлильная головка
	Шпиндель станка
	Двигатель
	Рукоятки переключения коробок скоростей и подач
	Штурвал ручной подач
	Лимб контроля глубины обработки
	Сопло охлаждения
	Рукоятка подъёма стола
	Фундаментная плита
	Шкаф электрооборудования

Указания по выполнению работы:



В графе 1 Вы записываете цифры со схемы, которые соответствуют обозначениям органов управления станка *в графе 2*.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите основные узлы сверлильного станка.
2. Укажите назначение узлов сверлильного станка.

Практическое занятие

Изучить устройство универсального фрезерного станка, расположение его органов управления и кинематику движений

Цель:

Изучение основных типов фрезерных станков, их назначение.

Задание:

Изучив рисунки с основными типами фрезерных станков, вписать в таблицу номера рисунков, соответствующих названию типа станка.

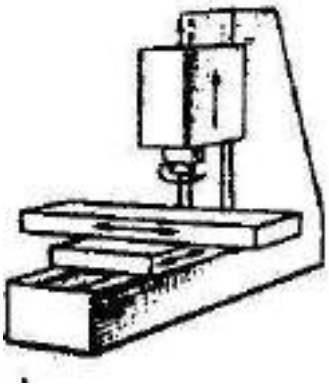


Рис.1

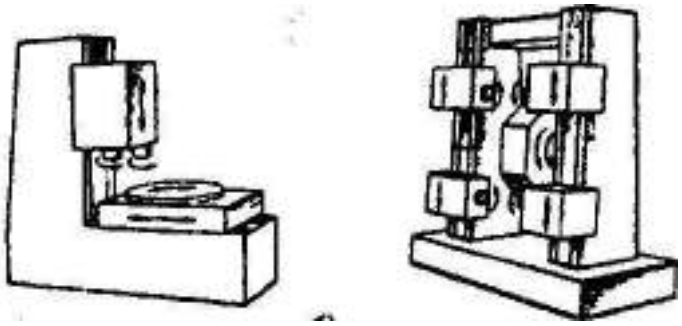


Рис.2

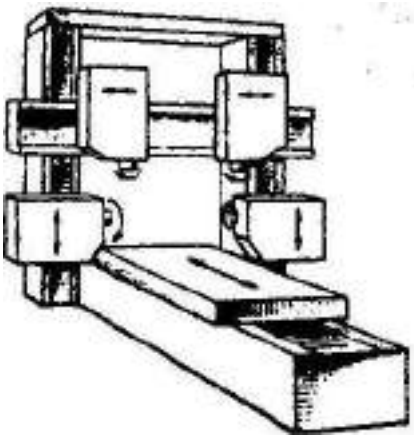


Рис.3

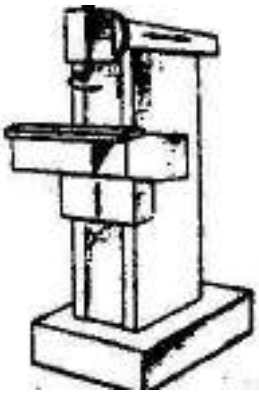


Рис.4

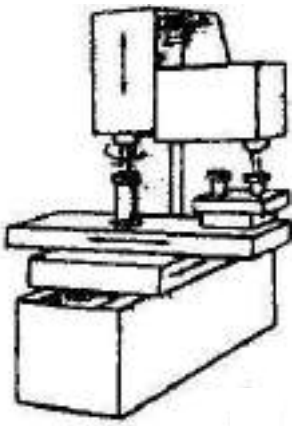
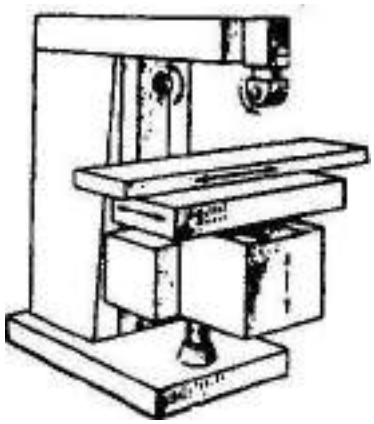


Рис.5

Рис.6



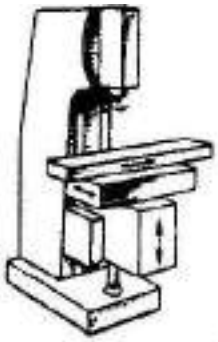


Рис.7

Таблица

Номер рисунка	Тип станка
	Консольные вертикально-фрезерные станки
	Станки непрерывного действия (карусельно-фрезерные и барабанно- фрезерные)
	Продольно-фрезерные
	Копировальные станки (вертикальные и горизонтальные)
	Вертикально-фрезерные бесконсольные
	Горизонтальные консольно-фрезерные
	Широкоуниверсальные фрезерные станки

Указания по выполнению работы:

Внимательно посмотрите на рисунки фрезерных станков. Определите к какому типу фрезерного станка относится каждый рисунок, затем заполните таблицу.

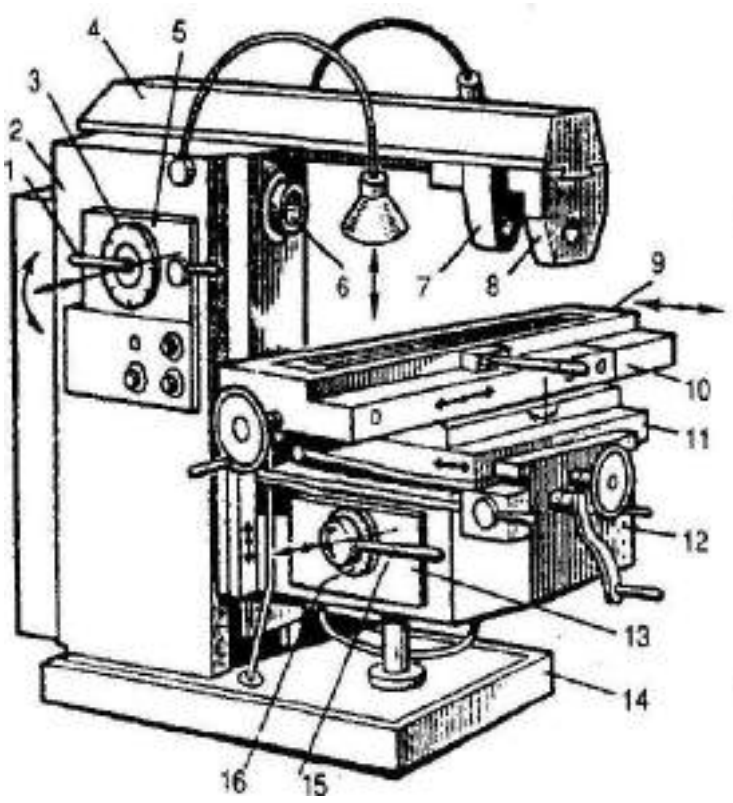
Контрольные вопросы:

1. Какие операции выполняют на фрезерных станках.
2. Как расшифровать модель фрезерного станка.

Цель:
Изучение основных узлов фрезерного станка, их назначение.

Задание:

Изучив схему управления фрезерного станка, вписать в таблицу обозначения органов управления станка соответствующими цифрами.



Таблица

Обозначение на рис.	Наименование
1	2
	Станина
	Фундаментная плита
	Салазки
	Консоль
	Поворотная плита с горизонтальными продольными направляющими
	Стол
	Коробка скоростей
	Лимб контроля глубины обработки
	Рукоятка для переключения скоростей
	Коробка подач с электродвигателем
	Рукоятка включения подачи
	Шпиндель
	Выдвижной хобот
	Подвески (кронштейны)

Указания по выполнению работы:

В графе 1 Вы записываете цифры со схемы, которые соответствуют обозначениям органов управления станка *в графе 2*.

Контрольные вопросы:

- Перечислите основные узлы фрезерного станка.
- Укажите назначение узлов фрезерного станка.

Практическое занятие
Расчёт настройки зубодолбёжного станка модели 514 на обработку зубчатого колеса

Цель работы:

1 Ознакомиться с устройством и принципом работы станка, расположением гитар настройки

2 Научиться рассчитывать:

2.1 Длину рабочего хода долбяка Lp.x, мм

2.2 Кинематическую цепь главного движения – требуемое число двойных ходов долбяка **n**, дв. ход/мин

2.3 Кинематическую цепь вращения долбяка – круговую подачу Sкр, мм/дв.ход

2.4 Кинематическую цепь движения деления и обкатки – вращение заготовки

2.5 Кинематическую цепь врезания долбяка – движение радиальной подачи

Задание:

1 Выполнить полный расчёт настройки зубодолбёжного станка на обработку зубчатого колеса

2 Выполнить эскиз обработки детали на станке и схемы наладки станка

3 Дать описание настройки станка

4 Составить отчёт

Порядок выполнения работы

1 Ознакомиться с заданием согласно варианту

2 Изучить кинематическую схему станка и принцип его работы

3 Согласно данных варианта и используя формулы настройки кинематических цепей выполнить расчёты:

3.1 Длины рабочего хода долбяка

3.2 Кинематической цепи главного движения – требуемое число двойных ходов долбяка

3.3 Кинематической цепи настройки круговой подачи (вращение) долбяка

3.4 Кинематической цепи настройки движения деления и обкатки – вращение заготовки

2.5 Кинематической цепи настройки врезания долбяка – движение радиальной подачи

4 При выборе сменных шестерён гитар руководствоваться паспортными данными станка

Варианты заданий

№ варианта	Материал заготовки	Модуль долбяка m, мм	Вид обработки	Перебег долбяка К, мм	Ширина венца В, мм	Число зубьев долбяка z_g	Число зубьев колеса $z_{изд}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Сталь 15 140 НВ	2	Чистовое нарезание	4	25	38	38
2	Сталь 45 210…229 НВ	3	Черновое нарезание	6	30	25	50
3	Чугун 140..220 НВ	4	Чистовое нарезание	4	20	19	38
4	Бронза до 150 НВ	4	Чистовое нарезание	6	40	25	80
5	Сталь 40Х до 217 НВ	2,5	Черновое нарезание	4	20	40	64
6	Сталь 45 229 НВ	2	Чистовое нарезание	4	15	50	56
7	Чугун 210 НВ	2	Черновое нарезание	4	25	50	40
8	Бронза 100 НВ	3	Чистовое нарезание	6	30	25	25
9	Сталь 15 120 НВ	5	Чистовое нарезание	4	20	20	55
10	Чугун 220 НВ	4	Черновое нарезание	6	30	25	32
11	Чугун 150 НВ	4	Черновое нарезание	5	40	25	15
12	Сталь 45 220 НВ	3	Чистовое нарезание	6	45	34	18
13	Сталь 40Х 217 НВ	2,5	Чистовое нарезание	4	20	30	35
14	Бронза 100 НВ	4	Черновое нарезание	4	40	25	45
15	Чугун 210 НВ	4	Черновое нарезание	6	40	25	50

Пример составления отчета

Практическая работа

Цель работы:

1 Ознакомиться с устройством и принципом работы станка, расположением гитар настройки

2 Научиться рассчитывать:

2.1 Длину рабочего хода долбяка Lр.х, мм

2.2 Кинематическую цепь главного движения – требуемое число двойных ходов долбяка **n**, дв. ход/мин

2.3 Кинематическую цепь вращения долбяка – круговую подачу Sкр, мм/дв.ход

2.4 Кинематическую цепь движения деления и обкатки – вращение заготовки

2.5 Кинематическую цепь врезания долбяка – движение радиальной подачи

Задание:

1 Выполнить полный расчёт настройки зубодолбёжного станка на обработку зубчатого колеса

2 Выполнить эскиз обработки детали на станке и схемы наладки станка

3 Дать описание настройки станка

4 Составить отчёт

Таблица 1 – Исходные данные

№ варианта	Материал заготовки	Модуль долбяка m, мм	Вид обработки	Перебег долбяка К, мм	Ширина венца В, мм	Число зубьев долбяка z_g	Число зубьев колеса $z_{изд}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Сталь 40Х 149 НВ	4	Чистовое нарезание	4	35	25	25

Выполнение работы

1 Настройка кинематической цепи главного движения резания

1.1 Длина хода долбяка Lрх, мм

$$L = B + 2 \times K; \qquad (1)$$

где К – перебег долбяка, мм

В – ширина венца, мм

$L = 35 + 2 \times 4 = 43мм$

1.2 Расчётное число двойных ходов долбяка в минуту $n_{расч}$, дв.ход/мин

$$n_{расч} = \frac{1000 \times V_{рез.}}{2 \times (B + 2K)}; \qquad (2)$$

где $V_{рез}$ – средняя скорость резания, м/мин, (приложение, т.1)

К – величина перебега долбяка, мм

В – ширина венца, мм

$V_{рез}$=20 м/мин, [Приложение, т.1]

$$n_{расч} = \frac{1000 \times 20}{2 \times (35 + 2 \times 4)} = 232 \left[\frac{дв.ход}{мин} \right]$$

Принимаем по паспорту фактическое значение дв.ход/мин

$n_ф$=172 дв.ход/мин [3, с.263] в коробке скоростей включены колёса $\frac{29}{81}$

Уравнение кинематической цепи главного движения резания

$$n_{дв.ход/мин} = 1410 \times \frac{100}{280} \times 0{,}985 \times \frac{29}{81} = 172 \text{ дв.ход/мин}$$ (см. рис.2)

1.3 Настройка кинематической цепи круговых подач вращения долбяка

Определяем величину передаточного отношения сменных колёс гитары окружных подач и подбираем число зубьев сменных колёс e, f

$$\frac{z_e}{z_f} = \frac{366 \times S_{окр}}{m \times z_д}; \quad (3)$$

где $S_{окр}$ – окружная скорость долбяка, мм на 1 дв.ход

$z_д$ – число зубьев долбяка

m – модуль, мм

$S_{окр}$=0,3 мм/дв.ход [Приложение, т.2]

$$\frac{z_e}{z_f} = \frac{366 \times 0,3}{4 \times 25} = 1,098$$

30

Принимаем $\frac{z_e}{z_f} = \frac{47}{42} = 1,12$ [Приложение, т.3], см. рис.3

Абсолютная погрешность составляет 1,12-1,098=0,012

1.4 Настройка кинематической цепи деления и обкатки (вращение заготовки)

Определяем величину передаточного отношения сменных колёс гитары деления и подбираем число зубьев сменных колёс a, b, c, d

$$\frac{z_a}{z_b} \times \frac{z_c}{z_d} = 2,4 \times \frac{z_g}{z_{изд}}; \quad (4)$$

где z_g – число зубьев долбяка

$z_{изд}$ – число зубьев колеса

$$\frac{z_a}{z_b} \times \frac{z_c}{z_d} = 2,4 \times \frac{25}{25} = 2,4$$

$$\frac{z_a}{z_b} \times \frac{z_c}{z_d} = \frac{24}{20} \times \frac{60}{30} = 2.4$$ (1, с.149), см. рис.4

Проверка сцепляемости ЗК гитары

$a + b \geq c + (15...20)$ $24 + 20 \geq 60 + 20$

$c + d \geq b + (15...20)$ $60 + 30 \geq 20 + 20$

условие сцепления не выполняется

для обеспечения сцепления необходимо колёса поменять местами, что не изменяет передаточного отношения

$\frac{60}{20} \times \frac{24}{30}$, тогда

$60 + 20 \geq 24 + 20$ *условие сцепления*

$24 + 30 \geq 20 + 20$, *выполняется*

1.5 Настройка кинематической цепи радиальных подач – врезание долбяка

Определяем величину передаточного отношения сменных колёс гитары радиальных подач и подбираем число зубьев сменных колёс K, l

$$\frac{z_k}{z_l} = \frac{1600 \times S_{рад}}{t}; \quad (5)$$

где $S_{рад}$ – радиальная подача, мм/дв.ход

31

Величина радиальной подачи принимается равной 0,2 от выбранной окружной подачи

t – величина подъёма кулачка, мм

t = 76,8 мм [паспортные данные станка]

Величина врезания долбяка в заготовку С , мм

$$c = 2{,}25 \times m; \quad (6)$$

$$c = 2{,}25 \times 4 = 9мм$$

Число проходов k=1 принимается для нарезания колёс с модулем до 3 мм из мягких углеродистых сталей

Число проходов k=2 принимается для нарезания колёс с модулем до 5 мм из материала средней твёрдости

Число проходов k=3 принимается для нарезания колёс с модулем до 5 мм из твёрдых сталей

$$S_{рад} = 0{,}2 \times S_{окр} = 0{,}2 \times 0{,}3 = 0{,}06мм/дв.ход \text{ (1, с.148)}$$

$$\frac{z_k}{z_l} = \frac{1600 \times 0{,}06}{76{,}8} = 1{,}25$$

Принимаем:

$$\frac{z_k}{z_l} = \frac{40}{40} = 1$$

Абсолютная погрешность составляет 0,025 [Приложение, т.4], см. рис.5

<u>Число проходов k=2 принимается для нарезания колёс с модулем до 5 мм из материала средней твёрдости</u>

2 Эскиз обработки детали на станке и схемы наладки станка

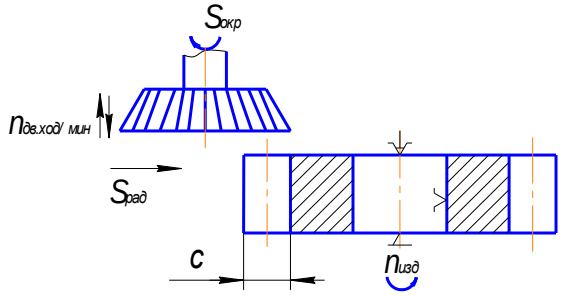


Рисунок 1 - Эскиз обработки детали

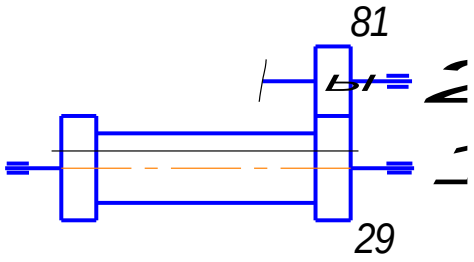


Рисунок 2 - Цепь настройки главного движения резания

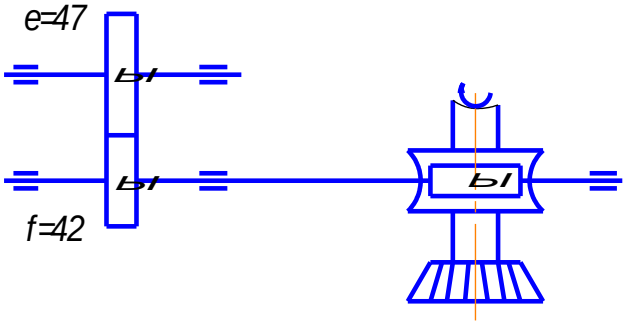


Рисунок 3 - Цепь настройки круговых подач (вращения долбяка)

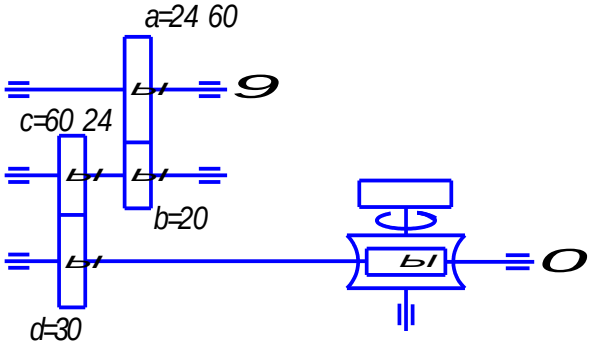


Рисунок 4 - Цепь настройки вращения заготовки

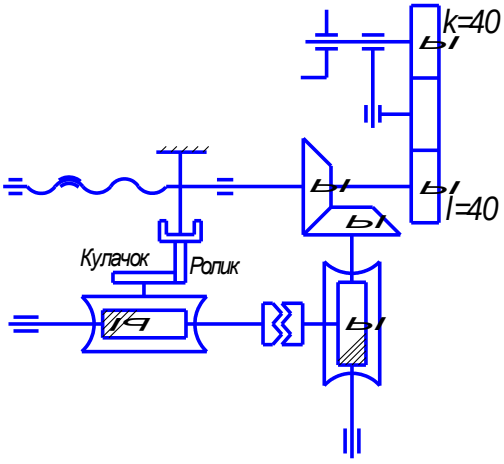


Рисунок 5 - Цепь настройки радиальных подач шпиндельной бабки

3 Описание настройки станка

3.1 Блок коробки скоростей устанавливаем так, чтобы в зацепление входили шестерни z=29 и z=81, т.е. $\frac{z_{ведущ}}{z_{ведом}} = \frac{29}{81}$

3.2 Пользуясь указателем и шкалой, устанавливаем на диске кривошипный палец на величину длины хода долбяка – 43 мм. Для этого опускаем гайку, крепящую кривошипный палец по диску с помощью регулировочного винта. После чего гайку опять закрепляем.

3.3 Устанавливаем в гитару круговых подач сменные шестерни z_e=47; z_f=30.

3.4 Устанавливаем в гитару деления сменные шестерни z_a=60; z_b=20; z_c=24; z_d=30.

3.5 Устанавливаем в гитару радиальных подач сменные шестерни z_k=40; z_l=40.

3.6 Устанавливаем двухпроходный кулачок.

3.7 Настраиваем глубину врезания рычагом 6 (1, с.145, фигура 62), включаем муфту радиальной подачи. Подводим долбяк к заготовке так, чтобы режущие кромки его зубьев находились на уровне цилиндрической поверхности заготовки. Поднимаем долбяк в крайнее верхнее положение и передвигаем каретку с долбяком в сторону изделия на величину близкую к высоте нарезаемых зубьев:

-устанавливаем кулачок так, чтобы ролик 9 оказался в его впадине, а долбяк отошёл от изделия влево;

-устанавливаем долбяк по высоте на уровне изделия, подводим к заготовке до соприкосновения с ней.

Приложение [1, с.145…149]

Таблица 1 – Выбор скорости резания

Материал заготовки	Модуль нарезаемого колеса, мм		
	2-5	5-8	8-12
	Скорость резания $V_{рез}$, мм		
Стали 15Х, 20Х(твёрдость до 180 НВ)	20-15	15-12	12-10
Сталь 45 отожжённая (твёрдость 120-150 НВ)	22-18	18-15	15-12
Сталь 45 (твёрдость 210-250 НВ)	20-15	15-12	12-10
Чугун (твёрдость 140-220 НВ)	21-18	18-15	15-12
Бронза (твёрдость до 150 НВ)	25-20	20-18	18-15

Таблица 2 – Величина окружной подачи

Вид обработки	Обрабатываемый материал	Рекомендуемая величина окружной подачи ($S_{окр}$) в мм на 1 дв.ход
Чистовое нарезание	Сталь (180-230 НВ) Чугун (до 230 НВ)	0,25-0,3 0,35
Черновое нарезание	Сталь (180-230 НВ) Чугун (до 230 НВ)	0,28-0,34 0,4

Таблица 3 – Сменные колёса окружной подачи

Число зубьев	e	34	39	42	47	50	55

Величина окружной подачи в мм на 1 дв.ход	f	55	50	47	42	39	34
	$S_{окр}$	0,17	0,21	0,24	0,3	0,35	0,44

Таблица 4 – Сменные колёса радиальной подачи

Средняя величина радиальной подачи в мм на дв.ход		0.024	0.048	0.095
Число зубьев сменных колёс	k	25	40	50
	l	50	40	25

Набор сменных зубчатых колёс для гитары деления:

20	23	24	25	26
30	33	34	35	37
38	40	41	43	45
47	48	50	55	58
60	62	65	70	74
80	85	90	92	95
97	98	100	120	

Набор сменных колёс для гитары круговых подач:

$$\frac{z_e}{z_f} = \frac{34}{55}; \frac{39}{50}; \frac{42}{47}; \frac{50}{39}; \frac{55}{34}$$

Набор сменных колёс для гитары радиальных подач:

$$\frac{z_k}{z_l} = \frac{25}{50}; \frac{40}{40}; \frac{50}{25}; \frac{60}{23}$$

Практическое занятие

Ознакомление с устройством и работой основных механизмов сверлильного станка с ЧПУ, наладкой станка на обработку заданной детали

Цель работы:

1. Ознакомиться с назначением станка, принципом работы основных механизмов.

2. Ознакомиться с наладкой и настройкой станка на обработку заданной детали.

Задание:

1Составить краткий паспорт на станок: назначение, основные характеристики, движения в станке, основные узлы, кинематика движений в станке.

2 Ознакомиться с чертежом детали.

3 Дать эскиз обработки детали.

4Составить программу обработки заданной детали с определением параметров и режимов резания.

5 Составить отчёт.

Оборудование и инструмент:

1 Сверлильный станок с ЧПУ.

2 Режущий и вспомогательный инструмент.

Литература и наглядные пособия:

1 Локтева С.Е. «Станки с программным управлением» М., Машиностроение, 1979г., 288-е.

2 Паспорт на станок.

3 Чертёж детали

Таблица - Варианты заданий:

Вариант	Модель станка	Название станка	УЧПУ
1	2Р135Ф2	Вертикально-сверлильный	
2	СС2В-05ПМФ4	Вертикально-сверлильный многоцелевой	2С-42-65-18
3	ОС22-08ПМФ4	Одесский вертикально-сверлильный	2С-42-65
4	КС2440СФ4	Куйбышевский вертикально-сверлильный	2С-42-65
5	ИР500ПМФ4	Ивановский многоцелевой обрабатывающий центр	«FANUS»

Модели станков могут быть изменены преподавателем.

Выполнение работы

1 Краткий паспорт на станок

1.1 Назначение станка

В данном разделе должно быть указано: какие работы выполняются на данном станке; какой используется инструмент; в каком режиме работает станок; его конструктивные особенности, отличные от обычного станка без ЧПУ; в каком производстве может быть использован; класс точности; расшифровать модель станка; тип УЧПУ.

1.2 Основные характеристики

Указать предельные размеры обрабатываемой детали; способы регулирования скорости главного движения; движения подач; дискретность перемещений, скорость быстрых перемещений; основные габаритные размеры станка; мощность и частоты вращения электродвигателей и их характеристика; характеристика устройства ЧПУ, пульта управления, гидростанции и стружкоуборочного конвейера.

1.3 Движения в станке

Дать описание рабочих движений, вспомогательных, согласованных и позиционных.

Обозначить выбранные оси координат.

1.4 Выполнить схему общего вида станка с обозначением позиций основных узлов и названия узлов.

1.5Описать кинематику движений станка по кинематической схеме.

2 Технология обработки заданной детали: эскиз детали, операционный эскиз, программа обработки.

Пример составления отчета

Цель работы:

1 Ознакомиться с назначением станка, принципом работы, устройством основных механизмов.

2 Ознакомиться с наладкой и настройкой станка на обработку заданной детали.

Задание:

1 Составить краткий паспорт на станок: назначение, основные характеристики, движения в станке, основные узлы, кинематика движений в станке.

2 Ознакомиться с чертежом детали.

3 Дать эскиз обработки детали.

4 Составить программу обработки заданной детали с определением параметров и режимов резания.

5 Составить отчёт.

Оборудование и инструмент:

1 Сверлильный станок с ЧПУ.

2 Режущий и вспомогательный инструмент.

Литература и наглядные пособия:

1 Локтева С.Е. «Станки с программным управлением» М., Машиностроение, 1979г., 288-е.

2Паспорт на станок.

3 Чертёж детали

Выполнение работы

1 Назначение станка

Вертикально-сверлильный станок 2Р135Ф2 предназначен для сверления, зенкерования, развёртывания, нарезания резьбы, торцового подрезания деталей и т. д. в условиях мелкосерийного и серийного производства. Наличие на станке револьверной головки для автоматической смены инструмента и крестового стола с программным управлением позволяет осуществить координатную обработку деталей типа крышек, фланцев, панелей и т. д. без предварительной обработки, разметки и кондукторов. Имеющийся диапазон скоростей и величин подач обеспечивает обработку деталей из стали, чугуна и цветных металлов.

Класс точности станка П.

2 Техническая характеристика станка

Наибольший диаметр сверления – 35 мм.

Наибольший диаметр нарезаемой резьбы – М24 мм

Число инструментов – 6.

Число частот вращения шпинделя (общее и по программе) – 12 и 12.

Пределы частот вращения шпинделя – 32-1400 об/мин.

Число подач по оси Z – 18.

Приделы рабочих подач по оси Z – 10-500 мм/мин.

Скорости быстрых перемещений по осям координат: X, Y – 3800 мм/мин; Z – 3850 мм/мин.

Рабочая подача – 32-500 мм/мин.

Поверхность стола - 400×600мм

Габаритные размеры станка - 2500×1800×2700 мм.

3 Позиционное устройство ЧПУ типа «Координата С-70(3)» обеспечивает перемещение стола станка по координатам X, Y при позиционировании, управлением перемещением инструмента по оси Z (от перфоленты); позволяет управлять поворотом револьверной головки, выбирать величину рабочей подачи и частоты вращения шпинделя. Устройство имеет цифровую индикацию, предусмотрен ввод коррекции на длину инструмента. Система ЧПУ – замкнутая, в качестве измерительного инструмента используются кодовые преобразователи. Точность позиционного стола и суппорта составляет 0,05 мм. Число управляемых координат (всего и одновременно) – 3 и 2.

4 Основные узлы

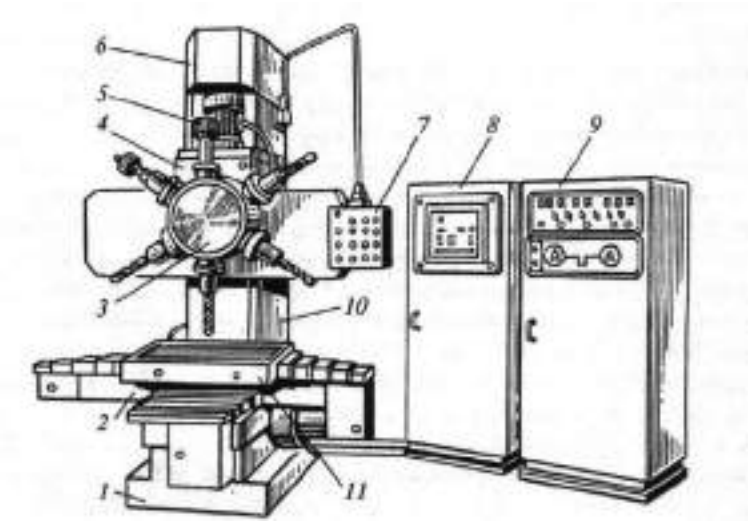


Рисунок 1 – основные узлы станка

1 – основание, 2 – салазки стола, 3 – револьверная головка, 4 – суппорт, 5 – КС, 6 – редуктор подач, 7 – пульт управления, 8 шкаф электрооборудования, 9 – устройство ЧПУ, 10 – колонна, 11 - стол

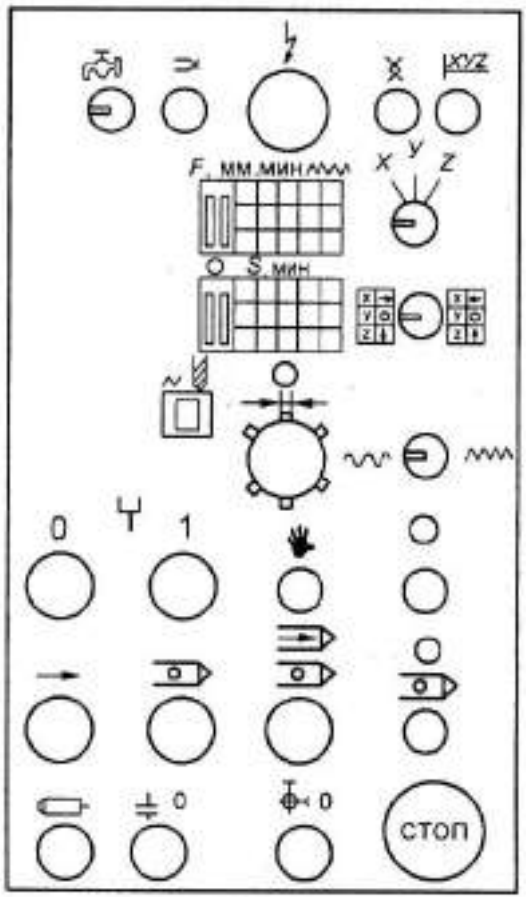


Рисунок 2 – Пульт управления

Условное обозначение	Выполняемая функция
	Сигнальная лампа «Включение двигателя»
	Кнопка «Поворот револьверной головки»
	Сигнальная лампа «Поворот револьверной головки»
	Декадный переключатель «Выбор номера инструмента»
	Декадный переключатель «Выбор частоты вращения шпинделя»
	Декадный переключатель «Выбор подачи»
	Переключатель «Выбор режимов работы»
	Сигнальная лампа «Установка нуля» Кнопка «Установка нуля»
	Кнопка «Пуск станка»
	Сигнальная лампа «Смена комплекта инструмента в револьверной головке»
	Кнопка «Ввод программы»
	Сигнальная лампа «Конец программы»
	Кнопка «Пуск программы»
	Сигнальная лампа «Предварительный стоп в цикле» Тумблер «Предварительный стоп в цикле»
	Кнопка «Стоп программы»
	Кнопка «Аварийный стоп»
	Тумблер «Выбор направления перемещения рабочих органов»

Рисунок 3 - Условные обозначения функций, выполняемых оператором с пульта управления станком

5 Движения в станке

Главное движение – вращение инструмента в шпинделе револьверной головки.

Движение подачи – осевое перемещение шпинделя с инструментом.

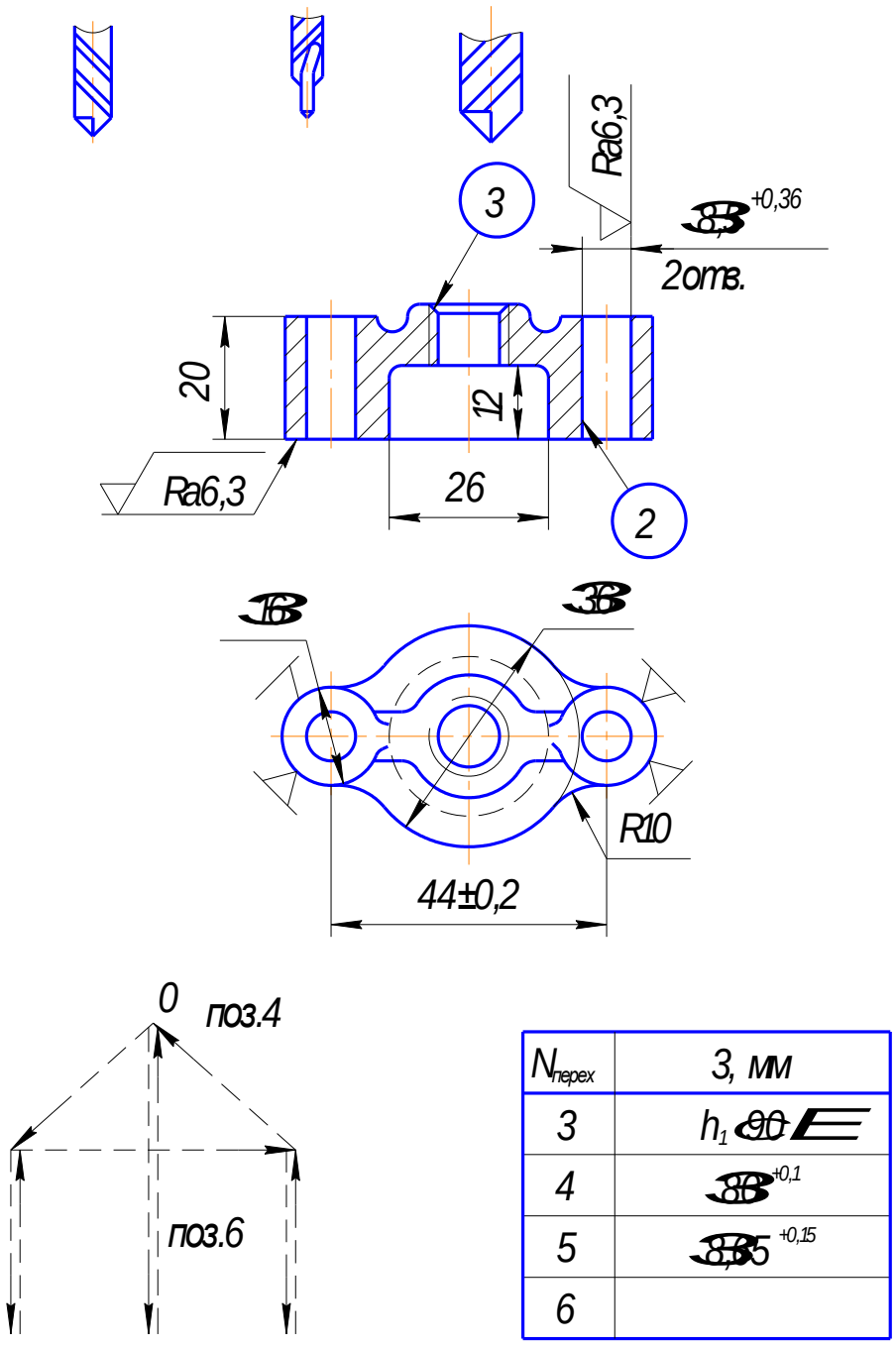
Вспомогательное движение – Движение позиционного стола по осям X, Y; установочное перемещение шпиндельной головки по оси Z.

6 Управляющая программа

1 G90 G01 G58 X0 Y0 F400
2 G44 H8Z0
3 S500 M14
4 X-116 F100
5 Z10 F4000
6 G53 G49 Z0 M05
7 X281.35 Y185
16 G01 Z50 F4000
17 G53 G49 Z0 M05
18 X281.35 Y185
19 T10 M06
20 G90 G01 G59 X0 Y0 F4000
21 G44 H10 Z3
22 S1500 M14
30 T8 M06
31 M30

8 T9 M06
9 G90 G01 G59 X0 Y0 F4000
10 G44 H9 Z3
11 S800 M14
12 S81 U3 Z-613 F50
13 X22 G81 U3 Z-413 F50
14 X44 G81 U3 Z-613 F50
15 G80
23 G81 U3 Z-1513 F50
24 X22 Z-27.13 F50
25 X44 G81 U3 Z-27.13 F50
26 G80
27 G01 Z50 F4000
28 G53 G49 Z0 M05
29 X281.35 Y185

7. Схема обработки детали на станке



$N_{перех}$	З, мм
3	h_1
4	
5	
6	

Рисунок 4 - Схема обработки детали

Список литературы

Основные источники:

1. Аверьянов, О. И. Технологическое оборудование: учебное пособие / О.И. Аверьянов, И.О. Аверьянова, В.В. Клепиков. — Москва: ИНФРА-М, 2024. — 238 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-019640-4. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2131730

2. Вереина Л. И. Технологическое оборудование: учебное издание / Вереина Л.И. - Москва: Академия, 2023. - 336 с. (Специальности среднего профессионального образования). - URL: https://academia-moscow.ru - Режим доступа: Электронная библиотека «Academia-moscow». - Текст: электронный

Дополнительные источники:

1. Балла О.М. Технологии и оборудование современного машиностроения. Издательство Лань. 2020
2. Моряков О.С. Оборудование машиностроительного производства (2-е изд., стер.) учебник, 2013
3. Новиков В.Ю. Технология машиностроения: В 2 ч.Ч. 1+2 (3-е изд., стер.) учебник, 2014
4. Чернов Н.Н. Технологическое оборудование. учебник 2009
5. Черпаков Б.И., Вереина Л.И. Технологическое оборудование машиностроительного производства. М.: Академия, 2015

Электронные ресурсы:

1. http://www.industry.by/
2. http://www.efremova.info/word/meritel.html/- Толковый словарь Ефремовой
3. http://www.riword.com1.ru http://ru.wikipedia.org –Интернет энциклопедия
4. http://www.splav.kharkov.com/

- http://www.drillings.ru/tverdsplav

Приложение 2.1.17
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ОП 13 «Основы организации производства (основы экономики, права и управления)»

2025

Методические рекомендации по выполнению практических работ разработаны на основе рабочей программы и Федерального государственного образовательного стандарта для специальности среднего профессионального образования (далее СПО **15.02.09 Аддитивные технологии.**

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Алексашина С.О. преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Пояснительная записка

Практические работы по дисциплине «Основы бережливого производства» – это планируемая учебная работа обучающихся, выполняемая в аудитории по заданиям и при методическом руководстве преподавателя.

Выполнение практических работ по учебной дисциплине «ОП 13 Основы организации производства (основы экономики, права и управления)» обеспечивает достижение обучающимися следующих результатов:

Личностных:

- способность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, профессиональные и культурные различия;
- готовность и способность к саморазвитию и самовоспитанию, к самостоятельной и ответственной деятельности;
- Относится к изменениям позитивно, настраивается на изменения, преодолевает внутреннее сопротивление.

Метапредметных:

- владеть навыками разрешения проблем; способностью и готовностью к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания;
- анализировать достоинства и недостатки организации производства и обслуживания;
- Соблюдает нормы экологической безопасности.

Предметных:

- способность применять теории и методы теоретической и прикладной инноватики, систем и стратегий управления, управления качеством инновационных проектов;
- раскрывать на примерах изученные теоретические положения и понятия социально-экономических и гуманитарных наук;
- разрабатывать методики внедрения бережливого производства в процесс управления персоналом;
- проводить анализ существующих потерь в планировании персонала предприятия;
- Правильно и эффективно организовывает свое рабочее место, используя принципы визуального контроля;
- Устраняет потери с помощью организации потока единичных изделий.

Видами занятий для практических работ являются:

- *для владения знаниями:* чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), просмотр обучающих видео-лекций, ознакомление с нормативными документами и др.

- *для закрепления и систематизации знаний* проработка конспекта лекций, учебников, учебных пособий и обязательной литературы, составление глоссария, составление таблиц, выполнение тестовых заданий, решение практических заданий, выполнение учебно-познавательных заданий и др.

- *для формирования умений:* проведение исследований, умение анализировать и находить пути решения, разработка проекта внедрения принципов бережливого производства на предприятии или в офисе.

- *для использования приобретённых знаний и умений в практической деятельности и повседневной жизни:* совершенствование собственной познавательной деятельности; решение практических жизненных проблем, возникающих в социальной деятельности; приведение возможных последствий, определённых экологических действий.

Формы контроля практических работ:

- просмотр и проверка выполнения практической работы преподавателем;
- организация взаимопроверки выполненного задания в группе;
- обсуждение результатов выполненного задания в группе;

Критерии оценки результатов практической работы:

- уровень освоения учебного материала;
- уровень владения умениями применять полученные знания при выполнении заданий;
- обоснованность и чёткость изложения материала;
- уровень владения базовым понятийным аппаратом по изучаемой теме;
- уровень умения сформулировать собственную позицию, оценку и аргументировать её.

Перечень практических работ

1	**Практическая работа №1-2:** Особенности основных производственных процессов и основные принципы организации производственных процессов. Расчет деятельности производственного цикла
2	**Практическая работа №3-4**: Формирование организационной структуры малого промышленного предприятия
3	**Практическая работа №5-6:** Определение основных критериев отбора и продвижения кадров на предприятии
4	**Практическая работа №7-8:** Шесть сигм. Разработка плана внедрения на судостроительном предприятии
5	**Практическая работа №9-10:** Инструменты бережливого производства
6	**Практическая работа №11-12:** Особенности формирования и поддержания оборотных средств предприятия
7	**Практическая работа №13-14** Методика расчета основных технико-экономических показателей деятельности организации
8	**Практическая работа №15-16**: Изучение структуры и содержания бизнес- плана, методологических основ его разработки
9	**Практическая работа №17-18** Техника ведения партнёрской беседы
10	**Практическая работа №19-20:** Конфликты и способы их разрешения

Практическая работа № 1-2
Особенности основных производственных процессов и основные принципы организации производственных процессов. Расчет деятельности производственного цикла

Тема 1.2 Производственно-техническая база предприятия

Раскройте особенности основных производственных процессов и основные принципы организации производственных процессов. Проанализируйте структуру производственного цикла, его расчеты и анализ длительности.

Дайте оценку производственным условиям на предприятии и предложите мероприятия по их улучшению по следующим данным: температура отопительных приборов в цехе = 65°С, температура наружной стены – 17°С, величина искусственного освещения – 400 люкс, необходимый объем вентиляции – 68 $м^3$/ч.

Решение:

Современное производство представляет собой сложный процесс превращения сырья, материалов, полуфабрикатов и других предметов труда в готовую продукцию, удовлетворяющую потребностям общества.

Совокупность всех действий людей и орудий труда, осуществляемых на предприятии для изготовления конкретных видов продукции, называется *производственным процессом*.

Основной частью производственного процесса являются технологические процессы, которые содержат целенаправленные действия по изменению и определению состояния предметов труда. В ходе реализации технологических процессов происходит изменение геометрических форм, размеров и физико-химических свойств предметов труда.

Наряду с технологическими производственный процесс включает также и нетехнологические процессы, которые не имеют своей целью изменение геометрических форм, размеров или физико-химических свойств предметов труда или проверку их качества. К таким процессам относятся транспортные, складские, погрузочно-разгрузочные, комплектовочные и некоторые другие операции и процессы.

В производственном процессе трудовые процессы сочетаются с естественными, в которых изменение предметов труда происходит под влиянием сил природы без участия человека (например, сушка окрашенных деталей на воздухе, охлаждение отливок, старение литых деталей и т. д.).

Разновидности производственных процессов. По своему назначению и роли в производстве процессы подразделяются на основные, вспомогательные и обслуживающие.

Основными называются производственные процессы, в ходе которых осуществляется изготовление основной продукции, выпускаемой предприятием. Результатом основных процессов в машиностроении являются выпуск машин, аппаратов и приборов, составляющих производственную программу предприятия

и соответствующих его специализации, а также изготовление запасных частей к ним для поставки потребителю.

К *вспомогательным* относятся процессы, обеспечивающие бесперебойное протекание основных процессов. Их результатом является продукция, используемая на самом предприятии. Вспомогательными являются процессы по ремонту оборудования, изготовлению оснастки, выработка пара и сжатого воздуха и т. д.

Обслуживающими называются процессы, в ходе реализации которых выполняются услуги, необходимые для нормального функционирования и основных, и вспомогательных процессов. К ним относятся, например, процессы транспортировки, складирования, подбора и комплектования деталей и т. д.

В современных условиях, особенно в автоматизированном производстве, наблюдается тенденция к интеграции основных и обслуживающих процессов. Так, в гибких автоматизированных комплексах объединены в единый процесс основные, комплектовочные, складские и транспортные операции.

Совокупность основных процессов образует основное производство. На предприятиях машиностроения основное производство состоит из трех стадий: заготовительной, обрабатывающей и сборочной.

Стадией производственного процесса называется комплекс процессов и работ, выполнение которых характеризует завершение определенной части производственного процесса и связано с переходом предмета труда из одного качественного состояния в другое.

К *заготовительной* стадии относятся процессы получения заготовок — резка материалов, литье, штамповка. *Обрабатывающая* стадия включает процессы превращения заготовок в готовые детали: механическую обработку, термообработку, покраску и гальванические покрытия и т. д. *Сборочная* стадия — заключительная часть производственного процесса. В нее входят сборка узлов и готовых изделий, регулировка и отладка машин и приборов, их испытания.

Состав и взаимные связи основных, вспомогательных и обслуживающих процессов образуют структуру производственного процесса.

В организационном плане производственные процессы подразделяются на простые и сложные. *Простыми* называются производственные процессы, состоящие из последовательно осуществляемых действий над простым предметом труда. Например, производственный процесс изготовления одной детали или партии одинаковых деталей. *Сложный* процесс представляет собой сочетание простых процессов, осуществляемых над множеством предметов труда. Например, процесс изготовления сборочной единицы или всего изделия.

Структура производственного цикла включает время выполнения основных, вспомогательных операций и перерывов в изготовлении изделий (рис. 1).

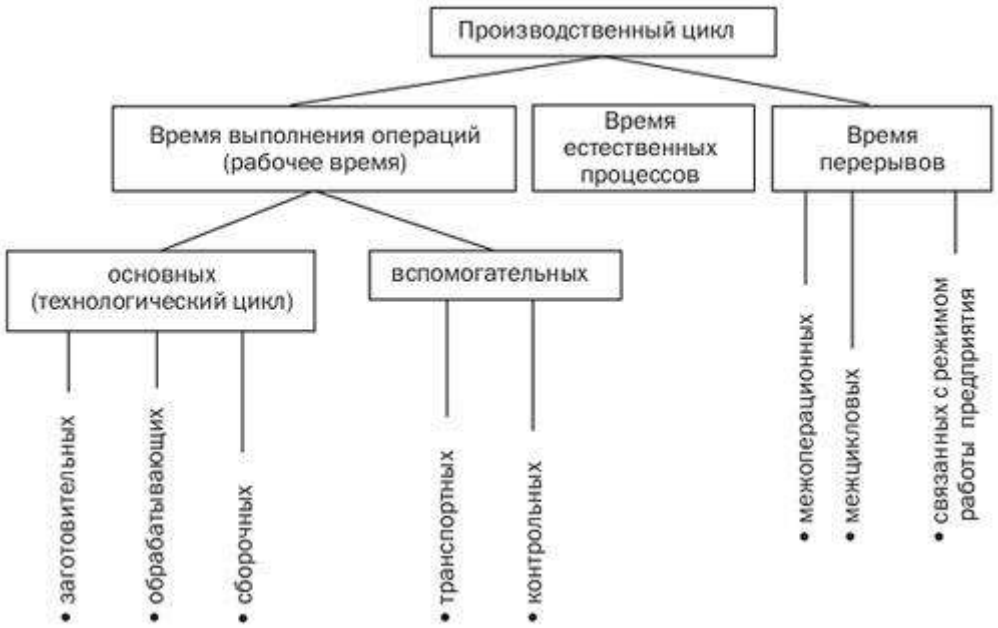


Рис. 1. Структура производственного цикла

Время выполнения основных операций обработки изделий составляет **технологический цикл** и определяет время, в течение которого осуществляется прямое или косвенное воздействие человека на предмет труда.

Перерывы могут быть разделены на две группы:

- перерывы, связанные с установленным на предприятии режимом работы, — нерабочие дни и смены, междусменные и обеденные перерывы, внутрисменные регламентированные перерывы для отдыха рабочих и т.п.;
- перерывы, обусловленные организационно-техническими причинами, — ожидание освобождения рабочего места, ожидание на сборке комплектующих узлов и деталей, неравенство производственных ритмов на смежных, т.е. зависимых друг от друга, рабочих местах, отсутствие энергии, материалов или транспортных средств и т.д.:

РАСЧЕТ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА

$$T_{ПЦ} = T_{ТЕХН} + T_{ПЕР} + T_{ЕСТ.ПЕР}$$

$\mathbf{T_{п.ц}}$, $\mathbf{T_{техн}}$ - соответственно длительность производственного и технологического циклов;

$\mathbf{T_{пер}}$ — продолжительность перерывов;

$\mathbf{T_{ест.пр}}$ — время естественных процессов.

При расчете длительности производственного цикла $\mathbf{T_{п.ц}}$ учитываются лишь те затраты времени, которые не перекрываются временем технологических операций (например, затраты времени на контроль, транспортирование изделий). Перерывы, вызванные организационно-техническими неполадками (несвоевременное обеспечение рабочего места материалом, инструментами, нарушение трудовой дисциплины и т.п.), при расчете плановой длительности производственного цикла не учитываются.

При расчете длительности производственного цикла необходимо учитывать особенности движения предмета труда по операциям, существующим на

предприятии. Обычно используется один из трех видов: последовательный, параллельный, параллельно-последовательный.

При **последовательном движении** обработка партии одноименных предметов труда на каждой последующей операции начинается лишь тогда, когда вся партия прошла обработку на предыдущей операции.

Так как ряд операций может выполняться не на одном, а на нескольких рабочих местах, длительность производственного цикла при последовательном движении в общем случае имеет вид

$$\mathrm{T}_{\text{посл}} = n * \sum_{i=1}^{m} \frac{t_i}{C_i}$$

где C_i, — число рабочих мест.

При **параллельном** движении передача предметов труда на последующую операцию осуществляется поштучно или транспортной партией сразу после обработки на предыдущей операции:

$$\mathrm{T}_{\text{пар}} = p * \sum_{i=1}^{m} \frac{t_i}{C_i} + (n - p) \frac{t_{max}}{C_{max}}$$

где **p** — размер транспортной партии, шт; $\mathbf{t_{max}}$ — время выполнения наиболее продолжительной операции, мин; $\mathbf{C_{max}}$ — число рабочих мест на наиболее продолжительной операции.

При параллельном виде движения длительность производственного цикла значительно сокращается.

При параллельно-последовательном виде движения предметы труда передаются на последующую операцию по мерс их обработки на предыдущей поштучно или транспортной партией, при этом время выполнения смежных операций частично совмещается таким образом, что партия изделий обрабатывается на каждой операции без перерывов.

Длительность производственного цикла может быть определена как разность между длительностью цикла при последовательном виде движения и суммарной экономией времени по сравнению с последовательным видом движения, за счет частичного перекрытия времени выполнения каждой пары смежных операций:

Дайте оценку производственным условиям на предприятии и предложите мероприятия по их улучшению по следующим данным: температура отопительных приборов в цехе = 65°С, температура наружной стены – 17°С, величина искусственного освещения – 400 люкс, необходимый объем вентиляции – 68 м^3/ч.

Производственные условия тяжелые - высокая температуры, освещение - минимальное. Для улучшение необходимо увеличить освещение, поставить экраны для отопительных приборов.

Практическая работа № 3-4
Формирование организационной структуры малого промышленного предприятия

Цель практической работы: выработать практические навыки в области разработки и проектирования структур управления организацией; научиться выстраивать взаимосвязи внутри организационных структур; научиться определять уровни управления; закрепление теоретических знаний, формирование умений через выполнение заданий.

Обеспечение урока: 1. Схемы: «Организационная структура предприятия»
2. Учебные пособия.
3. Раздаточный материал

Ход работы:

1.Инструктаж по выполнению практической работы

2. Проверка знаний:

2.1. Для чего в организациях создают структуры управления?

2.2. От чего будет зависеть организационная структура?

2.3. Будут ли стратегические планы организации влиять на выбор структуры управления?

3. Информация для ознакомления

Организационная структура - схема, вокруг которой организуется группа людей, основа, на которой держатся все функции, описывает, как в компании принимаются решения, и кто является ее лидером.

Организации создают структуры для того, чтобы обеспечивать координацию и контроль деятельности своих подразделений и работников.

Организационную структуру предприятия необходимо разрабатывать в связи с тем, что:

– организационная структура дает четкое понимание того, в каком направлении движется компания. Ясная структура — это инструмент, с помощью которого можно придерживаться порядка в принятии решений и преодолевать различные разногласия.

– организационная структура связывает участников. Благодаря ей люди, присоединяющиеся к группе, имеют отличительные черты. В то же время и сама группа обладает определенными особенностями.

– организационная структура формируется неизбежно. Любая организация по определению подразумевает какую-то структуру.

Организационная структура любой организации будет зависеть от того, кто является ее участниками, какие задачи она решает и как далеко организация зашла в своем развитии.

Независимо от того, какую организационную структуру вы выбираете, три элемента всегда будут присутствовать в ней.

Управление

Конкретный человек или группа людей, которые принимают решения в организации.

Правила, по которым работает организация

Многие из этих правил могут быть заявлены явно, в то время как другие могут быть скрытыми, но при этом не менее обязательными для исполнения.

Распределение труда

Распределение труда может быть формальным или неформальным, временным или постоянным, но в каждой организации непременно будет определенный тип распределения труда.

Существует несколько типов традиционных структур.

Для различных организаций характерны **различные виды структур управления**.

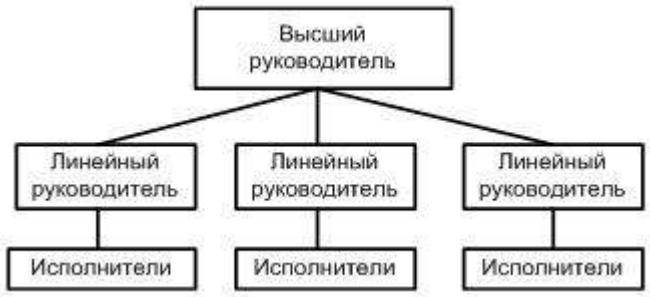
Выделяют несколько универсальных видов организационных структур управления, таких, как: линейная, линейно-штабная, функциональная, линейно-функциональная, матричная. дивизиональной. При этом необходимо помнить, что выбор структуры управления зависит от стратегических планов организации.

Организационная структура регулирует:

- разделение задач по отделениям и подразделениям;
- их компетентность в решении определенных проблем;
- общее взаимодействие этих элементов.

Линейная структура

Рассмотрим линейную организационную структуру. Для нее характерна вертикаль: высший руководитель — линейный руководитель (подразделения) — исполнители. Имеются только вертикальные связи. В простых организациях отдельные функциональные подразделения отсутствуют.



Преимущества	Недостатки:
Простота	Высокие требования к квалификации руководителей и высокая загрузка руководителя.
Конкретность заданий и исполнителей.	Линейная структура применяется и эффективна на небольших предприятиях с несложной технологией и минимальной специализацией

Линейно-штабная организационная структура

По мере роста предприятия, как правило, линейная структура преобразуется в линейно-штабную. Она аналогична предыдущей, но управление соредоточено в штабах. Появляется группа работников, которые непосредственно не дают распоряжений исполнителям, но выполняют консультационные работы и готовят управленческие решения.

Функциональная организационная структура

При дальнейшем усложнении производства возникает необходимость специализации работников, участков, отделов цехов и т. д., **формируется функциональная структура управления**. Распределение работ происходит по функциям.

При функциональной структуре происходит деление организации на элементы, каждый из которых имеет определенную функцию, задачи. Она характерна для организаций с небольшой номенклатурой, стабильностью внешних условий. Здесь имеет место вертикаль: руководитель — функциональные руководители (производство, маркетинг, финансы) — исполнители. Присутствуют вертикальные и межуровневые связи. Недостаток — функции руководителя размыты.

Преимущества	Недостатки:
Углубление специализации, повышение качества управленческих решений;	Недостаточная гибкость;
Возможность управлять многоцелевой и многопрофильной деятельностью.	Плохая координация действий функциональных подразделений;
	Низкая скорость принятия управленческих решений
	Отсутствие ответственности функциональных руководителей за

	конечный результат работы предприятия

Линейно-функциональная организационная структура

При линейно-функциональной структуре управления основные связи — линейные, дополняющие — функциональные.

Дивизиональная организационная структура

В крупных фирмах для устранения недостатков функциональных структур управления используется так называемая дивизиональная структура управления. **Распределение обязанностей происходит не по функциям, а по выпускаемой продукции или по регионам**. В свою очередь в дивизиональных отделениях создаются свои подразделения по снабжению, производству, сбыту и т. д. При этом возникают предпосылки для разгрузки вышестоящих руководителей путем освобождения их от решения текущих задач. Децентрализованная система управления обеспечивает высокую эффективность в рамках отдельных подразделений.

Преимущества	Недостатки:
	Рост расходов на управленческий персонал
	Сложность информационных связей.

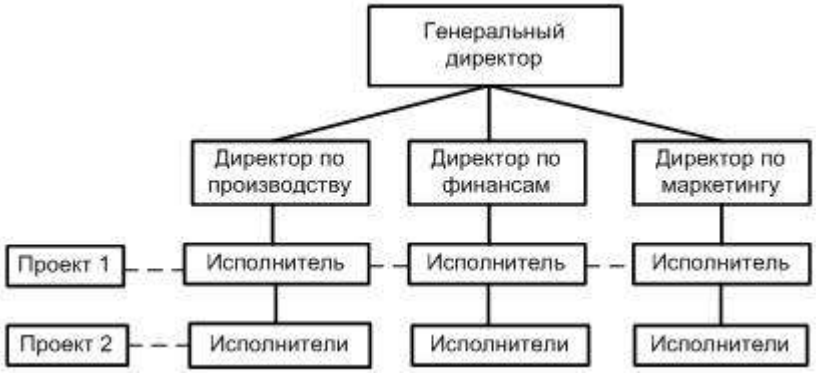
.

Дивизионная структура управления строится на основании выделения подразделений, или дивизионов. Данный вид применяется в настоящее время большинством организаций, особенно крупными корпорациями, так как нельзя втиснуть деятельность крупной компании в 3-4 основных отдела, как в функциональной структуре. Однако длинная цепь команд может привести к неуправляемости. Создается также в крупных корпорациях.

Матричная организационная структура

В связи с необходимостью ускорения темпов обновления продукции возникли программно-целевые структуры управления, получившие названия матричные. Суть матричных структур состоит в том, что в действующих структурах создаются временные рабочие группы, при этом руководителю группы в двойное подчинение передаются ресурсы и работники других подразделений.

При матричной структуре управления формируются проектные группы (временные), реализующие целевые проекты и программы. Эти группы оказываются в двойном подчинении, создаются временно. Этим достигается гибкость в распределении кадров, эффективная реализация проектов. Недостатки — сложность структуры, возникновение конфликтов. Примером могут служить авиакосмическое предприятие, телекоммуникационные компании, выполняющие крупные проекты для заказчиков.



Преимущества	Недостатки:
Гибкость, ускорение внедрения инноваций, персональная ответственность руководителя проекта за результаты работы.	Наличие двойного подчинения, конфликты из-за двойного подчинения, сложность информационных связей.

4. Ход выполнения задания

Задание 4.1.

1.Разработать и составить организационную структуру пожарной части №1.

2. Определить тип организационной структуры управления.

3. Определите уровни управления в данной организации.

4.Перечислите преимущества и недостатки данной структуры.

Задание 4.2.

Разработать и составить организационную структуру управления акционерного общества, в котором имеются:

- общее собрание акционеров;
- Совет директоров;
- Генеральный директор;
- Директора: директор по коммерции; директор по общим вопроса; директор по экономике.
- Торговый отдел, главный товаровед;
- Служба главного инженера, Служба инженера по технике безопасности, Служба транспортного отдела, Служба начальника отдела снабжения.
- Планово-экономический отдел, Отдел организации торговли, Бухгалтерия,

Определить тип организационной структуры управления.

Перечислите преимущества и недостатки данной структуры

Задание 4.3.

Разработать и составить организационную структуру фирмы «Стандарт», в которой имеются:

- Руководитель фирмы «Стандарт»;
- Отдел химических продуктов;
- Функциональное обеспечение проекта: производственные мощности, исследования и разработки, материально-техническое обеспечение, кадры, контроль и бух.учет.
- проекты: Проект «Продукт XXI», Проект «Здорово!», Проект «Эковзгляд»
- последовательность осуществления операций каждого проекта: производственная группа, группа конструкторов-технологов, группа снабжения, кадровая группа, бухгалтерская группа.

Определить тип организационной структуры управления.

Определите уровни управления в данной организации.

5. Проверка результатов

6. Закрепление

6.1. Управление – это непрерывный целенаправленный, информационный процесс…….на коллективы людей и обеспечивающий соответствующее их поведение при изменяющихся внешних и внутренних условиях. (Ответ: воздействия.)

7. Подведение итогов

8. Выставление оценок

Практическая работа № 5-6

Определение основных критериев отбора и продвижения кадров на предприятии

Цель: формирование представления о кадровой политики организации.

Метод: *Групповое упражнение.*

Расчет времени при проведении практического занятия

1. Вводное слово – 10 минут.
2. Фронтальный опрос – 15 минут.
3. Решение конкретных юридических ситуаций – 35 минут.
4. Разбор решений – 25 минут.
5. Заключение – 5 минут.

При решении практических ситуаций студенты могут использовать следующие теоретические материалы:

Кадровая политика организации – генеральное направление кадровой работы, совокупность принципов, методов, форм организационного механизма по выработке целей и задач, направленных на сохранение, укрепление и развитие кадрового потенциала, на создание квалифицированного и высокопроизводительного сплоченного коллектива, способного своевременно реагировать на постоянно меняющиеся требования рынка с учетом стратегии развития предприятия.

Основными задачами трудового законодательства являются создание необходимых правовых условий для достижения оптимального согласования интересов сторон трудовых отношений, интересов государства, а также правовое регулирование трудовых отношений и иных непосредственно связанных с ними отношений по:

– организации труда и управлению трудом;

– трудоустройству у данного работодателя;

– профессиональной подготовке, переподготовке и повышению квалификации работников непосредственно у данного работодателя;

социальному партнерству, ведению коллективных переговоров, заключению коллективных договоров и соглашений;

– участию работников и профессиональных союзов в установлении условий труда и применении трудового законодательства в предусмотренных законом случаях;

– материальной ответственности работодателей и работников в сфере труда;

государственному контролю (надзору), профсоюзному контролю за соблюдением трудового законодательства (включая законодательство об охране труда) и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права;

– разрешению трудовых споров;

– обязательному социальному страхованию в случаях, предусмотренных федеральными законами.

Основные направления социальной политики в области труда и трудовых отношений:

1. обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников;
2. государственное управление охраной труда;
3. государственный надзор и контроль за соблюдением государственных нормативных требований охраны труда;
4. государственная экспертиза условий труда;
5. установление порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда и порядка подтверждения соответствия организации работ по охране труда государственным нормативным требованиям охраны труда;
6. содействие общественному контролю за соблюдением прав и законных интересов работников в области охраны труда;
7. профилактика несчастных случаев и повреждения здоровья работников;
8. расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
9. защита законных интересов работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также членов их семей на основе обязательного социального страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
10. установление компенсаций за тяжелую работу и работу с вредными и (или) опасными условиями труда;
11. координация деятельности в области охраны труда, охраны окружающей природной среды и других видов экономической и социальной деятельности;
12. обеспечение функционирования единой информационной системы охраны труда;
13. обеспечение прогрессивных сдвигов в отраслевой структуре занятости населения;
14. переориентацию экономически активного населения на новые формы трудовых отношений;
15. достижение сбалансированности предложения рабочей силы и числа рабочих мест;
16. рост мобильности трудовых ресурсов.

Кадровая политика – это целенаправленная деятельность по созданию трудового коллектива, который наилучшим образом способствовал бы совмещению целей и приоритетов предприятия и его работников.

Главным объектом кадровой политики предприятия является – персонал (кадры). Персоналом предприятия называется основной (штатный) состав его работников. Кадры — это главный и решающий фактор производства, первая производительная сила общества. Они создают и приводят в движение средства производства, постоянно их совершенствуют. От квалификации работников, их профессиональной подготовки, деловых качеств в значительной мере зависит эффективность производства.

Понятие «микрополитика» (аналогично понятию микроэкономика») используется при анализе руководства персоналом и управленческих ситуаций. Подход к руководству персоналом как к микрополитике позволяет преодолеть упрощенность и рассматривать поведение руководителей и подчиненных как зависящее от менталитета, ценностей, интересов, символов людей. Руководитель должен знать суть микрополитических процессов, уметь правильно разбираться в них и соответственно строить свое поведение.

Микрополитика реализуется на предприятиии с помощью власти в организации личных интересов в соперничестве с конкурирующими интересами. С точки зрения микрополитики руководство персоналом представляет собой интерактивный процесс, осуществляемый совместно разными акторами, имеющими конфликтные интересы. Подход к руководству персоналом как к микрополитике позволяет значительно обогатить представления об организациях, выявить их новые аспекты.

Использование микрополитического подхода вернуло теориям организации и руководства персоналом способность учитывать субъективные моменты власти. Поведение руководителей и подчиненных стало рассматриваться не только как объективно детерминированное, но и как зависящее от менталитета, ценностей,интересов, символов людей.

Задание: решение практических ситуаций.

На основании анализа диалога подчиненного с руководителем необходимо определить, какие правила критики нарушает руководитель.

Составьте схему конструктивной критики и примените её, решив данную ситуацию.

Диалог руководителя с подчиненным: Иван Иванович – начальник отдела; Петр Васильевич – заместитель начальника отдела; Сергей Александрович – молодой сотрудник отдела.

Иван Иванович (обращается к Сергею Александровичу): «Николай Иванович говорил, что из-за какой-то глупости с Вашей стороны не состоялось подписание договора с заказчиком. Петр Васильевич! И вот в этом он весь. Ничего серьезного поручить нельзя. Сергей Александрович! Я в Ваши годы такие проблемы как орешки щелкал!»

Сергей Александрович: «Иван Иванович, но ведь Вы…»

Иван Иванович: «Не перебивайте меня! Петр Васильевич, ведь он не глупый парень. Помнишь, как он помог нам при разработке последнего проекта? Ладно. Дело в принципе поправимо. Петр Васильевич, возьмите на себя вопрос с подготовкой договора. Поручил бы я исправить положение Сергею Александровичу, да он еще дров наломает, как и в этот раз».

Сергей Александрович: «Иван Иванович! Позвольте мне…»

Иван Иванович: «Все, разговор окончен».

Задание 2. Укажите особенности реализации различных направлений работы с персоналом в условиях открытой и закрытой кадровой политики организации.

Направления работы с персоналом	**Закрытая кадровая политика**	**Открытая кадровая политика**
Наем, подбор и отбор персонала		
Оценка персонала		
Управление карьерой персонала		
Работа с кадровым резервом		
Развитие персонала		
Политика сокращения и увольнения		

Задание 3. Тестовые задания Выберите варианты ответов, которые вы считаете правильными:

1. Кадровая политика характеризуется:

а) гибкостью;

б) авторитарным стилем управления;

в) стабильностью;

г) краткосрочностью перспективы;

д) экономической эффективностью.

2. По типам кадровая политика бывает:

а) активная;

б) эффективная;

в) открытая;

г) удовлетворительная;

д) мотивационная.

3. Элементами кадровой политики являются:

а) политика занятости персонала;

б) политика стимулирования сбыта;

в) политика трудовых отношений;

г) финансовая политика;

д) политика обучения и развития персонала.

4. На стадии создания фирмы кадровая политика решает следующие задачи:

а) обеспечение организации квалифицированными и мотивированными работниками;

б) сокращение лишних работников;

в) аттестация персонала;

г) разработка системы сбора, учета, хранения и использования кадровой информации;

д) формирование корпоративной культуры.

5. На стадии стабилизации фирмы кадровая политика реализуется через:
а) планирование трудовой карьеры работников;
б) массовый подбор новых работников;
в) организацию эффективной системы оплаты труда;
г) смену организационной культуры;
д) периодический анализ деятельности подразделений.
6. Какая основная цель кадровой политики организации?
а) создание сплоченной, ответственной и высокопроизводительной рабочей силы
б) минимизация затрат на рабочую силу
в) создание максимального количества рабочих мест
г) планирование перспективной потребности в кадрах и их своевременная подготовка
7. В случае проведения ... кадровой политики руководство организации осуществляет постоянный кадровый мониторинг.
а) пассивной;
б) активной;
в) открытой;
г) превентивной.
8. Не проводится среднесрочное прогнозирование кадровой работы в случае, кадровой политики какого типа?
а) пассивной;
б) активной;
в) открытой;
г) превентивной.
9. Объектами кадровой работы на предприятии являются:
а) рабочие;
б) управленческий персонал;
в) все работники;
г) организационные подразделения, ответственные за работу с кадрами;
10. К внутренним факторам, определяющим кадровую политику предприятия, относятся (несколько ответов):
а) цели предприятия
б) стиль управления, качественные характеристики трудового коллектива
в) трудовое законодательство
г) перспективы развития рынка труда, взаимоотношения с профсоюзом
д) условия труда.

Практическая работа №7-8
Шесть сигм. Разработка плана внедрения на судостроительном предприятии

Цель: ознакомление и закрепление информации о методике «Шесть сигм»,
Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с основными терминами и ключевыми понятиями подхода «Шесть сигм».
2. Определить основные принципы, преимущества и недостатки методики «Шесть сигм».
3. Используя знания о методике «Шесть сигм» составить план оптимизации производственного процесса на судостроительном предприятии.

Как управлять проектами, оптимизировать и улучшать производственные процессы? Можно использовать различные методики или подходы, вроде бережливого производства, Waterfall и многих других.
Шесть сигм – методика настройки процессов, направленная на сокращение количества дефектов или помех в любом производстве или бизнесе. Разработана она предположительно в 1985-1986 году в корпорации Motorola. После в середине 1990-х ее же Джек Уэлч применил в компании General Electric. Суть концепции состоит в улучшении качества производственных процессов и сокращении количества отклонений или помех. Если точнее, допускается совершать не более 3,4 дефектов на миллион операций. Кстати, концепция Six Sigma опирается на некоторые элементы философии бережливого управления. И эти две методики часто применяются совместно для совершенствования производственных процессов.
Вообще, сигма – это знак, греческая буква σ, которой в математике обозначается стандартное отклонение. В Motorola же его взяли для обозначения уровней отклонений. Шестой – самый высокий уровень, при котором количество дефектов минимально (то бишь один), а первый – самый низкий, когда отклонений по максимуму (шесть, соответственно).
Основные принципы:
Концепция Six Sigma направлена на решение ряда задач, которые и являются ее базовыми принципами:

1. Ориентация на клиента. Конечный потребитель ожидает получить качественный продукт, и в этом его ожидании скрыты определенные требования. Задача компании – выделить эти требования и удовлетворить их.
2. Управление процессами на основе проверенных фактов и данных. В работе нельзя использовать предположения – действия стоит подкреплять реальными цифрами. Для этого требуется определять важные для компании показатели и постоянно измерять их.
3. Ориентированность на процесс. Чтобы понимать, какие процессы надо улучшать, сначала требуется изучить принципы их взаимодействия в производстве или бизнесе. Вдобавок постоянно следует управлять и совершенствовать процессы, устранять ненужные, не приносящие ценности.
4. Работа на опережение. Руководитель должен просчитывать ходы, учитывать возможные последствия и результаты деятельности.

5. Объединение в команды и вовлеченность сотрудников. В соответствии с концепцией, каждый работник в организации замотивирован на достижение высококачественного результата. Для этого у них должна быть одна цель, заинтересованность в общем деле, а это уже приведет к лучшему итогу и удовлетворенности со стороны клиента.
6. Постоянное совершенствование и готовность к рискам. Совершенствование процессов завязано на постоянном улучшении качества. А вот с рисками сложнее – к ним стоит относиться снисходительнее и не бояться их допустить, при этом преодолевать возникающие неудачи и извлекать из них уроки.

Эти принципы и создают общую картину, но они не дадут никакого результата без инструментария и соответствующего подхода.

Преимущества и недостатки

Любая концепция, методика или подход имеют как положительные, так и отрицательные качества. Сначала перечислим преимущества Шести сигм:

- Универсальность. То есть эта методика позволяет улучшить практически любые процессы в организации. Главное – точно определить, что именно следует улучшить.
- Опора на систематический метод. Использование его, а также различных техник повышения качества обеспечивают эффективность и простоту проведения анализа.
- Поэтапное решение проблем. Этот плюс базируется на процессном подходе. То есть в концепции важнее создание полноценной инфраструктуры, подготовка специалистов с повышенной мотивацией и так далее.
- Ориентация на конечный финансовый результат. Первый принцип концепции заключается в удовлетворении требований клиента. А если мы это сделаем, он купит продукт или услугу по заявленной цене.
- Объединение инструментов совершенствования в единую систему. Концепция дает хорошие результаты за счет наличия собственных циклов совершенствования процессов или внедрения продуктов, также использование эффективных методов и развитие команд.

Недостатки у подобной методики тоже присутствуют и заключаются в следующем:

- Применимость только в компаниях с сильной директивной культурой. Соответственно, если руководители будут менее жестко обращаться с остальными сотрудниками, процесс совершенствования может притормозить или вовсе остановиться.
- Не предполагается изменение стиля управления и культуры организации. Шесть сигм не учитывают улучшение планирования, проектирования и организации производства в общем, также ужесточение требований к качеству. Тут самое главное – снизить число дефектов до минимума, и это может сужать картину в целом, особенно если руководитель сосредоточен чисто на этой методике.

Практические задания и ситуации, направленные на помощь в создании плана оптимизации производственного процесса на судостроительном предприятии.

Задание 1. Анкета «Задача—личность» для лидера команды

Указания. Приведенные пункты описывают различные аспекты поведения лидеров. Ответьте на каждый пункт, указав, каким образом вы, скорее всего стали бы действовать, если бы были лидером рабочей группы. Обведите варианты, наиболее подходящие для вас: всегда (В), часто (Ч), иногда (И), редко (Р) или никогда (Н).

В	Ч	И	Р	Н	1	Я, скорее всего, буду действовать от имени группы как оратор
В	Ч	И	Р	Н	2	Я буду поощрять сверхурочную работу
В	Ч	И	Р	Н	3	Я дам членам группы полную свободу в работе
В	Ч	И	Р	Н	4	Я буду поощрять обшепринятые методы
В	Ч	И	Р	Н	5	Я разрешу членам группы решать проблемы на основе их собственных суждений
В	Ч	И	Р	Н	6	Я буду подчеркивать необходимость быть впереди конкурентов
В	Ч	И	Р	Н	7	Я буду разговаривать как представитель группы
В	Ч	И	Р	Н	8	Я буду воодушевлять членов группы на великие дела
В	Ч	И	Р	Н	9	Я буду проверять свои идеи в группе
В	Ч	И	Р	Н	10	Я буду разрешать членам группы выполнять работу так, как они считают лучше
В	Ч	И	Р	Н	11	Я буду усердно работать ради продвижения
В	Ч	И	Р	Н	12	Я буду допускать отсрочки и неопределенность
В	Ч	И	Р	Н	13	В присутствии посетителей я буду говорить за всю группу
В	Ч	И	Р	Н	14	Я буду поддерживать высоки» темп выполнения работ
В	Ч	И	Р	Н	15	Я развяжу членам группы руки и позволю им погрузиться в работу
В	Ч	И	Р	Н	16	Я буду улаживать возникающие конфликты
В	Ч	И	Р	Н	17	Я не буду вникать в детали
В	Ч	И	Р	Н	18	Я буду представлять группу па внешних встречах
В	Ч	И	Р	Н	19	Я буду сопротивляться предоставлению членам группы свободы действии
В	Ч	И	Р	Н	20	Я буду решать, что делать и как делать
В	Ч	И	Р	Н	21	Я буду добиваться увеличения выпуска продукции
В	Ч	И	Р	Н	22	Я позволю некоторым членам группы взять на себя некоторые мои полномочия
В	Ч	И	Р	Н	23	Как правило, все происходит так, как я предсказываю
В	Ч	И	Р	Н	24	Я предоставлю группе возможность проявлять значительную инициативу
В	Ч	И	Р	Н	25	Я буду раздавать членам группы конкретные задания

В	Ч	И	Р	Н	26	Я захочу произвести изменения
В	Ч	И	Р	Н	27	Я попрошу членов группы работать добросовестнее
В	Ч	И	Р	Н	28	Я буду доверять членам группы выносить правильные решения
В	Ч	И	Р	Н	29	Я буду планировать работу, которую нужно сделать
В	Ч	И	Р	Н	30	Я буду отказываться объяснять свои действия
В	Ч	И	Р	Н	31	Я буду убеждать других в том, что мои идеи выгодны для них
В	Ч	И	Р	Н	32	Я позволю группе установить собственный ритм
В	Ч	И	Р	Н	33	Я буду призывать группу побить собственный рекорд
В	Ч	И	Р	Н	34	Я буду действовать, не советуясь с группой
В	Ч	И	Р	Н	35	Я попрошу членов группы придерживаться стандартных правил и норм

Подсчет очков анкеты «Задача—личность»
Обведите номер для пунктов 8, 12, 17-19,30, 34 и 35.
Напишите цифру 1 перед обведенным номером пункта, если вы отвечаете на него Р (редко) или Н (никогда).
Напишите цифру 1 перед номерами не обведенных пунктов, если вы отвеча-ете на них В (всегда) пли Ч (часто).
Обведите все единицы, которые вы поставили перед пунктами 3, 5, 8, 10, 15, 18, 19, 22, 24, 26, 28, 30, 32,34 и 35.
Сосчитайте число обведенных единиц. Это ваши очки за заботу о людях.
Сосчитайте число не обведенных единиц. Это ваши очки за заботу о задаче.

Практическая работа № 9-10
Инструменты бережливого производства

Цель: знакомство с методами реализации концепции бережливого производства, формирование общего представления о содержании методов, условиях их применения.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить философию и сферы деятельности Кайдзен.
2. Подготовить таблицу «ключевая концепция подхода кайзен», определить тип принципа и дать краткую характеристику.
3. Ознакомиться с системой рационализации рабочего места. Изобразить графически движение 5S и методику внедрения.
4. Подготовить аннотацию методологии шесть сигм: цель, метод, принципы.
5. Изучить: метод структурного анализа: графически изобразить процесс принятия решения; подходы составления матрицы приоритезации.
6. Сформулировать и таблично представить основные идеи методов: Диаграмма Парето, Пять «почему?», «Кампания красных ярлыков».

7. Определите инструменты преобразований предприятий. Изложите условия применения.
8. Освоенный материал изложить в отчете «Инструменты бережливого производства» с подробным анализом возможностей каждого метода, используемых методологических технологий его применения, предприятий, применяющих технологию зарубежных и отечественных, выводов, списка использованных источников.

На занятиях выдается: перечень методов, учебные и справочные материалы; предоставляется возможность использования ресурсов Internet.

Краткие теоретические сведения, необходимые для выполнения работы

Кайдзен (непрерывное улучшение).

В японском языке слово «кайдзен» (от «кай» — «изменение» и «зен» (цен) — «хорошо») означает непрерывное совершенствование. Кайдзен трудно отнести к методам организации производства. Он скорее представляет собой японскую философию, исходящую из того, что все, окружающее нас, должно постоянно и непрерывно улучшаться. И в первую очередь - это производственная среда и производственные процессы, разработки, вспомогательные бизнес-процессы и управление.

Впервые философия кайдзен была применена в ряде японских компаний (включая Toyota) в период восстановления после Второй мировой войны, и с тех пор распространилась по всему миру. Термин «кайдзен» стал широко известен благодаря одноимённой книге Масааки Имаи (1986, Kaizen: The Key to Japan’s Competitive Success).

Кайдзен может охватывать следующие сферы деятельности:

обеспечение необходимого качества (в соответствии с постоянно обновляемыми стандартами); снижение затрат; выполнение производственных заданий минимальными усилиями; соблюдение дисциплины выпуска по количеству, ритмичности и качеству; безопасность на рабочем месте; разработка новой продукции, инновационных проектов с учетом существующего опыта, проблем и недостатков; выявление резервов повышения производительности; управление поставщиками/контрагентами.

Пять «S»

«Пять «S» представляет собой систему рационализации рабочего места. Была разработана в послевоенной Японии в компании Toyota. Данная концепция опирается на философию малозатратного, бережливого производства.

Название метода, а правильнее было бы назвать его движением 5S, происходит от пяти японских слов, которые начинаются с буквы S:

1. Сэири «сортировка» (упорядочи, отделив нужное от ненужного)— чёткое разделение вещей на нужные и ненужные и избавление от последних: незавершенное производство (ненужные детали); неиспользуемое оборудование, транспортная тара и т.д.; забракованные изделия; документы, инструкции, чертежи.
2. Сэитон «соблюдение порядка» (аккуратно расположи, что осталось) — организация хранения необходимых вещей, которая позволяет быстро и

просто их найти и использовать. Расположение предметов должно отвечать требованиям безопасности, качества, эффективности работы.

3. Сэисо «содержание в чистоте» (уборка) — соблюдение рабочего места в чистоте и опрятности.
4. Сэикэцу «стандартизация» (поддержание порядка, дисциплина) — необходимое условие для выполнения первых трёх правил. Подразумевает формальное, письменное закрепления правил содержания рабочего места, технологии работы и других процедур.
5. Сицукэ «совершенствование» (формирование привычки) — воспитание привычки точного выполнения установленных правил, процедур и технологических операций

Шесть сигм

Шесть сигм (six sigma) — это методология, служащая для измерения и повышения производительности компании посредством определения и выявления дефектов в процессах производства или предоставления услуг. Название происходит от статистической категории «среднеквадратическое отклонение», обозначаемой греческой буквой σ. Методика «шести сигм» разработана в корпорации Motorola (США) в 1986 г. «Шесть сигм»

— таков уровень эффективности процесса, при котором на каждый миллион возможностей или операций приходится всего 3,4 дефекта. Дефектом считается все, что лежит вне требований клиента.

Часто под «Шестью сигмами» понимают просто меру качества, применяемую для уменьшения количества дефектов в процессе производства или доставки продуктов и услуг

Вопросы для обсуждения:

1. Зарубежные предприятия и методы бережливого производства.
2. Инструменты бережливого производства, возможности, ограничения в использовании.

Методическое сопровождение идеологии любого из методов.

Инструменты преобразований – что известно?

Контрольные вопросы:

1. Какой спектр задач решает философия «кайдзен»?
2. Определите основную методологическую сложность внедрения систему рационализации рабочего места «пять S».
3. Каким образом реализуется методика «шести сигм»?
4. В чем состоит значимость использования метода «Дерево решений»?
5. Определите место методу «Матрица приоретизации» в общей структуре задач принятия решений.
6. «Пять почему?» и «Диаграмма Парето» - один и тот же метод?

Практическая работа № 11-12

Особенности формирования и содержания оборотных средств предприятия

Цель: знакомство с особенностями состава и структуры оборотных средств предприятия, формирование общего представления о содержании методов и условиях формирования оборотных средств организации и предприятия.

Порядок выполнения работы:

1. Прочитайте теоретический материал
2. Выпишите в конспект основные понятия, определяющие оборотные средства предприятия
3. Запишите в конспект из чего формируются источники формирования оборотных средств
4. Как рассчитываются показатели эффективного использования оборотных средств?

Теоретический материал

Для обеспечения бесперебойного процесса производства продукции, промышленности наряду с основными производственными фондами необходимы предметы труда и материальные ресурсы, т.е. кроме основного капитала, требуется и оборотный капитал (оборотные средства).

К оборотным средствам относятся денежные средства, необходимые предприятию для создания производственных запасов на складах и в производстве, для расчетов с поставщиками, бюджетом, для выплаты заработной платы и т.д.

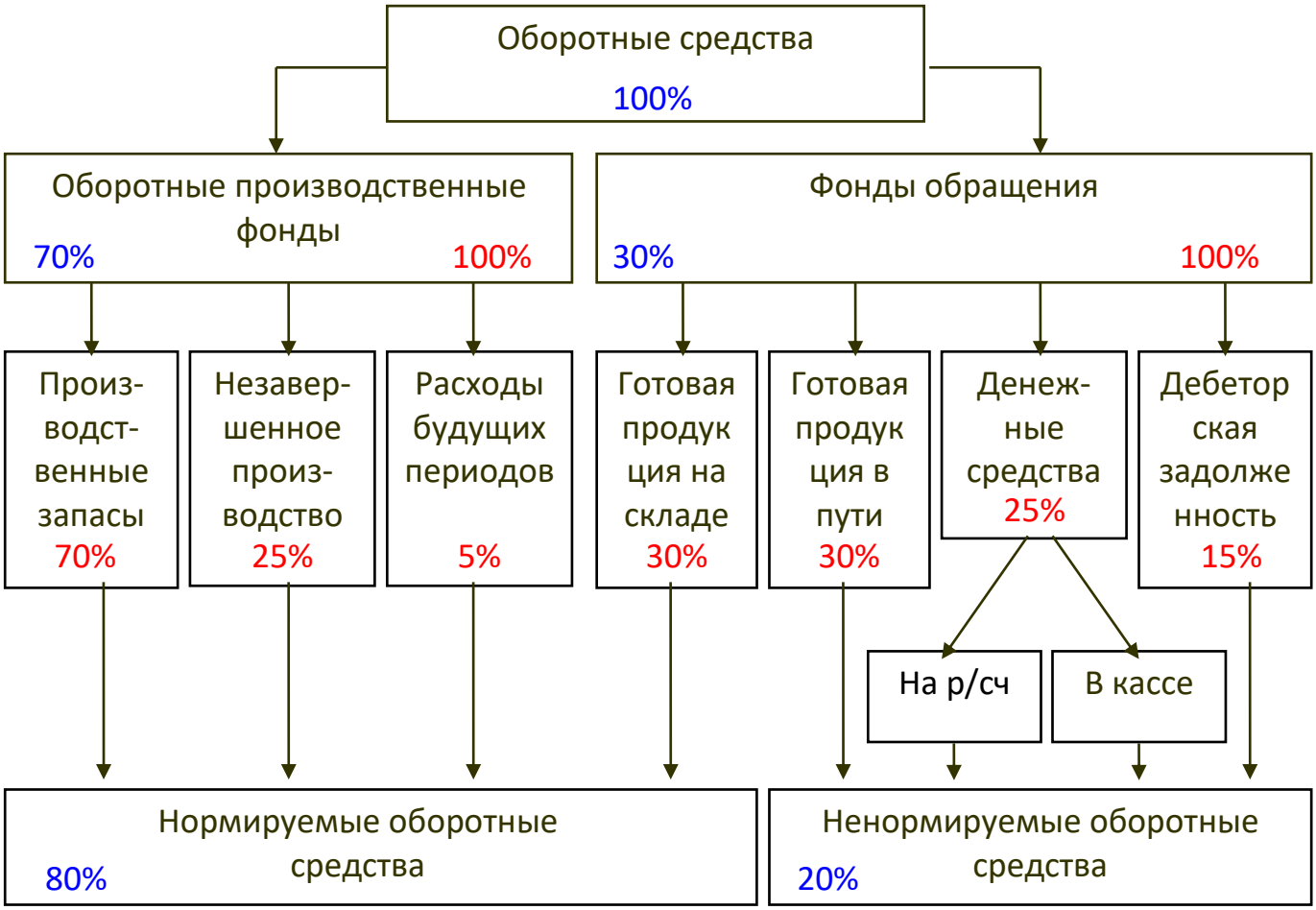
Различают два понятия: оборотные средства и оборотные фонды.

Оборотные средства предприятия - денежные средства, которые идут на формирование оборотных производственных фондов и фондов обращения.

Состав - совокупность элементов, образующих оборотные средства предприятия.

Структура - соотношение между отдельными элементами оборотных средств, выраженные в %.

Состав и структура оборотных средств.



Оборотные производственные фонды - часть имущества предприятия, которая используется в процессе производства 1 раз, при этом полностью потребляется в каждом производственном цикле и полностью переносит свою стоимость на готовую продукцию.

Производственные запасы - предметы труда, подготовленные для запуска в производство. В их состав входят: сырьё, материалы, топливо, энергия, покупные полуфабрикаты и комплектующие изделия, тара и тарные материалы, запасные части.

Незавершенное производство - предметы труда, вступившие в производственный процесс, но не прошедшие полный цикл изготовления и требующий дальнейшей обработки и сборки (полуфабрикаты собственного производства, узлы, детали).

Расходы будущих периодов - невещественные элементы оборотных средств, включающие затраты на освоение и подготовку новой продукции. Они осуществляются в данный период, но относятся на продукцию будущих периодов.

Готовая продукция представляет собой полностью законченные готовые изделия или полуфабрикаты, поступившие на склад предприятия.

Дебиторская задолженность – деньги, которые физические или юридические лица задолжали за поставку товаров, услуг или сырья.

Денежные средства – это денежные средства, находящиеся в кассе предприятия, на расчетных счетах банков и в расчетах.

Источники формирования оборотных средств

Собственные - формируются за счёт собственных средств предприятия.

Заёмные - кредиты банков и других коммерческих организаций.

Привлечённые - средства целевого финансирования для их использования по прямому назначению.

Показатели эффективного использования оборотных средств

Оборотные средства представляют собой часть материально - технической базы предприятия. В процессе движения оборотные средства совершают кругооборот.

1. *Длительность одного оборота оборотных средств* – показывает, за какое время оборотные средства совершают полный кругооборот.

$$T_{об} = \frac{Д_п}{К_о}$$

где $К_О$ – коэффициент оборачиваемости оборотных средств.

$$T_{об} = T_з + T_и + T_р$$

где $T_з$ – длительность заготовительного цикла;

$T_и$ – длительность цикла изготовления;

$T_р$ – длительность цикла реализации.

2. *Коэффициент оборачиваемости* – показывает число кругооборотов, совершаемых оборотными средствами за расчётный период (или, показывает долю стоимости РП, приходящейся на 1 руб. стоимости оборотных средств).

$$К_о = \frac{РП}{ОС} = \frac{Д_п}{T_{об}}$$

где $ОС$ – величина оборотных средств (руб.);

$РП$ – объём реализованной продукции (руб.).

3. *Коэффициент загрузки* – показывает долю стоимости оборотных средств, приходящуюся на единицу реализованной продукции.

$$К_З = \frac{ОС}{РП}$$

Нормирование оборотных средств

Нормирование – установление экономически-обоснованных норм запаса и нормативов оборотных средств по элементам, необходимым для нормальной деятельности предприятия.

Норма - относительная величина соответствия объёма запаса каждого элемента оборотных средств.

Нормы устанавливаются в %, деньгах или днях запаса и показывают количество оборотных средств, необходимых для бесперебойной работы оборудования в течение определённого периода времени.

Норматив - конкретное количество оборотных средств, необходимых для производства либо единицы продукции, либо определённого объёма.

Норма оборотных средств по каждому виду или однородной группе материалов учитывает время пребывания в текущем, страховом, транспортном, технологическом и подготовительном запасах.

1. *Текущий запас* – основной вид запаса, необходимый для бесперебойной работы предприятия между двумя определёнными поставками.

$$ТЗ = Р_{сут} \times И_{п}$$

$$Р_{сут} = \frac{Р}{Д_{п}}$$

где $ТЗ$ - текущий запас (руб.);

$Р_{сут}$ - среднесуточный расход материальных ресурсов;

$И_{п}$ – интервал между поставками (дни);

$Р$ – общий расход материала на плановый период;

$Д_{п}$ – длительность планового периода.

2. *Страховой запас* – второй по величине вид запаса, который создаётся на случай непредвиденных отклонений в снабжении и обеспечивает непрерывную работу предприятия. Страховой запас принимается, как правило, в размере 50% текущего запаса, он может быть и меньше этой величины в зависимости от места положения поставщиков.

$$СЗ = Р_{сут} \times И_{пс} \times 0{,}5$$

где $СЗ$ - страховой запас (руб.).

3. *Транспортный запас* – создается, если нарушение времени поставки связано с транспортной организацией. Он рассчитывается аналогично страховому запасу.

$$ТР_{з} = Р_{сут} \times И_{пт} \times 0{,}5$$

4. *Технологический запас* – создаётся в случаях, когда данный вид сырья нуждается в предварительной обработке, выдержке для придания определённых потребительских свойств. Этот запас учитывается в том случае, если он не является частью процесса производства.

$$Тех.з = (ТЗ + СЗ + ТР_{з}) \times К_{тех}$$

где $Тех.з$ – технологический запас (руб.)

$К_{тех}$ – коэффициент технологического запаса.

Общий объем поставки

$$ПЗ_{общ} = ТЗ + СЗ + ТР_{з} + Тех.з$$

Показатели эффективности использования оборотных средств

1. *Коэффициент использования материала*

$$К_{и} = \frac{Ч_{вм}}{В_{рм}}$$

где $Ч_{вм}$ – чистый вес материала;

$В_{рм}$ – валовый расход материала.

2. *Норма расхода материала*

$$Н_{расх} = \frac{Ч_{вм}}{К_{и}}$$

3. *Доля отходов*

$$Д_{отх} = \frac{О_{отх}}{В_{рм}}$$

где *Оотх* – величина отходов.

Пути повышении эффективности использования оборотных средств

- непрерывность производственного процесса;
- определение потребности в оборотных средствах в соответствии с экономическими нормативами и обоснованиями;
- повышение эффективности использования оборотных средств (снижение материалоемкости, топлива, энергии, внедрение прогрессивных технологий, сокращение производств потерь, система нормирования и планирования);
- ускорение скорости банковских расчетов;
- использование отходов производства и вторичного сырья;
- сокращение излишков материальных запасов;
- приближение поставщиков сырья к потребителям;
- автоматизация, механизация и информатизация складов;
- повышение объема реализации продукции.

Практическая работа № 13-14
Методика расчета основных технико-экономических показателей деятельности организации

Цель работы:

1. Закрепить на практике знания по теме «Технико- экономические показатели деятельности предприятия».
2. Изучить основные технико-экономические показатели деятельности организации.
3. Приобрести навыки расчета основных технико-экономических показателей деятельности организации.

Пояснения:

Технико-экономические показатели – система измерителей, характеризующая материально-производственную базу предприятий (производственных объединений) и комплексное использование ресурсов. Они применяются для планирования и анализа организации производства и труда, уровня техники, качества продукции, использования основных и оборотных фондов, трудовых ресурсов.

Информационной базой анализа являются материалы плановых документов, данные бухгалтерского и статистического учета и отчетности предприятия. На данный момент финансовая отчетность Открытых Акционерных обществ доступна не только для акционеров, но и размещается в интернете. Однако, другие организации ограничивают доступ к банку данных предприятия, информация о деятельности которого зачастую не только приобретает конфиденциальный характер, но и относится руководством предприятия к коммерческой тайне. Для

целей анализа рекомендуется использовать ограниченное число исходных технико-экономических показателей.

Показатели выпуска продукции в натуральном выражении, товарная и реализованная продукция (объем продаж продукции) характеризуют во взаимосвязи производственную и торгово-сбытовую (коммерческую) стороны деятельности предприятия.

1.Производственная мощность (Мпр), шт., руб.

$$\text{Мпр} = \text{Ппр.об.} \cdot n \cdot \Ф$$

где

Мпр – мощность, шт., руб.;

Ппр.об – производительность оборудования в единицу времени, выраженная в натуральном исчислении;

n – количество единиц оборудования, шт.;

Ф –эффективный (действительный) фонд времени работы оборудования в год, час.

Если производство является мономенклатурным (выпускается не один вид разнородной продукции), то (Мпр) рассчитывается в руб. (для перевода в денежные единицы надо учесть (Мпр) по каждому виду продукции и суммировать).

Если наблюдается рост (Мпр), то это обычно связано с приобретением нового производственного оборудования для освоения новых видов продукции или модернизации. Если изменения (Мпр) в стоимостном выражении, то может повлиять изменение цен.

Это фактический выпуск продукции в натуральных ед.изм. за анализируемый период времени.

Рост показателя чаще всего свидетельствует о росте объемов заказа на продукцию предприятия (т.е. идет рост спроса на продукцию).

Если (Мпр) указывается в стоимостном выражении, то данный показатель не указывается.

2. Выпуск продукции в натуральном выражении (Q), шт.

Это максимально возможный выпуск продукции на имеющемся производственном оборудовании, обычно указывается в натуральных единицах измерения (шт., т., л., кВт, кг., $м^2$, $м^3$ и т.п.).

3.Коэффициент использования производственной мощности

$$\mathbf{К_{исп}} = \frac{Кф}{Кпл},$$

где

$К_{пл}$ – планируемый выпуск продукции на единицу мощности:

$$\mathbf{К_{пл}} = \frac{Qпл}{Мпл},$$

где

$М_{пл}$ – производственная мощность (плановая) предприятия;

$Q_{пл}$ – плановый выпуск продукции, шт.;

$К_{ф}$ – фактический выпуск продукции на единицу мощности:

$$\mathbf{К_{ф}} = \frac{Qф}{Мф},$$

где

$М_{ф}$ – производственная мощность (фактическая) предприятия;

$Q_{ф}$ – фактический выпуск продукции.

Рассчитывается как отношение выпуска продукции в натуральном выражении к производственной мощности ($М_{пр}$). Если ($М_{пр}$) указывается в стоимостном выражении, то данный показатель рассчитывается как отношение товарной продукции к производственной мощности.

Показывает степень задействования производственных мощностей в производстве. Максимальное значение 1 или 100%.

Хотя теоретически бизнес может работать на 100% своих производственных мощностей, но на практике максимальный выход меньше, потому что оборудование требует ремонта, работники уходят в отпуск и т.п.

Например, компания может использовать 0,85 своих производственных мощностей, те ее выпуск составляет 85% максимума, который она способна произвести, используя все имеющиеся ресурсы.

Если компания имеет низкий коэффициент использования производственных мощностей – до 50%, то она обычно получает низкие доходы или терпит убытки, хотя имеет большой потенциал для роста.

Компания, действующая на уровне 80% мощностей и более, обычно высокоприбыльна, хотя имеет меньшие возможности развития.

4.Товарная продукция (Тп), тыс.руб.

Это фактический выпуск продукции, оцененный в текущих ценах того периода, в котором он осуществлен.

Если наблюдается рост, то он может быть связан как с ростом объема выпуска, так и с ростом цен на продукцию. При этом пересчитайте - соответствует ли по вашим данным - средняя цена ед.продукции реальным ценам на рынке (определить среднюю можно путем деления товарной продукции на выпуск продукции в натуральном выражении).

5. Стоимость основных фондов (Соф), тыс. руб.

Это первоначальная стоимость основных средств, отражается в форме № 5 «Приложение к бухгалтерскому балансу».
Если идет рост показателя, то необходимо связать этот рост с ростом производственной мощности.
В случае если роста (Мпр) нет, а стоимость основных средств (Соф) растет, то, следовательно, предприятие закупало (Соф) непроизводственного назначения.
Среднегодовая стоимость основных производственных фондов определяется по формуле:

$$\mathbf{C_{оф.\ ср.год}=C_{оф1}+}\frac{Соф.ввод \cdot n1}{12}-\frac{Соф.выб. \cdot n2}{12}$$

где
$C_{оф1}$ - стоимость основных производственных фондов на начало года, тыс., руб.;
$C_{оф.ввод}$, $C_{оф.выб}$- стоимость вводимых (выбывающих) в течение года основных производственных фондов, тыс. руб.; n_l, n_2 - количество полных месяцев с момента ввода.

6. Фондоотдача (Фо), руб.
Рассчитывается как отношение товарной продукции к стоимости основных фондов:

$$\mathbf{Фо=}\frac{Тп}{Соф}$$

Если идет рост показателя, то это связано - либо с ростом товарной продукции (числитель), либо со снижением стоимости ОС (знаменатель). Если при этом наблюдается рост обоих показателей, то рост фондоотдачи говорит о том, что прирост товарной продукции выше, чем прирост стоимости ОС, при снижении фондоотдачи прирост стоимости ОС идет быстрее.
77.Численность промышленно-производственного персонала (работающих), ($N_{ппп}$), чел.
Следует различать промышленно-производственный персонал и непромышленный персонал.
В состав промышленно-производственного персонала входят следующие категории работающих: рабочие, руководители, специалисты, служащие, которые заняты в основных направлениях деятельности предприятия.
Рост численности ($N_{ппп}$) связан с расширением производства или видов основной деятельности, либо с увеличением производственной программы. Снижение: либо с увольнениями, либо с сокращением штата.

8. Производительность труда (Пт), тыс.руб.
Рассчитывается как отношение товарной продукции к численности промышленно производственного персонала:

$$\mathbf{Пт=}\frac{Тп}{Nппп}$$

Если идет рост показателя, то это связано, либо с ростом товарной продукции (числитель), либо со снижением численности (знаменатель).

Если при этом наблюдается рост обоих показателей, то рост производительности говорит о том, что прирост товарной продукции выше, чем прирост численности.

9.Среднемесячная оплата труда ($З_{ср.м.}$), руб.

Отражает среднюю заработную плату одного работника за месяц, не должен быть ниже минимальной оплаты труда, установленной государством.

Можно рассчитать, как средства, направленные на оплату труда:

$$З_{ср.м.} = \frac{Фоп}{12 \cdot Nппп}$$ **, руб.**

где

Фоп- фонд оплаты труда, руб.;

12- количество месяцев в году;

$N_{ппп}$- численность работников, чел.

Необходимо сравнивать: не превышает ли сумма средств, направленных на оплату труда себестоимость.

Рост заработной платы обычно связан с ростом производительности труда, инфляцией, увеличением сдельных расценок и тарифных ставок, увеличением премий.

Наряду с изменением заработной платы необходимо сравнивать изменение производительности труда, при этом для нормального развития предприятия темп роста производительности труда должен быть выше темпа роста заработной платы.

Порядок выполнения работы:

Индивидуальное задание для каждого студента.

Задача 1.

Определить численность мастеров на участках цеха машиностроительного завода на основе следующих данных:

Численность рабочих в базовом году на заготовительном участке – 50 чел.

Численность рабочих в базовом году на участке механической обработки – 110 чел.

Численность рабочих в базовом году на складском участке – 85 чел.

Рост объема производства в текущем году – 20%.

Рост производительности труда в текущем году – 5%.

Норма управляемости на заготовительном участке – 28 чел.

Норма управляемости на участке механической обработки – 25 чел.

Норма управляемости на складском участке – 19 чел.

Решение:

Рассчитать численность рабочих в текущем году на каждом участке. Исходя из того, что численность в базовом году должна быть скорректирована на уровень роста объема производства и уровень роста производительности труда. При этом рост объема производства способствует увеличению численности рабочих, а рост производительности труда – ее сокращению.

Норма управляемости показывает количество рабочих, которые могут находиться в подчинении одного мастера. Исходя из приведенных в условии норм управляемости в разрезе цехов, соответственно определить численность мастеров:

на заготовительном участке, на участке механической обработки, на сборочном участке.
Рассчитанная численность работников округляется до ближайшего целого числа.
Общая численность мастеров в цехах машиностроительного завода составит:

$$М=Мз+Мм+Мс, чел.$$

Задача 2.

1. Определить изменение фондоотдачи в отчетном году по сравнению с базовым (в абсолютных и относительных показателях);
2. Изменение рентабельности основных производственных фондов в отчетном году по сравнению с базовым;

Исходные данные:

Наличие и движение основных и производственных фондов
1. Среднегодовая стоимость Соф в базовом году-8520 тыс.руб.
2. Стоимость Соф на начало отчетного года-8800 тыс.руб.
3. Всего ввод Соф в отчетном году-2500 тыс. руб.

В том числе:
В феврале 500
В апреле 700
В июле 900
В ноябре 400

1. Всего выбытие Соф в отчетном году-1450 тыс. руб.

В том числе
В феврале 950
В октябре 500

Выпуск товарной продукции и прибыль:
1.Выпуск товарной продукции тыс. руб.
Базовый год 7327,2
Отчетный год 11283,3
2.Прибыль, тыс.руб.
Базовый год 1363,2
Отчетный год 1958,3

Задача3.

Выпуск продукции за отчетный год составил 5400 т.р., при среднесписочной численности 1010 ч. Плановый выпуск продукции планируется увеличить на 15% при той же численности.
Определить рост производительности труда.

Задача4.

Трудоемкость продукции А составляет 3,69 ч., продукции Б – 4,25 ч. За год планируется произвести продукции А 2500 шт., продукции Б – 2200 шт. Рабочих дней в году – 290, режим работы – двухсменный, длительность смены – 8 часов. Определите численность рабочих.
Определить месячный (20 рабочих дня, 1 смена- 8 ч.) заработок рабочего станочника 4-го разряда при повременной, сдельной и сдельно- прогрессивной системах оплаты труда, (тарифный коэффициент рабочего 4-разряда-1,57). На

операцию установлена норма времени $t_к$=24 мин., фактически за месяц было обработано **$Q_ф$** деталей.

Коэффициент увеличения расценки при выполнении нормы

$R_{вып}$ до 100%-1; от 101% до 110% - 1,1; от 111% до 120%-1,2; от 121% до 130%-1.3; от 131% до 140%-1,4; свыше 140%-1,5.

Проанализировать динамику заработной платы рабочего при различных системах оплаты труда.

Исходные данные: *(В зависимости с какой буквы начинается ваша фамилия теми показателями пользуемся при решении задачи)*

Показатель	**А,Б**	**В,Г**	**Д,Е**	**Ж,З**	**И,К**	**Л,М**	**Н,О**	**П,Р**	**С,Т**	**У,Ш**
Обработано деталей, **$Q_ф$**	**400**	**500**	**450**	**550**	**600**	**650**	**700**	**750**	**720**	**430**
Кол-во смен	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**2**

1. Определить простую повременную заработную плату:

$$ЗП_п=С_{чт4}\cdot Т_ф, \text{ руб.}$$

где

Счт- часовая тарифная ставка, руб.;

Тф- время фактической работы, мин.

$$С_{чт1}=\frac{ЗПмин.}{ФРВмес.}, \text{ руб.}$$

где

$ЗП_{мин.}$- минимальная заработная плат, 5965 руб.

$ФРВ_{месс.}$- месячный фонд рабочего времени , 160 час.

Определить часовую тарифную ставку рабочего 4- разряда.

1. Определить заработную плату сдельную:

$$ЗП_{сд.}=С_{д.р}\cdot Q_ф, \text{ руб.}$$

Где

$С_{д.р}$- сдельная расценка, руб.

$Q_ф$- количество фактически выпущенных деталей, шт.

Определить сдельную расценку:

$$С_{д.р}=\frac{Счт4\cdot tк}{60}, \text{ руб.}$$

где

$t_к$- время затраченное на изготовление 1-го изделия, мин.

1. Определить сдельно- прогрессивную заработную плату:

$$ЗП_{сд.прог.}=С_{д.р.}\cdot N_п+С_{д.р.}\cdot К_п(N_ф-N_п), \text{ руб.}$$

где

$N_п$- норма выпущенной продукции, шт.;

$К_п$- коэффициент повышающий;

$N_ф$ – фактически выпущенная продукция, шт.

Определить норму выпущенной продукции:

$$N_п=\frac{Тр.п}{tк}, \text{ шт.,}$$

где $Тр.п$ - время

Определить коэффициент повышения:

$$К_п = \frac{Nф}{Nп} \cdot 100$$

Форма отчета: Каждый студент индивидуально выполняет задание в тетради.

Выводы:

Технико-экономические показатели деятельности предприятия используются для планирования и анализа производственных возможностей предприятия, оценки трудовых и технических возможностей, эффективности использования производственных фондов и трудовых ресурсов. Они являются основой при разработке производственно-финансового плана предприятия. На основе технико-экономических показателей также возможно установление нормативов на будущие периоды в рамках внутрифирменного планирования на предприятии.

Следует отметить, что имеются специфические технико-экономические показатели для отдельных отраслей экономики и сфер деятельности. Действующая система технико-экономических показателей сочетается с устоявшейся методикой их исчисления и оценки. Это позволяет проводить сравнение различных предприятий одной отрасли по эффективности хозяйственно-экономической деятельности или сегмента рынка для оценки и выявления внутрипроизводственных резервов. На основе такого сравнения возможно получение дополнительных конкурентных преимуществ.

Контрольные вопросы:

1. Что такое мощность?
2. Каковы показатели использования мощности?
3. Что такое производственная программа предприятия?
4. Понятие товарной продукции.
5. В чем заключается отличие товарной продукции от валовой?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №15-16
Изучение структуры и содержания бизнес-плана, методологических основ его разработки

Цель: Овладение основами составления бизнес-плана

Контрольные вопросы:

1. Что такое бизнес-план?
2. Чем отличается бизнес- план от годового плана предприятия?
3. Назовите основные разделы бизнес – плана.

В условиях рыночной экономики основным планово-экономическим документом предприятия является бизнес-план. Этот документ отражает специфику предприятия и особенности его производственно-хозяйственной и финансово-экономической деятельности, которые весьма разнообразны по своему содержанию. Бизнес-план имеет несколько разделов, в каждом из них в кратком или развернутом виде содержится текст, показатели и расчеты по

соответствующим позициям. Все разделы бизнес-плана взаимоувязаны и дополняют друг друга необходимой информацией. Каждый из них по-своему важен, но определяющим является раздел производства и реализации продукции.

Ход работы:

Составьте бизнес- план предприятия (судостроительного завода, мебельного цеха и др.), используя для этого следующие разделы:

Структура бизнес-плана примерно следующая:

- Введение (или резюме): полное название предприятия, место и время регистрации, номер лицензии, местонахождение, статус предприятия и его основное назначение, другие реквизиты.
- Виды производственно-хозяйственной деятельности: отраслевая принадлежность предприятия, особенности производства, характеристика готовой продукции и ее достоинств, преимущества вырабатываемой продукции и др.
- Организационный план: структурная схема управления, численность персонала, среднемесячная заработная плата работников по категориям, денежные доплаты и различные компенсации производственному персоналу, фонд заработной платы на год, показатели производительности труда, фондовооруженность, мероприятия по повышению эффективности управленческого труда и квалификации работников аппарата управления, совершенствование методов хозяйствования и др.
- Производство и реализация продукции: мощность предприятия и показатели ее использования, объемы производства в натуральном и денежном выражениях, номенклатура и ассортимент продукции, товарная и реализованная продукция.
- Материально-техническое снабжение: производственные ресурсы и их разновидности, расчет потребностей в ресурсах, поставщики основного сырья и материалов, организация договорных отношений, способы доставки, потребности и обеспеченность вспомогательными материалами и др.
- Экономическая оценка рынка сбыта продукции: сегментация и потенциальная емкость рынка, основные конкуренты, прогноз объемов сбыта продукции, колебание спроса потребителей и возможности более полного его удовлетворения, способы расширения рынка сбыта, стимулирование сбыта продукции.
- Маркетинговая ситуация: способы реализации продукции, стратегия расширения рынка, выбор благоприятного сегмента рынка, ценообразование, реклама, обслуживание потребителей, изучение спроса, координация работы структурных подразделений по сбытовой деятельности предприятия.
- Финансово-экономические результаты: себестоимость продукции, структура статей и элементов себестоимости, калькуляция себестоимости и расчет затрат по видам продукции, прибыль от реализации продукции, затраты на 1 руб. товарной продукции, рентабельность производства и продукции, баланс доходов и расходов, балансовая прибыль и др.

- Техническое развитие производства; организационно-технические мероприятия по повышению эффективности производства и качеству выпускаемой продукции, мероприятия по вводу основных производственных фондов и производственных мощностей, повышению уровня механизации и автоматизации производственных процессов, обновлению технологического оборудования, обеспечение капитальных вложений и источников их финансирования и т.д.
- Социальное развитие коллектива: мероприятия, направленные на улучшение социально-бытовых и жилищных условий работников, сохранение их трудоспособности и укрепление здоровья, улучшение условий и охраны труда, изменение социально-профессиональной структуры коллектива работников, развитие общественной и трудовой активности производственного персонала.
- Природопользование и охрана окружающей среды: природоохранные мероприятия, их содержание и значение, использование водных ресурсов и охрана воздушного бассейна, устранение сброса загрязненных сточных вод, устройство очистных сооружений, утилизация отходов и др.

Практическая работа № 17-18
Техники ведения партнерской беседы

Цель: сформировать представление у студентов о коммуникативной, перцептивной и интерактивной стороне общения.

Понятийный аппарат: партнерская беседа, вербальная и невербальная коммуникация; коммуникативная, перцептивная и интерактивная стороны общения.

Описание занятия: Работа с раздаточными материалами преподавателя. Самостоятельное прочтение текста, обсуждение поставленных преподавателем вопросов. Обсуждение вопросов:

1. Коммуникативная сторона общения.

Природа и структура общения.
Специфика обмена информацией в коммуникативном процессе.
Средства коммуникации. Вербальная и невербальная коммуникация.
Проблема эффективности коммуникативного воздействия.
Особенности массовой коммуникации.

2. Интерактивная сторона общения

Структура и типы взаимодействия. Транзакционный анализ.
Кооперативное взаимодействие.

Упражнение 1. Первое знакомство

Ведущий объясняет, что иногда обстоятельства складываются так, что приходится встречаться с совершенно незнакомым человеком. При этом вы договариваетесь не только о месте и времени встречи, но и о приметах, по которым вас молено узнать. Опишите себя так, чтобы человек, с которым вы встречаетесь, сразу вас узнал, при этом постарайтесь уйти от стереотипа (одежда, цвет волос, глаз и т.п.), а попробуйте найти свою индивидуальную примету (привычка поправлять очки, необычная деталь походки и пр.). Каждый делает описание на листочке и сдает ведущему. Индивидуальная работа длится три-пять минут.

Ведущий зачитывает текст, а участники группы должны узнать по описанию, чей это портрет. Выбрать самые интересные описания.

Упражнение 2. Завоевать внимание

Участникам предлагается выполнить одну и ту же простейшую задачу. Любыми средствами, не прибегая, конечно, к физическим воздействиям, надо постараться привлечь к себе внимание окружающих. Задача усложняется тем, что одновременно это делают все участники по команде ведущего. Если участников больше 10-12 человек, то их можно разбить на две команды: одна — наблюдает, другая — выполняет упражнение. Затем поменяться местами. После выполнения упражнения необходимо обсудить: кому из группы удалось завоевать большее внимание аудитории и почему.

Упражнение 3. Центр общении

Все участники разбиваются на группы по шесть-восемь человек. Каждой группе за одну минуту необходимо выбрать тему разговора, чтобы она была интересна любом\- участнику команды.

Через минуту тренер предлагает каждом}' участнику команды оценить по 10-балльной шкате степень интереса к предложенной теме. В случае разных оценок, даваемых в одной команде, обсудить результаты. Если степень интереса участников команды колеблется от 9 до 10 батлов, значит, каждый проявит заинтересованность и активность. Если есть оценки меньше 9 батлов, то, видимо, в команде не все мнения участников были учтены.

Из каждой группы надо выбрать одного участника, который пойдет в «гости» в соседние группы. Цель «гостя» — стать центром общения в чужой группе (цель сообщается только для «гостей»). Группа ведет разговор на выбранную ранее тему. «Гость» общается в каждой чужой группе по три минуты.

По завершении упражнения группы обсуждают приемы общения, которые позволили участникам стать центром внимания в группе. Можно предтожить каждой группе оценить по 10-балльной шкале эффективность выполнения упражнения «гостями». «Гости» также оценивают особенности общения в каждой группе. После упражнения делаются выводы по следующим вопросам:

- Что необходимо учитывать при принятии группового решения?
- Какие приемы можно использовать для того, чтобы стать центром общения?

Практическая работа № 19-20
КОНФЛИКТЫ И СПОСОБЫ ИХ РАЗРЕШЕНИЯ

Вопросы для обсуждения

1. Конфликты: виды, структура, стадии протекания.
2. Причины, источники и предпосылки возникновения конфликта в процессе общения.
3. Стратегия и стили поведения в конфликтной ситуации.
4. Правила поведения и методы снятия психологического напряжения в условиях конфликта.

Конфликтология – ***область научных знаний, посвященная теории и практике предупреждения, преодоления конфликтов. Ее можно назвать наукой о психогигиене социальных и межличностных отношений***

Знание конфликтологии необходимо каждому культурному человеку, поскольку помогает гармонизации человеческих отношений.

Конфликты возникают практически во всех сферах человеческой деятельности. Ничего странного в этом нет. Как образно заметил американский психолог Б. Вул, жизнь – процесс решения бесконечного количества конфликтов. Человек не может избежать их. Поскольку каждый конфликт всегда связан с эмоциями, то человек начинает испытывать дискомфорт, напряжение, которые могут привести даже к стрессовым ситуациям, нанося тем самым ущерб здоровью.

К сожалению, для большинства людей характерно неумение находить достойный выход из конфликтных ситуаций. А это умение должно бытьприсуще любому культурному, интеллигентному, уважающему себя человеку, тем более человеку, претендующему на лидерские позиции.

1. Конфликты: виды, структура, стадии протекания

В психологии конфликт определяется как столкновение противоположно направленных, несовместимых друг с другом тенденций в сознании отдельно взятого индивида, в межличностных взаимодействиях или межличностных отношениях индивидов или групп людей, связанное с отрицательными эмоциональными переживаниями

Конфликт – это всегда противоборство субъектов социального взаимодействия, которое характеризуется нанесением взаимного ущерба (морального, материального, физического, психологического и т.п.).

Основу конфликтных ситуаций в группе между отдельными людьми составляет столкновение между противоположно направленными интересами, мнениями, целями, различными представлениями о способе их достижения.

Межличностные конфликты для субъектов конфликтного взаимодействия являются своеобразным «полигоном» проверки характеров, темпераментов, проявления способностей, интеллекта, воли и других индивидуально-психологических особенностей.

Межличностные конфликты отличаются высокой эмоциональностью и охватом практически всех сторон отношений между конфликтующими субъектами. Интеллектуальные реакции в конфликте развиваются в скоростном режиме.

Виды конфликта. Конфликты, представляющие собой сложное социально-психологическое явление, весьма многообразны и их можно классифицировать по различным признакам. В социальной психологии существует многовариантная типология конфликта в зависимости от тех критериев, которые берутся за основу.

1. Так, например, конфликт может быть внутриличностным, межличностным, между личностью и группой, в которую она входит, между организациями или группами одного или различного статуса.

Внутриличностный конфликт вызывается различными психологическими факторами внутреннего мира личности: несовместимыми потребностями, интересами, желаниями, чувствами, ценностями, мотивами и т.п. В зависимости от того, какие внутренние стороны личности вступают в конфликт, выделяют

следующие его формы: мотивационный, нравственный, нереализованного желания, ролевой, адаптационный, неадекватной самооценки.

Специфическими особенностями внутриличностного конфликтаявляются:

- *Необычность с точки зрения структуры конфликта.* Здесь нет субъектов конфликтного взаимодействия в лице отдельных личностей или групп людей.
- *Форма протекания и проявления.* Такой конфликт протекает в форме тяжелых переживаний. Он сопровождается специфическими состояниями: страхом, депрессией, стрессом. Часто внутриличностный конфликт выливается в невроз.
- *Латентность.* Внутриличностный конфликт не всегда легко обнаружить. Часто человек и сам не осознает, что он находится в состоянии конфликта. Более того, иногда он может скрывать свое состояние конфликта под эйфорическим настроением или за активной деятельностью.

Согласно З. Фрейду, человек конфликтен по своей природе. В нем отрождения борются два противоположных инстинкта, определяющих егоповедение. Такими инстинктами являются: **эрос** (сексуальный инстинкт, инстинкт жизни и самосохранения) и **танатос** (инстинкт смерти, агрессии,деструкции и разрушения). Внутриличностныйконфликт являетсяследствием извечной борьбы между эросом и танатосом. Эта борьба проявляется в амбивалентности человеческих чувств, в их противоречивости.Наиболее полно и конкретноконфликтная природа человека представлена З. Фрейдом в его взглядах на структуру личности. Эта структура уже рассматривалась нами в теме «Психология личности». Здесьмы лишь подчеркнем, что основные внутренние противоречия личности складываются между такими личностными структурами как Оно и Сверх-Я, которые регулирует и разрешает Я. Если Я не смогло разрешит противоречие между Оно и Сверх-Я, то возникают глубокие переживания, характеризующие внутриличностный конфликт.

Фрейд в своей теории не только раскрывает причины внутриличностных конфликтов, но и вскрывает механизмы защиты от них. Основным механизмом такой защиты является сублимация, то есть преобразование сексуальной энергии человека в другие виды его деятельности, в том числе в творчество.

Для разрешения внутриличностных конфликтов важно, во-первых, установить факт такого конфликта, во-вторых, определить тип конфликта и его причину; и в-третьих, применить соответствующий способ разрешения. При этом следует помнить, что часто для разрешения внутриличностныхконфликтов их носители нуждаются в психологической, а иногда и в психотерапевтической помощи.

Межличностный конфликт – наиболее распространенная форма конфликта в организациях. Это, как правило, борьба за ограниченные ресурсы: материальные средства, вакантное место, рабочую силу, время использования оборудования или одобрение проекта. Каждый при этом считает, что в ресурсах нуждается именно он, а не кто-нибудь другой.

Межличностный конфликт может также проявиться в столкновениираз личных типов характера, темперамента. Такие черты характера, как импульсивность, вспыльчивость, стремление доминировать, бесцеремонность в

обращении и др., порождают напряженность в человеческих отношениях, и, в конечном счете, могут привести к конфликтам.

Конфликт между личностью и группой возникает, когда член группыотступает от сложившихся в группе норм поведения и труда. Другой распространенный конфликт этого типа – между группой и руководителем. Наиболее остро такие конфликты протекают при неадекватности стиля руководства уровню зрелости коллектива, из-за несоответствия компетентности руководителя и специалистов, из-за неприятия нравственного облика и характера руководителя.

Межгрупповой конфликт возникает между различными (формальными и неформальными) группами в организации, между высшим и более низкими уровнями управления.

2. Возможны также классификации конфликтов **по горизонтали**(между рядовыми сотрудниками, не находящимися в подчинении друг к другу), **по вертикали** (между людьми, находящимися в подчинении друг к другу) и **смешанные,** в которых представлены и те, и другие. Наиболеераспространены конфликты вертикальные и смешанные. Они в среднем составляют 70-80% от всех конфликтов, являются нежелательными для руководителя, так как в них он как бы «связан по рукам и ногам». Дело в том,что в этом случае каждое действие руководителя рассматривается всеми сотрудниками через призму этого конфликта.

3. Существует также классификация по **характеру причин,** вызвавших конфликт. Перечислить все причины возникновения конфликта не представляется возможным. Но в целом он вызывается, как указывает Р.Л. Кричевский в книге «Если Вы руководитель...», тремя группами причин, обусловленными:

• трудовым процессом;

• психологическими особенностями человеческих взаимоотношений, т.е. их симпатиями и антипатиями, культурными, этническими различиями людей, плохой психологической коммуникацией и т.д.;

• личностным своеобразием членов группы, например, неумением контролировать свое эмоциональное состояние, агрессивностью, бестактностью и т.д.

4. Конфликты различают и по их **значению для организации, а такжепо способу их разрешения.** Различают конструктивные и деструктивные конфликты.

Для **конструктивных** конфликтов характерны разногласия, которыезатрагивают принципиальные стороны, проблемы жизнедеятельности организации и ее членов, разрешение которых выводит организацию и личность на новый, более высокий и эффективный уровень развития, появляются условия для сотрудничества, взаимопонимания.

Деструктивные конфликты приводят к негативным, часто разрушительным действиям, которые иногда перерастают в склоку и другие негативные явления, что резко снижает эффективность работы группы или организации.

Структура конфликта. Каждый конфликт имеет более или менее четко выраженную структуру. В любом конфликте присутствует **объект** конфликтной

ситуации, связанный либо с организационными и технологическими трудностями, особенностями оплаты труда, либо со спецификой деловых и личных отношений конфликтующих сторон.

Следующий элемент конфликта – **цели, субъективные мотивы** его участников, обусловленные их взглядами и убеждениями, материальными и духовными интересами.

Конфликт предполагает наличие **оппонентов, конкретных лиц,** являющихся его участниками.

И, наконец, в любом конфликте важно отличить непосредственный **повод** столкновения от подлинных его причин, зачастую скрываемых.

Сложность структуры конфликта заключается в том, что, как правило, его элементы разнородны и противоречивы. Так, например, объектом может выступать выражение претензии сотруднику по поводу невыполнения какой-либо конкретной работы. При этом целью может являться не дисциплинарные мотивы и улучшение качества работы организации, а, предположим, негативная публичная оценка конкретного субъекта труда. Поводом для этого может послужить, не факт невыполненной работы, а, предположим недоброжелательность или игнорирование каких-либо просьб руководителя.

Стадии конфликта. Несмотря на специфику и многообразие, конфликты имеют в целом общие стадии протекания:

1) потенциальное формирование противоречивых интересов, ценностей, норм;

2) переход потенциального конфликта в реальный или стадию осознания участниками конфликта своих верно или ложно понятых интересов;

3) конфликтные действия;

4) снятие или разрешение конфликта;

5) послеконфликтную ситуацию, которая может быть функциональной (конструктивной) и дисфункциональной (разрушающей).

2. Причины, источники и предпосылки возникновения конфликта в процессе общения

Причины конфликтов.

Среди огромного множества причин конфликтов, прежде всего, выделяют, так называемые, **общие** причины, которые проявляются, так или иначе, практически во всех возникающих конфликтах. К ним можно отнести следующие:

- *социально-политические и экономические причины* связаны с социально-политической и экономической ситуацией в стране;
- *социально-демографические причины* отражают различия в установках и мотивах людей, обусловленные их полом, возрастом, принадлежностью к этническим группам и др.;
- *социально-психологические причины* отражают социально-психологические явления в социальных группах: взаимоотношения, лидерство, групповые мотивы, коллективные мнения, настроения и т.д.;
- *индивидуально-психологические причины* отражают индивидуальные психологические особенности личности (способности, темперамент, характер,

мотивы и т.п.).

Вторая группа причин называется **частными**. Эти причины непосредственно связаны с конкретным видом конфликта, например:

- неудовлетворенность условиями деятельности;
- нарушение служебной этики;
- нарушение трудового законодательства;
- ограниченность ресурсов;
- различия в целях, ценностях, средствах достижения целей;
- неудовлетворительные коммуникации.

Конфликт, в отличие от спора, имеет обостренное, часто до предела обостренное противоречие. **Источники конфликтов –** это противоречия, а противоречия возникают там, где есть рассогласование:

- знаний, умений, способностей, личных качеств;
- функций управления;
- эмоциональных, психических и других состояний;
- целей, средств, методов деятельности;
- мотивов, потребностей, ценностных ориентации;
- взглядов, убеждений;
- ожиданий, позиций;
- оценок и самооценок и др.

Предпосылками или почвой для возникновения конфликтов могут служить:

1. Особенности восприятия. Люди очень часто, разговаривая, не понимают друг друга. Тому есть много причин. В частности, при межличностном общении значительная часть информации существует на уровне бессознательного и не может быть выражена полностью словами. Из- за ограниченного словарного запаса, недостатка времени или по другим причинам не считается нужным все говорить, а потому многое воспринимается собеседником за счет невербальных средств коммуникации (мимики, интонации, жестов, поз и т.д.).

Одной из причин ошибок в восприятии может быть **искаженное восприятие** личных качеств, мотивов поведения тех, кто участвует в конфликте. Как правило, обе стороны, приписывают сходные добродетели, благородные мотивы самим себе, а пороки – своим оппонентам.

Кроме того, у каждого человека существуют свои особенности в восприятии другого человека. В одном из направлений современной психологии – нейролингвистическом программировании эти различия положены в основу классификации людей на визуалов, аудиалов и кинестетиков. Так, **визуалы** воспринимают зрительно предъявляемую информацию, конкретность, четкость, ясность, наглядность. Они не терпят хождений перед ними во время общения, склонны к обвинительным утверждениям. **Аудиалы** все воспринимают через слуховые образы, музыку, речь. Они наиболее восприимчивы к тону, тембру, мелодике речи, голосовым акцентам, паузам. **кинестетики** – через состояния своего тела и через эмоции. Они особенно чувствительны к подстройкам, к невербальным символам. **Диджиталы** демонстрируют интеллектуальность,

амбициозность, критический настрой. Они склонны к логической аргументации, но выражают мысли в абстрактных терминах, далеко не всем понятных.
Люди с разным типом восприятия зачастую плохо понимают друг друга, что создает предпосылки к конфликту и трудности в управлении им. В этой связи уважающий себя лидер, должен хорошо знать особенности человеческого восприятия и уметь осуществлять необходимые подстройки.
«Чтение» невербальных символов (о чем говорит тело, глаза, голос, жесты), активное слушание, техника вопросов и ведения разговора, отражение чувств, эмпатичность – все это очень важные умения, которые необходимы лидеру.

2. Несовпадение рассуждений. Разногласия могут возникнуть из-за несовпадения наших рассуждений с рассуждениями другой стороны. Люди часто склонны видеть то, что хотят увидеть. Различные способы оценки результатов деятельности и личности друг друга ведут к разногласиям. Мешает скованность, закрепощенность, наличие комплексов, неумение высказать свою точку зрения, эгоизм и т.д.

Не следует интерпретировать высказывания или действия другой стороны в негативном плане, так как это вызывает отрицательные эмоции. Но на отрицательные эмоции в свой адрес мы испытываем раздражение и у нас возникает желание компенсировать свой психологический проигрыш, ответив обидой на обиду. Снисходительное отношение, категоричность, подшучивание, напоминание о какой-то проигрышной ситуации и т.п. – все это вызывает отрицательную реакцию у окружающих и служит питательной средой для возникновения конфликтной ситуации.

3. Несбалансированное ролевое взаимодействие двух людей, т.е. в процессе межличностного общения люди (один или оба) могут играть не те роли, которые ожидает от каждого из них партнер по общению.

4. Субъективная предрасположенность к конфликтам. Для руководителя полезно также знать, какие индивидуальные особенности личности (черты характера) создают у человека склонность или предрасположенность к конфликтным отношениям с другими людьми. Обобщая исследования психологов, можно сказать, что к таким качествам относятся:

- неадекватная оценка своих возможностей и способностей, которая может быть как завышенной, так и заниженной. И в том, и в другом случае она может противоречить адекватной оценке окружающих – и почва для конфликта готова;
- стремление доминировать во что бы то ни стало там, где это возможно и невозможно; сказать свое последнее слово;
- амбициозность – обостренное самолюбие, непомерные притязания;
- консерватизм мышления, взглядов, убеждений, нежеланиепреодолеть устаревшие традиции;
- излишняя принципиальность и прямолинейность в высказываниях и суждениях, стремление во что бы то ни стало сказать правду в глаза;
- критический настрой, особенно необоснованный и неаргументированный;

- определенный набор эмоциональных качеств личности (акцентуации характера, проявляющиеся в их чрезмерной выраженности, представляющие крайние варианты нормы) – тревожность, агрессивность, упрямство, раздражительность, подозрительность, болезненная обидчивость.

Конфликты в личностно-эмоциональной сфере обусловлены личностной спецификой оппонентов. В психологии даже выделяют типы конфликтных личностей. Рассмотрим наиболее распространенные из них.

Демонстративный – чаще всего это холерик, которому присуща бурная деятельность в самых разнообразных направлениях. Он любит быть на виду, имеет завышенную самооценку; его отношение к людям определяется тем, как они к нему относятся. Рациональное поведение, как правило, выражено слабо.

Ригидный (косный) – люди этого типа не умеют перестраиваться, принимать во внимание мнения и точки зрения окружающих; честолюбивы, проявляют болезненную обидчивость, подозрительность; малокритичны по отношению к собственным поступкам, постоянно требуют подтверждения собственной значимости.

Педант – личность, которая всегда пунктуальна, придирчива, хоть и исполнительна, зануда, отталкивает людей от себя.

Практик – действующий под лозунгом «Лучшая защита – нападение». Для такого человека самым важным является преобразование среды, внешнего окружения, изменение позиций других людей, что может приводить к разнообразным столкновениям, напряженности в отношениях.

Жалобщик – человек, охваченный какой-то идеей и обвиняющий других (кого-то конкретно или весь мир в целом) во всех грехах, но сам ничего не делающий для решения проблемы.

Разгневанный ребенок – человек, относящийся к этому типу, по своей природе не зол, а взрыв эмоций отражает его желание взять ситуацию под свой контроль. Например, начальник может вспылить, чувствуя, что его подчиненные потеряли к нему уважение.

Тайный мститель – человек, причиняющий неприятности с помощью каких-то махинаций, считая, что кто-то поступил неправильно, а он восстанавливает справедливость.

В конфликтной ситуации или в общении с «трудным» человеком необходимо попытаться увидеть в нем лучшие качества. Надо понимать, что невозможно изменить ни его психологические особенности, ни особенности его нервной системы, ни систему его взглядов и ценностей. Поэтому необходимо подобрать к нему ключик, исходя из собственного жизненного опыта и желания не осложнять ситуацию. Если же подобрать ключ не удается, то остается одно-единственное средство – перевести такого человекав разряд «стихийного бедствия».

Спецификой личностно-эмоциональных конфликтов часто является то, что конфликтующие даже не могут назвать предмета разногласий, а просто стремятся выплеснуть негативные эмоции на несимпатичного оппонента.

3. Стратегия и стили поведения в конфликтной ситуации

Специалистами разработано немало рекомендаций, касающихся различных аспектов поведения людей в конфликтных ситуациях, выбора соответствующих стратегий поведения и средств разрешения конфликта, а также управления им.

Стратегия *– это принцип поведения или следование некой модели поведения*

Для более успешного разрешения конфликта желательнопридерживаться **общей стратегии,** т.е. постараться определить:

1) *проблему* конфликта в общих чертах (например, при конфликте из-за объема выполняемых работ следует составить диаграмму распределения нагрузки);

2) истинную *причину* конфликта (хотя часто сделать это очень трудно);

3) действительных *участников* конфликта (отдельные сотрудники, группы, отделы или организации);

4) *подлинные потребности* и опасения каждого из главных *участников* конфликта, так как именно они лежат в основе практически любого конфликта;

5) существовавшие до конфликтной ситуации *межличностные отношения* участников конфликта;

6) отношение к конфликту лиц, не участвующих в нем, но заинтересованных в позитивном его разрешении.

Прежде чем переходить к разрешению конфликта, постарайтесь ответить на следующие вопросы:

- Хотите ли благоприятного исхода?
- Что нужно сделать, чтобы лучше владеть своими эмоциями?
- Как бы вы себя чувствовали на месте конфликтующих сторон?
- Нужен ли посредник для разрешения конфликта?
- В какой атмосфере (ситуации) люди могли бы лучше открыться, найти общий язык и выработать решения?

Поскольку в реальной жизни не так просто выяснить истинную причину конфликта и найти адекватный способ его разрешения, то целесообразно придерживаться какого-либо стиля поведения при конфликте. Исследователи указывают на пять основных стилей:

• конкуренция или соперничество;
• сотрудничество;
• компромисс;
• приспособление;
• игнорирование или уклонение (иногда отсрочка).

Стиль поведения в конкретном конфликте, определяется той мерой, в которой вы хотите удовлетворить собственные интересы, действуя при этом пассивно или активно, и интересы другой стороны, действуя совместно или индивидуально.

Приведем рекомендации по наиболее целесообразному использованию того или иного стиля в зависимости от конкретных ситуаций и характера личности человека.

Стиль конкуренции или соперничества. Этот стиль наиболее типичен для поведения в конфликтной ситуации. По статистике более 70% случаев в

конфликте – это стремление к одностороннему выигрышу, к победе, **удовлетворению в первую очередь собственных интересов.** Из этого проистекает желание надавить на партнера, навязать свои, интересы, игнорируя интересы другой стороны. Его **может использовать человек, обладающий сильной волей, достаточным авторитетом, властью.** Его также можно использовать, если есть веские аргументы; если нет иного выбора и нечего терять, или если человек находится в критической ситуации, которая требует мгновенного реагирования, принципиальности, настойчивости.

Однако следует иметь в виду, что эта стратегия **редко приносит долгосрочные результаты,** так как проигравшая сторона может не поддержать решение, принятое вопреки ее воле, или даже попытается саботировать его. Кроме того, тот, кто сегодня проиграл, завтра может отказаться от сотрудничества.

Этот стиль не может быть использован в близких, личных отношениях, поскольку кроме чувства отчуждения он больше ничего вызвать не может. Известно, что брак, в котором одна сторона подавляет другую, приводит к неразрешимым противоречиям или даже полному разрыву. Не следует использовать этот стиль в ситуации, когда вы не обладаете достаточной властью, а ваша точка зрения по какому-то вопросу расходится с точкой зрения начальника и вы не имеете достаточных аргументов, чтобы доказать ее.

Стиль сотрудничества. Сотрудничество – наиболее трудный из всех стилей, но вместе с тем он **наиболее эффективен для разрешения конфликтных ситуаций**.

Преимущество его в том, что находится наиболее приемлемое для обеих сторон решение и оппоненты превращаются в партнеров. Сотрудничество означает поиск путей для вовлечения всех участников в процесс разрешения конфликтов и стремление к удовлетворению нужд всех. Такой подход ведет к успеху в делах и личной жизни. Начать реализацию этой стратегии лучше всего с фразы: «Я хочу справедливого исхода для нас обоих», «Давайте посмотрим, как мы оба можем получить то, что хотим», «Я пришел к вам, чтобы решить нашу проблему».

Такой стиль требует умения объяснить свои решения, выслушать другую сторону, сдерживать свои эмоции. Отсутствие одного из этих факторов делает этот стиль неэффективным. Для разрешения конфликта этот стиль можно использовать в следующих случаях если:

- необходимо найти общее решение;
- основная цель – приобретение совместного опыта работы;
- существуют длительные, прочные и взаимозависимые отношения с конфликтной стороной;
- необходима интеграция точек зрения и усиление личностной вовлеченности сотрудников в деятельность;
- обе стороны обладают равной властью.

Стиль компромисса. Суть его заключается в том, что стороны пытаются урегулировать разногласия, идя **на взаимные уступки**. В этом плане он несколько напоминает стиль сотрудничества, однако осуществляется на более поверхностном уровне, так как стороны в чем-то уступают друг другу. Этот стиль наиболее эффективен, когда обе стороны желают одного и того же, но знают, что

одновременные желания невыполнимы, например, стремление занять одну и ту же должность или одно и то же помещение для работы. При использовании этого стиля акцент делается не на решении, которое удовлетворяет интересы обеих сторон, а на варианте, который можно выразить словами: «Мы не можем полностью выполнить свои желания, следовательно, необходимо прийти к решению, с которым каждый из нас мог бы согласиться».

В конечном счете, стиль компромисса при разрешении конфликта можно использовать в следующих ситуациях:

- обе стороны имеют одинаково убедительные аргументы и обладают одинаковой властью;
- возможно временное решение, так как нет времени для выработки другого; или же другие подходы к решению проблемы оказывались неэффективными;
- компромисс позволит хоть что-то получить, а не все потерять;
- в результате компромисса вам удастся сохранить взаимоотношения.

Стиль уклонения или отсрочки. Стиль уклонения реализуется обычно, если конфликт *не затрагивает прямых интересов сторон* или возникшая проблема не столь важна для сторон и у них *нет нужды отстаивать свои права*, или же сторона ни с кем не сотрудничает для выработки решения, либо просто *сторона не желает тратить время и силы на ее решение*. Этот стиль рекомендуется также использовать в тех случаях, когда одна из сторон обладает большей властью или чувствует, что не права, или считает, что нет серьезных оснований для продолжения контактов. Стильтакже применим, когда стороне приходится иметь дело с конфликтной личностью.

Конфликтующая сторона может использовать стиль уклонения, если:

- считает, что источник разногласий тривиален и несущественен по сравнению с другими более важными задачами;
- знает, что не может или даже не хочет решить вопрос в свою пользу;
- обладает малой властью для решения проблемы желательным для нее способом;
- хочет выиграть время, чтобы изучить ситуацию и получить дополнительную информацию, прежде чем принять какое-либо решение;
- считает, что решить проблему немедленно опасно, так как вскрытие и открытое обсуждение конфликта могут только ухудшить ситуацию;
- подчиненные могут сами урегулировать конфликт;
- решение проблемы может ухудшить здоровье;
- в конфликте участвуют трудные в общении люди – грубияны, жалобщики, нытики и т.п.

Не следует думать, что этот стиль является бегством от проблемы или уклонением от ответственности. В действительности уход или отсрочка могут быть вполне подходящей реакцией на конфликтную ситуацию, так как за это время она может разрешиться сама собой, или вы сможете заняться ею, когда будете обладать достаточной информацией и желанием разрешить ее, или это не те взаимоотношения, которые вам необходимо поддерживать.

Стиль приспособления. Стиль приспособления означает, что человек не пытается отстаивать собственные интересы в целях сглаживания атмосферы и восстановления нормальной рабочей обстановки. Но это неозначает, что человек отказывается от своих интересов, он просто должен как бы отставить их на некоторое время, а потом в более благоприятной обстановке вернуться к их удовлетворению за счет уступок со стороны оппонента или каким-либо иным образом.

Стиль приспособления может быть применим в следующих наиболее характерных ситуациях:

- важнейшая задача – восстановление спокойствия и стабильности, а не разрешение конфликта;
- конфликт с неадекватным руководителем;
- предмет разногласия не важен для вас или вас не особенно волнует случившееся;
- вы считаете, что лучше сохранить добрые отношения с другими людьми, чем отстаивать собственную точку зрения;
- вы чувствуете, что у вас недостаточно власти или шансов победить.

Ни один из рассмотренных стилей разрешения конфликтов не может быть выделен как самый лучший. Надо научиться эффективно использовать каждый из них, и сознательно делать тот или иной выбор, учитывая конкретные обстоятельства. Для этого желательно определить наиболее характерный для вас стиль разрешения конфликтов на основе теста К. Томаса
«Ваш способ реагирования в конфликте».

Однако, чтобы определить, какой стиль наиболее удобен и лучше всего для вас с точки зрения комфортности, заполните приводимую ниже таблицу. Отвечая на вопросы, постарайтесь записать первый ответ, который пришел вам в голову, поскольку он наиболее правилен, ибо соответствует непосредственной и интуитивной реакции, и не задумывайтесь над тем, какой подход было бы правильно применить в тех ситуациях, с которыми сталкивались в последнее время. Это позволит в дальнейшем вам корректировать свой стиль поведения и определить, насколько комфортно себя чувствуете, применяя предпочитаемый подход, и что можно получить, развивая свои способности в использовании других стилей.

Проставьте в каждой колонке свою оценку стилям разрешения конфликта от 1 (высокая) до 5 (низкая) в зависимости от того, насколько этотстиль, по вашему мнению, используется вами в большинстве конфликтных ситуаций.

4. Правила поведения и методы снятия психологического напряжения в условиях конфликта

Конструктивное разрешение конфликта зависит от следующихфакторов:

1) **Осознания**, что оппоненту могут быть присущи эмоциональные срывы и это естественно.

2) **Адекватности восприятия** конфликта, то есть достаточно точной, не искаженной личными пристрастиями, оценки поступков, намерений, как

противника, так и своих собственных.

3) **Открытости и эффективности общения**, т.е. готовности к всестороннему обсуждению проблем, когда участники честно высказывают свое понимание происходящего и пути выхода из конфликтной ситуации.

4) Создания **атмосферы взаимного доверия** и сотрудничества.

5) **Умения** проявлять выдержку, спокойствие, уравновешенность**.**

Поскольку конфликты часто порождают такое эмоциональное состояние, в котором трудно мыслить, делать выводы, подойти творчески к разрешению проблемы, то при разрешении конфликтной ситуации придерживайтесь следующих правил:

1. Помните, что в конфликте у человека доминирует не разум, а эмоции, что ведет к аффекту, когда сознание просто отключается, и человек не отвечает за свои слова и поступки, за которые впоследствии бывает обидно и неудобно. Поэтому из делового общения необходимо устранить суждения и оценки, ущемляющие достоинство собеседников, иронические замечания, высказываемые с чувством плохо скрытого превосходства или пренебрежения.

2. Стремитесь к уважительной манере разговора. Такие фразы, как: «Прошу извинить», «Буду очень признателен», «Если это вас не затруднит» – препятствуют формированию у оппонента внутреннего сопротивления, снимают отрицательные эмоции.

3. Стремитесь вести обсуждение не по поводу занимаемых сторонами позиций, а по существу проблемы, основываясь на объективных критериях. Старайтесь выслушать собеседника, так как умение слушать является одним из критериев коммуникабельности.

4. Придерживайтесь многоальтернативного подхода и, настаивая на своем предложении, не отвергайте предложение партнера, задав себе вопрос «Разве я никогда не ошибаюсь?» Постарайтесь взять оба предложения и посмотрите, какую сумму выгод и потерь они принесут в ближайшее время и потом.

5. Осознайте значимость разрешения конфликта для себя, задав вопрос «Что будет, если выход не будет найден?» Это позволит перенести центр тяжести с отношений на проблему.

6. Если вы и ваш собеседник раздражены и агрессивны, то необходимо снизить внутреннее напряжение, «выпустить пар». Но разрядиться на окружающих – это не выход, а выходка. Но если уж так получилось, что потеряли контроль над собой, попытайтесь сделать единственное: успокойтесь сами, а не требуйте этого от партнера. Избегайте констатации отрицательных эмоциональных состояний партнера. Замечено, что тон собственного голоса полезно понижать в той степени, в какой собеседник переходит на высокие ноты – так выигран не один спор.

7. Ориентируйтесь на положительное, лучшее в человеке. Тогда вы обязываете и его быть лучше.

8. Предложите собеседнику встать на ваше место и спросите: «Еслибы вы были на моем месте, то что бы вы сделали?» Это снимает критический настрой и переключает собеседника с эмоций на осмысление ситуации.

9. Не преувеличивайте свои заслуги и не демонстрируйте знаки превосходства. Не обвиняйте и не приписывайте только партнеру ответственность за возникшую ситуацию.

10. Независимо от результатов разрешения противоречий старайтесь не разрушить отношения.

В психологии проведено много исследований по изучению возможностей индивидуальной и групповой **психокоррекции конфликтного поведения**.

- самоанализ конфликтного поведения, как внутренняя работанад собой, без которой невозможно строить оптимальные взаимоотношения;
- социально-психологический тренинг;
- аутогенная тренировка;
- индивидуально-психологическое консультирование;
- посредническая деятельность психолога.

Приведем некоторые из методов, приемов, благодаря которым можно снять напряжение, освободиться от раздражения и гнева.

Методы, позволяющие снять напряжение.

1. «**Переключения»** на другой вид деятельности – связан с двигательной активностью, требующей физического напряжения, благодаря которой сжигается адреналин. Так, если находитесь на работе, займитесь любым видом деятельности: переберите бумаги; полейте цветы; заварите чай; переставьте стол; пройдите несколько раз в быстром темпе по коридору; зайдите в туалетную комнату и подержите 4-5 минут руки под водой; подойдите к окну и посмотрите на небо, деревья.

Если же находитесь дома, то постарайтесь выйти на улицу и побегать или походить в быстром темпе 10-15 минут; примите контрастный душ; перемойте скопившуюся посуду. Постарайтесь практиковать данный метод как можно чаще в те моменты, когда чувствуете, что теряете самоконтроль. Тогда данный способ войдет у вас в привычку. Кроме того, постарайтесь хотя бы раз в неделю заниматься делом, которое вас радует, успокаивает и приносит удовлетворение.

2. «**Визуализации»** – мысленно выразите свои чувства и переживания человеку, который вызвал негативную реакцию. Он приемлем тогда, когда не можете излить свое раздражение, например, на руководителя или если предполагаете, что ваш гнев только ухудшит и без того напряженную ситуацию. В результате добьетесь освобождения от гнева, ничем при этом не рискуя.

3. «**Заземление**» – представьте: гнев входит в вас от оппонента как пучок отрицательной энергии. Затем представьте себе, как эта энергия опускается в ноги и свободно уходит в землю.

4. **«Уменьшение оппонента в росте»** – представьте себе, что в ходе общения ваш оппонент настолько уменьшается в росте, что превращается в комок грязи, на который можете наступить, а голос его при этом становится все слабее и слабее. В результате он покажется менее значительным и влиятельным.

5. **«Настроение»** – возьмите цветные фломастеры или карандаши и расслабленной левой рукой начните рисовать любой рисунок: линии, пятна, фигуры и т.п. Постарайтесь полностью погрузиться в свои переживания, т.е.

выбрать и провести линии в соответствии со своим настроением, как бы материализуя на бумаге свои переживания. Зарисовав весь лист бумаги, переверните его и на обратной стороне напишите 8-10 слов, отражающих ваше настроение (переживание). Пишите те слова, которые первыми приходят в голову, долго не думая. Затем еще раз посмотрите на рисунок, какбы заново переживая свое состояние, перечитайте слова и энергично, с удовольствием разорвите его. Скомкайте изорванные куски листа и вбросьте их в мусорное ведро. Вместе с выброшенным рисунком вы избавляетесь от плохого настроения и обретаете успокоение.

6. **«Внутренний луч»** – можно использовать на начальной стадии раздражения, когда происходит нарушение самоконтроля, исчезает психологический контакт в общении, появляется отчуждение.

Для его выполнения необходимо расслабиться и представить следующие картинки. В верхней части головы возникает светлый луч, который движется сверху вниз и медленно освещает лицо, шею, плечи, руки теплым, ровным и приятным светом. По мере движения луча разглаживаются морщины, исчезает напряжение в области затылка, ослабляются складки на лбу, «опадают» брови, «охлаждаются» глаза, ослабляются зажимы в углах губ, опускаются плечи, освобождаются шея и грудь. Светлый внутреннийлуч создает внешность нового спокойного, уверенного и благополучного человека.

7. **«Мой дом» («моя комната»).** Для его реализации необходимо сесть, расслабиться и начать строить в воображении свой любимый дом или комнату с видом на речку, озеро, лес или куда-то еще. Обставьте его, как вы хотите, представьте свое кресло, любимое место в нем. Запомните его и мысленно уходите в него отдыхать в любое время в течение дня. Побудьте в нем 5-7 минут, и вы ощутите прилив сил.

*Существует еще один способ снятия психологического напряжения, который состоит в том, чтобы не просто взглянуть на ситуацию, которая привела к такому состоянию, а спросить себя: «**Какой урок я могу извлечь из этой ситуации**, чтобы быть подготовленным к аналогичным случаям в будущем? Как я могу приобрести уверенность в себе, если столкнусь с подобным случаем снова?» Такой подход поможет освободиться от отрицательных эмоций, поскольку научит поступать грамотно в аналогичных ситуациях и избежать стресса.*

Это лишь несколько методов. В литературе можно найти и другие. Выберите наиболее приемлемое для вас. Регулярное использование их приведет к тому, что гнев и раздражение, которые вы чувствовали, покинут вас, а конфликтная ситуация и оппонент могут показаться малозначительными. Они помогут вам продуктивно пройти через кризис и почувствовать себя более уравновешенным и спокойным. Это необходимо для того, чтобы трезво оценить свои действия и действия оппонента.

Еще одним эффективным способом разрешения конфликта является **трехпозиционное описание,** предложенное в техниках нейролингвистического программирования. Заключается оно в следующем:

Вначале необходимо определить конфликтную ситуацию.

Затем попробовать диссоциироваться – отстраненно посмотреть на ситуацию, как бы со стороны, будто вы смотрите фильм. Опишите всехучастников конфликта.
Следующим шагом является ассоциирование с собой. Опишите свое состояние по всем модальностям в общении с оппонентом: что вы видели, слышали, чувствовали, думали, переживали…

Снова диссоциируйтесь. Что изменилось?

Следующий шаг – ассоциируйтесь с оппонентом. Опишите, что он видит, слышит, чувствует, понимает…

Снова диссоциируйтесь. Что изменилось?

Далее, попробуйте определить, какие ресурсы нужны каждому участнику конфликта? В чем проблема каждого, что поможет ее решить? Дайте эти ресурсы. Повторяйте до тех пор, пока решение не будет найдено и конфликт не разрешится.

Вопросы для самопроверки

1. В чем причины возникновения конфликтов? Дайте их типологию.
2. Назовите основные стадии протекания конфликта.
3. Охарактеризуйте основные стратегии поведения руководителя в конфликтной ситуации.
4. Назовите основные черты поведения и типы конфликтных личностей.
5. Перечислите главные правила поведения в условиях конфликта.
6. Какие методы преодоления психологического напряжения наиболее приемлемы для вас?

Приложение 2.1.6
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ АУДИТОРНЫХ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

ОП 13.

ОХРАНА ТРУДА

для специальности СПО

15.02.09 Аддитивные технологии

2025

Пояснительная записка

Методические указания направлены на оказание методической помощи обучающимся при выполнении аудиторных практических работ.

Выполнение аудиторных практических работ учащихся в процессе изучения курса является важнейшим этапом обучения, который способствует систематизации и закреплению полученных теоретических знаний и практических умений; формированию навыков работы с различными видами информации, развитию познавательных способностей и активности обучающихся.

В методических указаниях приведены основные требования по выполнению аудиторных практических работ, предназначенных для обучающихся СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий», по специальности

15.02.09 Аддитивные технологии

Программа по предмету «Охрана труда» направлена на формирование навыков безопасного выполнения профессиональных обязанностей работников, занятых на предприятиях машиностроительного комплекса. Изучая предмет «Охрана труда», учащиеся будут знать:

- основные требования безопасности на территории предприятия;
- правила размещения производственного оборудования и организации рабочих мест;
- требования, предъявляемые к обслуживанию промышленного оборудования, обеспечивающие безопасное выполнение работ;
- методы контроля выполнения правил охраны труда.

Обучающиеся будут уметь:

- организовывать рабочее место;
- обеспечивать собственную безопасность и безопасность окружающих;
- обслуживать производственное оборудование, обеспечивая собственную безопасность и безопасность окружающих.

Критерии оценки результатов практических работ

Критериями оценки результатов аудиторных практических работ обучающихся являются:

- уровень освоения учебного материала;
- уровень умения использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- уровень сформированности общеучебных умений;
- уровень умения активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения материала;
- оформление материала в соответствии с требованиями стандарта;
- уровень умения ориентироваться в потоке информации, выделять главное;

- уровень умения четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- уровень умения определить, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- уровень умения сформулировать собственную позицию, оценку и аргументировать ее.

Содержание:

1	Пояснительная записка	Стр. 2-3
1.1	Перечень практических работ. П. р. № 1 по П. р. № 20	Стр. 6 - 21
2	Литература	Стр. 22
3	Название практических работ с № 1 по № 20	
П. р. № 1	Изучение прав и обязанностей работника и работодателя в области охраны труда.	6
П. р. № 2	Ознакомление с основными статьями Конституции РФ и ТК по вопросам охраны труда в РФ.	6-7
П. р. № 3	Изучение порядка и периодичности обучения и проверки знаний по охране труда.	7
П. р. № 4	Изучение эргономических основ безопасности в области охраны труда.	8
П. р. № 5	Изучение электробезопасности в области охраны труда.	8-9
П. р. № 6	Изучение электротехнических защитных средств на электроустановках до 1000 В.	9
П. р. № 7	Изучение порядка расследования несчастного случая на производстве.	9-10
П. р. № 8	Изучение последовательности оказания первой доврачебной помощи пострадавшим в результате несчастного случая на производстве.	10-11
П. р. № 9	Проведение анализа несчастного случая на производстве и причинно- следственные связи.	11-12
П. р. № 10	Решение ситуационных задач на тему «Производственный травматизм»	12- 13
П. р. № 11	Изучение методики оценки условий труда, исходя из гигиенических нормативов.	13-14
П. р. № 12	Изучение средств измерения и контроля освещения.	14-15
П. р. № 13	Определение категории профессионального риска на основе классов условий труда.	15
П. р № 14.	Изучение структурной схемы оценки условий труда при аттестации рабочих мест.	16
П. р. № 15	Проведение анализа вредного влияния производственного шума на здоровье работников судостроительных предприятий.	16-17
П. р. № 16	Изучение воздействия на организм человека вредных веществ, содержащихся в воздухе рабочей зоны.	17- 18

П. р. № 17	Проведение анализа по использованию средств индивидуальной и коллективной защиты.	18-19
П. р. № 18	Изучение средств защиты органов дыхания.	19
П. р. № 19	Изучение видов и условий трудовой деятельности.	20
П. р. № 20	Изучение первичных средств тушения пожаров.	20-21

Методические рекомендации к практической работе № 1
Изучение прав и обязанностей работника и работодателя в области охраны труда.

(время на работу 1 час)

1. Цель работы:
Изучить права и обязанности работника и работодателя в области охраны труда в соответствии с ТК РФ.

2. Ход работы:

2.1 Обучающийся изучает обязанности работодателя в области охраны труда и заполняет таблицу – графа 1.

2.2 Обучающийся изучает обязанности работника в области охраны труда и заполняет таблицу – графа 2.

Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий охраны труда	Обязанности работника в области охраны труда
1	2
Работодатель обязан обеспечить:	Работник обязан:

3. Вывод:
У обучающегося формируются знания об назначении основных нормативных документов в области охраны труда.

Методические рекомендации к практической работе № 2
Ознакомление с основными статьями Конституции РФ и ТК по вопросам охраны труда в РФ

(время на работу 1 час)

1. Цель работы:
Изучить основные статьи Конституции РФ и Трудового Кодекса в части охраны труда.

2. Ход работы:

2.1 Обучающийся изучает Конституцию РФ (статьи: 7,17, 18, 37, 39, 41, 45, 57, 58, 59, 60) и выписывает приоритеты в области охраны труда.

2.2 Обучающийся ознакомляется с содержанием Трудового Кодекса (статьи: 1-5, 15,91,92, 100. 106, 111, 209, 210 – 214) и записывает основные цели этих статей.

2.3 Обучающийся дает определения следующим терминам: охрана труда, условия труда, гигиена труда, безопасные условия труда, рабочее место, техника безопасности, опасный производственный фактор, вредный производственный фактор.

3. Вывод:

Обучающийся проводит анализ изученных статей правовых документов и применение их в трудовой деятельности.

Методически рекомендации к практической работе № 3
Изучение порядка и периодичности обучения и проверки знаний по охране труда

(время на работу 1 час)

1. Цель работы:

Изучение порядка, периодичности и видов обучения по проверке знаний.

2. Ход работы:

2.1 Обучающийся изучает виды инструктажей по охране труда и узнает их цели.

2.2 Обучающийся изучает назначение, время проведения и порядок оформления инструктажей по охране труда.

2.3 Обучающийся заполняет таблицу совместив вид инструктажа с его содержанием и временем проведения.

Вид инструктажа	Когда проводят данный вид инструктажа
1. Вводный 2. Первичный на рабочем месте 3. Повторный 4. Внеплановый 5. Целевой	

2.4 Обучающийся заполняет таблицу, разместив инструктажи «При приеме на работу» и «В процессе работы».

При приеме на работу	В процессе работы

3. Вывод:

Обучающийся делает вывод об общем назначении инструктажей и их значения в обеспечении безопасности работников предприятия.

Методические рекомендации к практической работе № 4
Изучение эргономических основ безопасности труда.

(время на работу 1 час)

1. Цель работы:

Изучение величин функциональных возможностей организма человека, характеризующих количество и качество работы, выполняемой за определенное время.

2. Ход работы:

2.1 Обучающийся дает краткую характеристику трем фазам работоспособности, сменяющих друг друга во времени в процессе трудовой деятельности и вносит полученные знания в таблицу.

2.2 В графе 1 указываются фазы работоспособности.

2.3 В графе 2 обучающейся дает им краткую характеристику, продолжив предложение.

Название фаз работоспособности	Краткая характеристика фаз работоспособности
1. Предрабочее состояние (фаза мобилизации). 2. Врабатываемость (фаза гиперкомпенсации). 3. Период устойчивой работоспособности (фаза компенсации).	1. В этот период наблюдается - … 2. В этот период совершается - … 3. В этот период устанавливается - …..

3. Вывод:

У обучающегося формируются знания о наиболее важных элементах повышения эффективности трудовой деятельности и работоспособности работника.

Методические рекомендации к практической работе № 5
Изучение электробезопасности в области охраны труда.

(время на работу 1 час)

1. Цель работы:

Ознакомиться с условиями поражения человека электрическим током. Изучить средства и методы зашиты от поражения электрическим током.

2. Ход работы:

2.1 Обучающийся приводит классификацию электротравм и их виды.

2.2 Обучающийся раскрывает содержание понятия электробезопасности.

2.3 Обучающийся указывает факторы, влияющие на тяжесть

электротравм.

2.4 Обучающийся перечисляет средства защиты от поражения электрическим током (общетехнические, коллективные и индивидуальные).

3. Вывод:

Обучающийся делает вывод о видах поражения и путях прохождения тока через тело человека.

Методические рекомендации к практической работе № 6

Изучение основных электротехнических защитных средств в электроустановках до 1000 В.

(время на работу 1 час)

1. Цель работы:

Изучение назначения и порядка работы электротехнических защитных средств в электроустановках до 1000 В.

2. Ход работы:

Обучающийся проводит анализ основных электротехнических защитных средств при эксплуатации электрооборудования напряжением до 1000 В и заполняет таблицу.

Электротехническое защитное средство	Назначение	Устройство работы	Сроки испытаний

3. Вывод:

У обучающегося в ходе работы расширяются знания о значении использования электротехнических защитных средств при эксплуатации электроустановок при замыкании на землю, при замыкании на корпус, при наличии группового заземления.

Методические рекомендации к практической работе № 7

Изучение порядка расследования несчастных случаев на производстве.

(время на работу 1 час)

1. Цель работы:

Ознакомление с порядком проведения расследования несчастных случаев на производстве.

2. Ход работы:

Обучающийся при выполнении работы отвечает на следующие вопросы:

1. Что такое травма?
2. Кто ведет расследование несчастного случая на производстве?
3. Какой порядок расследования несчастных случаев на производстве?
4. Какие несчастные случаи на производстве расследуются и подлежат учету?
5. Какие несчастные случаи считаются производственными?
6. В чем состоит экономический ущерб от производственного травматизма?
7. Назовите время и периодичность проведения инструктажей по технике безопасности?

3 Вывод:

Обучающийся в ходе работы получает знания о значении мероприятий по снижению травматизма на производстве и проведении инструктажей по технике безопасности в установленные сроки на рабочем месте.

Методические рекомендации к практической работе № 8

Изучение последовательности оказания первой доврачебной помощи в результате несчастного случая на производстве

(время на работу 1 час)

1. Цель работы:

Изучение приемов и методов доврачебной помощи при несчастном случае на производстве.

2. Ход работы:

2.1 Обучающийся описывает общую последовательность оказания первой доврачебной помощи при несчастном случае на производстве.

2.2 Обучающийся описывает последовательность действий по освобождению пострадавшего от действия электрического тока.

2.3 Обучающийся описывает последовательность действий при оказании первой доврачебной помощи пострадавшему после освобождения от действия электрического тока.

3. Вывод:

У обучающегося расширяются знания о способах оживления организма человека в случае прекращения дыхания и об остановке сердца в случае несчастного случая на производстве.

Методические рекомендации к практической работе № 9
Проведение анализа несчастного случая на производстве и причинно-следственные связи.

(время на работу 1 час)

1. Цель работы:

Провести анализ и составить причинно-следственную связь производственной травмы.

2. Ход работы:

2.1 У обучающегося формируются знания о необходимости составления схемы причинно- следственной связи производственной травмы.

2.2 Дополнительная информация о причинных отношениях.

Причинные отношения подразумевают, что одно явление влечет за собой другое. Первое из них назвали причиной, второе следствием. Предпосылка травмы, ошибки или нарушения, совершенные работником до начала работы в момент повышенной опасности ошибки или нарушения нет, но условия работы создают повышенную опасность. Причина ошибки или нарушение, совершенное работником во время действия, следствие последующая стадия развития ситуации или опасное развитие ситуации - в результате предыдущего действия. Результат - характеристика травмы работника.

2.3 Составление схемы причинно- следственной связи производственной ситуации, при которой произошел несчастный случай на производстве с указанием предпосылки, причины, следствия, результата.

Причинно – следственная связь несчастного случая на производстве:

- предпосылка
- момент повышенной опасности
- причина
- следствие
- результат

2.4 Обучающийся в ходе работы отвечает на поставленные вопросы:

1. Может ли быть в составе комиссии по расследованию несчастного случая на производстве руководитель подразделения, если несчастный случай произошел у него на территории?

2. Кто определяет степень утраты профессиональной трудоспособности при получении трудового увечья?

3. Кем определяются необходимые мероприятия и условия проведения расследования несчастного случая?

4. В какой срок работодателем направляется извещение о несчастном случае с тяжелыми последствиями?

5. Кем определяется перечень материалов расследования, формируемых в ходе расследования несчастного случая?

3. Вывод:

Обучающийся в ходе работы получает знания о необходимости

составления схемы причинно- следственной связи производственной травмы.

Методические рекомендации к практической работе № 10
Решение ситуационных задач по теме: «Производственный травматизм»

(время на работу 1 час)

1. **Цель работы:**

Умение выполнять ситуационные задачи – как закрепление полученных знаний по теме «Несчастные случае на производстве».

2. **Ход работы:**

Обучающийся решает ситуационные задачи, в ходе которых обобщает и закрепляет знания по теме «Производственный травматизм».

1. Задача: Электромонтеры по ремонту и обслуживанию электрооборудования Шоков А.И. и Иванов С.А. производили расчистку трассы высоковольтной линии от деревьев. Произошел обрыв токоведущего провода, в результате чего Шоков А.И. был поражен электрическим током. Приняв меры предосторожности, Иванов С.А. вытянул пострадавшего из опасной зоны. При осмотре пострадавшего он выявил открытый перелом правой голени, ожог 3 степени второго предплечья.

Вопросы: Как называется опасная зона, в которой находился пострадавший? Какие меры предосторожности необходимо было предпринять Иванову С.А.? Какую помощь необходимо указать пострадавшему работнику?

2. **Задача**: На строительной площадке, при производстве погрузочно-разгрузочных работ, каменщик Алиев, не имея удостоверения стропальщика начал подавать сигналы крановщице для перемещения груза. Во время перемещения он находился под грузом. Груз упал ему на ногу. Алиев получил увечье, которое повлекло за собой временную утрату трудоспособности на 60 дней.

Вопросы: Какие нарушения были допущены? К какой категории относиться вышеуказанный несчастный случай? Каков порядок расследования данного несчастного случая?

3. **Задача**: Бригада монтажников строительно-монтажной организации направлена для производства работ по демонтажу старого электродвигателя в насосном отделении действующего судостроительного завода.

Вопросы: К какому виду работ относятся вышеуказанные работы? Какие требования безопасности предъявляются к проведению данных видов работ? Какие требования предъявляются к работникам, выполняющим данные работы?

4. **Задача**: На строительной площадке, каменщик Исаев И.И. находился в состоянии алкогольного опьянения. Проходя по территории

стройплощадки, не обратил внимания на временное ограждение, он упал в котлован. Исаев И.И. получил увечье, повлекшее за собой потерю трудоспособности более 60 дней.

Вопросы: Подлежит ли расследованию данный несчастный случай? Будет ли данный несчастный случай учитываться как несчастный случай, связанный с производством?

5. **Задача**: Машинист экскаватора Иванов И.И. производил обслуживание экскаватора. При смазке ходовой части экскаватора он работал без защитной каски. С маршевой лестницы упал гаечный ключ. В результате Иванов И.И. получил травму головы, повлекшую за собой потерю трудоспособности на срок менее 60 дней.

Вопросы: Какие нарушения были допущены? К какой категории относится вышеуказанный несчастный случай? Каков порядок расследования данного несчастного случая?

3. Вывод:

У обучающегося в ходе работы реализуется обратная связь в учебном процессе с преподавателем в виде закрепления знаний по пройденным темам.

Методические рекомендации к практической работе № 11

Изучение методов оценки условий труда, исходя из гигиенических нормативов.

(время на работу 1 час)

1. Цель работы:

Изучение методики оценки условий труда.

2. Ход работы:

2.1 Обучающийся дает краткую характеристику классификации условий труда, исходя из гигиенических нормативов.

2.2 Обучающийся заполняет таблицу по изученному материалу. Вносит нужную информацию в графу 2.

Условия труда на основе гигиенических нормативов	Краткая характеристика условий труда
1	2
Оптимальные условия труда (1 класс)	
Допустимые условия труда (2 класс)	
Вредные условия труда (3 класс)	
Опасные условия труда (4 класс)	

3. Вывод:
У обучающегося формируются знания о влиянии условий труда на здоровье работников предприятия.

Методические рекомендации к практической работе № 12
Изучение средств измерения и контроля освещения.

(время на работу 1 час)

1. Цель работы:
Научится измерять освещение с помощью прибора «Люксметр Ю – 116». В процессе практической работы обучающийся должен уметь использовать экобиозащитную технику.

2. Ход работы:
2.1 Обучающийся измеряет освещенность в кабинете с помощью прибора Люксметра Ю – 116.
2.2 Обучающийся данные замеров заносит в таблицу.

Варианты	Точка замера	Результат ЛК
1	У стола	
2	У двери	
3	У окна	
4	В центре	

3. Вывод:
Обучающийся отвечает на контрольные вопросы:
1. В каких единицах измеряют освещенность?
2. Каковы нормы освещенности для учебных кабинетов?

Методические рекомендации к практической работе № 13
Определение категории профессионального риска на основе классов условий труда.

(время на работу 1 час)

1. Цель работы:
Распределение параметров производственных факторов по степени вредности условий труда.

2. Ход работы:
2.1 Обучающийся, изучив материал по данной работе заполняет таблицу, где указывает параметры производственных факторов по степени вредности условий труда.

Степень класса вредности производственных факторов	Производственные факторы характеризуются:
1 степень 3 класса (3.1)	

2 степень 3 класса (3.2)	
3 степень 3 класса (3.3)	
4 степень 3 класса (3.4)	

2.2 Обучающийся заполняет таблицу на основе комплексной гигиенической оценки условий труда, которая определяется категорией профессионального риска.

Класс условий труда	Категории профессионального риска
Оптимальный - 1	
Допустимый - 2	
Вредный – 3.1	
Вредный – 3.2	
Вредный – 3.3	
Вредный – 3.4	
Опасный - 4	

3. Вывод:

У обучающегося формируются знания о зависимости класса условий труда с категориями профессионального риска.

Методические указания к практической работе № 14
Изучение структурной схемы оценки условий труда при аттестации рабочих мест.

(время на работу 1 час)

1. Цель работы:

Помочь обучающемуся систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера.

2. Ход работы:

2.1 Обучающийся дает определения следующим терминам:

- Аттестация рабочих мест по условиям труда – это …
- Безопасность – это …
- Безопасные условия труда – это …
- Безопасность труда – это …
- Вредные условия труда – это …
- Вредный производственный фактор – это …
- Гигиена труда – это…
- Постоянное рабочее место – это…
- Рабочая зона
- Травмобезопасность – это …
- Условия труда –это…

2.2 Обучающийся заполняет таблицу**,** пользуясь источниками информации (конспект)

Факторы, определяющие условия труда на рабочем месте	Факторы, определяющие состояние условий труда на рабочем месте	Карты условий труда по гигиеническим требованиям	Параметры оценки СИЗ	Где отслеживается результат аттестации рабочих мест

3. Вывод:

У обучающегося систематизируются знания по аттестации рабочих мест, исходя из условий труда.

Методические указания к практической работе № 15

Проведение анализа вредного влияния производственного шума на здоровье работников судостроительного предприятия.

(время на работу 1 час)

1. Цель работы:

Провести анализ физических характеристик шума и его физиологического воздействия на организм человека.

2. Ход работы:

2.1 Обучающийся дает краткую физическую характеристику шума.

2.2 Обучающийся дает краткую характеристику физиологического воздействия шума на организм человека и на основе изученного материала заполняет таблицу.

Уровни шума ДБ	Воздействие на органы слуха	Воздействия на сердечно-сосудистую систему	Воздействия на нервную систему
80			
90			
100			
110			

3. Вывод:
У обучающегося формируются знания о вредных влияниях шума на здоровье человека.

Методические указания к практической работе № 16
Изучение воздействия на организм работника вредных веществ, содержащихся в воздухе рабочей зоны.

(время на работу 1 час)

1. Цель работы:
Изучение воздействия вредных веществ, выделяющихся в воздух рабочей зоны.

2. Ход работы:

2.1 Обучающийся формирует знания о классификации вредных веществ, в основу которых положено их действие на человеческий организм.

2.2 Обучающийся вносит полученные знания в таблицу.

Название группы вредных веществ	Вредное воздействие на человеческий организм
1. Общетоксичные	
2 Раздражающие	
3 Сексибилизирующие	
4 Концерогенные	
5 Мутогенные	

3. Вывод:
Обучающийся отвечает на контрольный вопрос:

1. Какое вредное воздействие оказывают аэрозоли при проведении различных технологических процессов.

Методические указания к практической работе № 17
Проведение анализа по использованию средств индивидуальной и коллективной защиты.

(время на работу 1 час)

1.Цель работы:
Изучить виды и средства индивидуальной и коллективной защиты.

2.Ход работы:

2.1Обучающийся заполняет таблицу, изучив виды и характеристики средств индивидуальной защиты в зависимости от назначения.

№	Средства индивидуальной	Наименование

	защиты	
1	Средства защиты органов дыхания	
2	Средства защиты ног	
3	Средства защиты рук	
4	Средства защиты головы	
5	Одежда специальная защитная	
6	Средства защиты глаз	
7	Средства защиты органа слуха	

2.2 Обучающийся заполняет таблицу, изучив виды и характеристики средств коллективной защиты от назначения.

№	Средства коллективной защиты	Наименование
1	К средствам защиты от повышенного уровня ионизирующего излучения относятся:	
2	К средствам защиты от повышенного уровня шума относятся устройства:	
3	К средствам нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест относятся:	
4	К средствам защиты от падения с высоты относятся:	

3. Вывод: Обучающийся в ходе работы формирует знания о значении СКЗ и СИЗ в области охраны труда.

Методические указания к практической работе № 18

Изучение средств защиты органов дыхания.

(время на работу 1 час)

1.Цель работы:

Изучить устройства, их принцип действия и правила применения средств защиты органов дыхания.

2.Ход работы:

2.1 В процессе работы обучающийся должен уметь применять следующие средства защиты органов дыхания: Респиратор «Астра – 2», «Лепесток 200», «Лепесток 40».

2.2 Обучающийся приводит примеры ситуаций, в которых применяются определенные марки респираторов и вносит все ситуации в таблицу.

Марки респираторов	Примеры ситуаций применения разных марок респираторов
«Астра -2»	
«Лепесток – 200»	
«Лепесток – 40»	

3. Вывод:
Обучающийся формирует знания как различают респираторы по Конструктивному испытанию.

Методические указания к практической работе № 19
Изучение видов и условий трудовой деятельности.

(время на работу 1 час)

1.Цель работы:
Изучение разнообразной трудовой деятельности как физического так и умственного труда.

2.Ход работы:
2.1 Ознакомление с двумя видами физической работы – динамичной и статичной.
2.2 Обучающийся вносит в таблицу категории физической работы, связанных с энергетическими затратами в процессе трудовой деятельности и дает им краткую характеристику.

Названия категорий физической работы, связанных с энергетическими затратами в процессе трудовой деятельности	Краткая характеристика категорий физической работы связанных с энергетическими затратами в процессе трудовой деятельности

3. Вывод:
Обучающий формирует знания об умственной и физической форме труда.

Методические указания к практической работе № 20
Изучение первичных средств тушения пожаров

(время на работу 1 час)

1. **Цель работы**:
Изучить первичные средства пожаротушения на рабочем месте, область их применения.

1. **Ход работы**:

1.1 Обучающийся, изучив классификацию пожаров заполняет таблицу.

Класс пожара	Характеристика горящих материалов	Рекомендуемые огнетушащие составы и средства
А		
В		
С		
Д		
Е		

1.2 Обучающийся, изучив классификацию огнетушителей заполняет таблицу.

№ п\п	Марка огнетушителя	Расшифровка условного обозначения	Огнегасительные свойства	Область применения
1	ОУ- 5			
2	ОП -8			
3	ОВП - 10			
4	ОВЭ - 5			

2.Вывод: Обучающийся в ходе работы формирует знания о порядке применения огнетушителей.

Литература:

Основная литература:

1.Горькова И.В., Фетисов А.Г. Охрана труда: учебник для среднего и профессионального образования/ Санкт-Петербург-Москва – Издательство «Лань» - 2024г.

2. Карнаух Н.Н. Охрана труда: учебник для среднего и профессионального образования/ - Москва – Издательство «Юрайт»- 2023г.

3. Покровский Б.С. «Охрана труда в металлообработке» - Москва. Издательский центр «Академия» - 2023г.

Дополнительная литература:

1.Минько В.М. Охрана труда в машиностроении- Москва- Издательский центр «Академия» - 2023г.

Приложение 2.12
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ СГ.02 «ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

2024

Методические рекомендации по выполнению практических работ по учебной дисциплине **СГ.02 «Иностранный язык в профессиональной деятельности»** разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины **СГ.02 «Иностранный язык в профессиональной деятельности»**, которая является обязательной частью социально-гуманитарного цикла образовательной программы **ОПОП-П** в соответствии с ФГОС СПО по специальности **15.02.09 Аддитивные технологии**

В методических рекомендациях приведены основные требования по выполнению практических работ, предназначенных для обучающихся СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий»

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Тегза Т.В. - преподаватель СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Пояснительная записка

Методические рекомендации по выполнению практических работ составлены в соответствии с программой по учебной дисциплине СГ.02 «Иностранный язык в профессиональной деятельности».

Выполнение практических работ по английскому языку способствует достижению результатов освоения дисциплины :

Умения:

-понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;

-участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы;

-строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности;

-кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые);

-писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы;

Знания:

-правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы;

-основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика);

-лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности;

-особенности произношения;

-правила чтения текстов профессиональной направленности;

Обучающийся должен уметь использовать приобретенные знания и умения в практической и профессиональной деятельности, повседневной жизни.

Подготовка к практической работе

Для выполнения практических и лабораторных работ обучающийся должен руководствоваться следующими положениями:

1. Внимательно ознакомиться с описанием соответствующей практической работы и установить, в чем состоит основная цель и задача этой работы;

2. По курсу и соответствующим литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной работе.

Практические работы содержат теоретические положения грамматических и лексических единиц и структур английского языка, тексты для перевода и составления вопросов, а также таблицы с правилами и исключениями. Для выполнения практических работ обучающиеся должны использовать материалы учебника, словаря и дополнительную информацию из различных источников. При выполнении практических работ обучающийся должен внимательно ознакомиться с заданиями и порядком выполнения работы.

Перечень практических работ (178 часов)

На практические работы № 48, 52, 56, 65, 70, 76, 84, 87, 106, 109, 115, 116, 119, 120, 121, 124, 127, 129, 130, 132, 133 запланировано 2 часа.

Номер практической работы	Тема практической работы
Практическая работа № 1	Фонетические особенности английского языка. Правила чтения.
Практическая работа № 2	Артикль. Выполнение упражнений на употребление артикля в предложении.
Практическая работа № 3	Глагол to be. Выполнение упражнений на употребление глагола to be.
Практическая работа №4	Повелительное наклонение. Выполнение грамматических упражнений.
Практическая работа №5	Место прилагательного в предложении.
Практическая работа №6	Предлоги места и направления.
Практическая работа №7	Множественное число имен существительных.
Практическая работа №8	Указательные местоимения.
Практическая работа №9	Специальные и альтернативные вопросы.
Практическая работа №10	Освоение лексики и выполнение лексико-грамматических упражнений по теме «Корабль».
Практическая работа №11	Чтение и перевод текста «Экскурсия на корабль».
Практическая работа №12	На корабле. Диалоги.
Практическая работа №13	Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме.
Практическая работа №14	Контроль знаний. Устный опрос по пройденному материалу
Практическая работа №15	Основные порты России.
Практическая работа №16	Санкт-Петербург-морская столица.
Практическая работа №17	Порт Санкт-Петербурга.
Практическая работа №18	Притяжательные местоимения.
Практическая работа №19	Притяжательный падеж имен существительных.
Практическая работа №20	Составление диалогов по теме « В порту».
Практическая работа №21	Организация операций в российских портах. Работа с лексикой.
Практическая работа №22	Контроль знаний. Устный опрос по пройденному материалу.
Практическая работа №23	Роль английского языка в современном мире.
Практическая работа №24	Прямое и косвенное дополнение.
Практическая работа №25	Оборот there is/there are. Построение различных типов предложений с использованием оборотов there is/there are.
Практическая работа №26	Неопределенные местоимения some и any. Их производные.
Практическая работа №27	Освоение лексики по теме «На уроке английского языка».
Практическая работа №28	Развитие диалогической речи «На уроке английского языка».
Практическая работа №29	Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме.
Практическая работа №30	Контроль знаний. Устный опрос по пройденному материалу
Практическая работа №31	Местоимения many, much, little, few.

Практическая работа №32	Глагол Have got. Выполнение упражнений по теме.
Практическая работа №33	Количественные и порядковые числительные.
Практическая работа №34	Освоение лексики по теме «Моя будущая профессия и английский язык».
Практическая работа №35	Чтение и перевод текста «Значение английского языка для будущей карьеры».
Практическая работа №36	Работа со словарем. Перевод.
Практическая работа №37	Диалоги «Английский язык в моей жизни».
Практическая работа №38	Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме.
Практическая работа №39	Контрольная работа №1.
Практическая работа №40	Настоящее неопределённое время. Образование, употребление.
Практическая работа №41	Наречия неопределенного времени.
Практическая работа №42	Путешествие на поезде, самолете.
Практическая работа №43	На таможне. Употребление лексики в диалогической речи.
Практическая работа №44	Освоение лексики по теме «Путешествие на корабле».
Практическая работа №45	Чтение перевод текста по теме.
Практическая работа №46	Диалоги «Морское путешествие».
Практическая работа №47	Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме.
Практическая работа №48	Развитие судостроительной отрасли в России и за рубежом (2 часа).
Практическая работа №49	Безличные предложения.
Практическая работа №50	Судостроение в России.
Практическая работа №51	История развития судостроения в Санкт-Петербурге.
Практическая работа №52	Выполнение лексических упражнений, составление рассказа по теме «Судостроение в наши дни» (2 часа).
Практическая работа №53	Причастие настоящего времени.
Практическая работа №54	Настоящее длительное время.
Практическая работа №55	Выражение to be going to.
Практическая работа №56	Составление диалогов-расспросов, устных сообщений по теме « Судостроение в России» (2 часа).
Практическая работа №57	Судостроительные предприятия Санкт-Петербурга.
Практическая работа №58	Контрольная работа №2.
Практическая работа №59	Словообразование: производные от some, any, no, every. Повторение.
Практическая работа №60	Существительные. Единственное и множественное число.
Практическая работа №61	Существительные, употребляемые только во множественном, единственном числе.
Практическая работа №62	Освоение лексики по теме «В морском колледже».
Практическая работа №63	Ознакомительное и поисковое чтение текста «В морском колледже».
Практическая работа №64	Лексико-грамматический практикум по теме.
Практическая работа №65	Активация речи по теме «В морском колледже» (2 часа).
Практическая работа №66	Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме.

Практическая работа №67	Контроль знаний. Устный опрос по пройденному материалу
Практическая работа №68	Модальные глаголы и их функция в предложении.
Практическая работа №69	Модальные глаголы и их эквиваленты.
Практическая работа №70	Освоение лексики по теме «Экипаж корабля» (2 часа).
Практическая работа №71	Развитие навыков письменного перевода с использованием профессиональной лексики.
Практическая работа №72	Чтение и перевод текста «Экипаж корабля».
Практическая работа №73	Развитие навыков диалогической речи «В море».
Практическая работа №74	Выполнение лексических упражнений по тексту «Экипаж корабля».
Практическая работа №75	Составление монологического высказывания на основе прочитанного.
Практическая работа №76	Составление диалогов с использованием профессиональной лексики и терминологии (2 часа).
Практическая работа №77	Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме.
Практическая работа №78	Контроль знаний. Устный опрос по пройденному материалу
Практическая работа №79	Прошедшее продолженное время.
Практическая работа №80	Сравнение времен группы Continuous.
Практическая работа №81	Освоение лексики по теме «Посещение корабля».
Практическая работа №82	Развитие навыков письменного перевода с использованием профессиональной лексики.
Практическая работа №83	Чтение и перевод текста «Посещение корабля».
Практическая работа №84	Активация речи «На корабле» (2 часа).
Практическая работа №85	Выполнение лексических упражнений по тексту «Посещение корабля».
Практическая работа №86	Составление монологического высказывания на основе прочитанного.
Практическая работа №87	Составление диалогов с использованием профессиональной лексики и терминологии(2 часа).
Практическая работа №88	Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме.
Практическая работа №89	Контрольная работа №3.
Практическая работа №90	Будущее неопределённое время. Использование будущего времени в разных типах предложений.
Практическая работа №91	Сравнение времен группы Simple.
Практическая работа №92	Освоение лексики по теме «Плавательная практика».
Практическая работа №93	Развитие навыков письменного перевода с использованием профессиональной лексики.
Практическая работа №94	Чтение и перевод текста «Плавательная практика».
Практическая работа №95	Развитие диалогической речи по теме.
Практическая работа №96	Развитие навыков аудирования с использованием профессиональной лексики.
Практическая работа №97	Выполнение лексических упражнений по тексту «Плавательная практика».

Практическая работа №98	Составление монологического высказывания на основе прочитанного.
Практическая работа №99	Составление диалогов с использованием профессиональной лексики и терминологии.
Практическая работа №100	Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме.
Практическая работа №101	Контроль знаний. Устный опрос по пройденному материалу.
Практическая работа №102	Придаточные предложения времени и условия.
Практическая работа №103	Возвратные местоимения.
Практическая работа №104	Составление придаточных предложений с использованием возвратных местоимений.
Практическая работа №105	Освоение лексики по теме «Как найти дорогу к…?»
Практическая работа №106	Чтение и перевод ситуационных диалогов (2 часа).
Практическая работа №107	Как спросить дорогу в порту. Выполнение лексических упражнений.
Практическая работа №108	Выполнение лексических упражнений.
Практическая работа №109	Составление диалогов по заданной теме «Как найти дорогу к …?» (2 часа).
Практическая работа №110	Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме.
Практическая работа №111	Чтение, перевод текста «Металлы и сплавы».
Практическая работа №112	Оборудование на заводе. Развитие навыков письменного перевода с использованием профессиональной лексики
Практическая работа №113	Трудности перевода грамматических структур.
Практическая работа №114	Общесудовые устройства. Развитие навыков письменного перевода с использованием профессиональной лексики.
Практическая работа №115	Развитие навыков устного перевода по теме «Основные материалы в производстве» (2 часа).
Практическая работа №116	Вклад российских ученых в развитие аддитивных технологий (2 часа).
Практическая работа №117	Методы производства. Освоение лексики.
Практическая работа №118	Современные тенденции инженерии. Диалоги.
Практическая работа №119	Что такое аддитивные технологии. Работа с текстом (2 часа)
Практическая работа №120	Аддитивное производство: технологии и материалы (2 часа)
Практическая работа №121	Типы 3D принтеров (2 часа).
Практическая работа №122	Настоящее совершенное время. Образование. Употребление.
Практическая работа №123	Контрольная работа №4
Практическая работа №124	Перспективы аддитивных технологий в России (2 часа).
Практическая работа №125	Составление монологического высказывания на основе прочитанного.
Практическая работа №126	Повторение темы «Страдательный залог».
Практическая работа №127	Грамматический практикум по теме (2 часа).
Практическая работа №128	Употребление артикля с географическими названиями.
Практическая работа №129	Выполнение лексических упражнений, составление рассказа по теме «Компьютерное проектирование» (2 часа).

Практическая работа №130	Металлы и неметаллы. Чтение с полным пониманием (2 часа).
Практическая работа №131	Виды и свойства металлов. Работа с лексикой.
Практическая работа №132	Чтение и перевод текста «Компании в сфере 3D-технологий» (2 часа).
Практическая работа №133	Работа в сфере 3D-технологий. Диалоги (2 часа)
Практическая работа №134	Составление монологического высказывания по теме.
Практическая работа №135	Обобщение и систематизация изученного материала по теме.
Практическая работа №136	Контроль знаний. Устный опрос по пройденному материалу.
Практическая работа №137	Past Perfect. Образование. Употребление.
Практическая работа №138	Past Perfect. Грамматический практикум.
Практическая работа №139	Времена группы Perfect Continuous.
Практическая работа №140	Согласование времен.
Практическая работа №141	Прямая и косвенная речь. Основные правила.
Практическая работа №142	Прямая и косвенная речь. Грамматический практикум.
Практическая работа №143	Обобщение и систематизация грамматического материала.
Практическая работа №144	Контрольная работа № 5.
Практическая работа №145	Введение лексики по теме «Карьера».
Практическая работа №146	Основы заключения деловых контрактов.
Практическая работа №147	Написание делового письма.
Практическая работа №148	Письмо-запрос.
Практическая работа №149	Письмо-предложение.
Практическая работа №150	Чтение и перевод текста профессиональной направленности «Устройство на работу».
Практическая работа №151	«В деловой командировке». Выполнение лексических упражнений.
Практическая работа №152	Написание резюме. Основные фразы и клише.
Практическая работа №153	Составление резюме.
Практическая работа №154	Сопроводительное письмо.
Практическая работа №155	Собеседование при приеме на работу. Что нужно и нельзя делать.
Практическая работа №156	Развитие диалогической речи «На собеседовании».
Практическая работа №157	Контрольная работа №6.

Практическая работа№1

Тема: Фонетические особенности английского языка. Правила чтения.
Цель: Закрепление навыков чтения.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:
1. Выполните упражнения.
Упражнение 1. Прочитайте. Запишите звуками. Запишите большими и маленькими буквами.

Bab [ ] _____	cab [ ] _____	Bed [ ] _____	fed [ ] _____
Egg [ ] _____	had [ ] _____	Add [ ] _____	dad [ ] _____
Bad [ ] _____	beg [ ] _____	Bag [ ] _____	flag [ ] _____
Elk [ ] _____	led [ ] _____	Mad [ ] _____	milk [ ] _____
Dam [ ] _____	fled [ ] _____	Leg [ ] _____	lad [ ] _____
Mill [ ] _____	cut [ ] _____	But [ ] _____	dull [ ] _____
Fun [ ] _____	hut [ ] _____	Gun [ ] _____	nut [ ] _____
Sun [ ] _____	plum [ ] _____	Trust [ ] _____	zest [ ] _____

Упражнение 2. Прочитайте слова.
Bill mad mill milk dam ham and ban can fan blend fin dog fog fold hold folk doll oil old mob nod pan pen pin pink pond pig pill pal raft rag ram ram rant rap red rid rod romp sad self sell silk sin sink stop slop tact tag tank tend tell till stop spot cut but dull fun hut gun nut sun plum trust van vet vamp vent west wad welt wet wind wig six box flex fix Max exam yes yap yell yet toy boy

Упражнение 3. Прочитайте текст, и сделайте задания после текста.
My pet.
Hi! My name is Sasha. I am seven. I am from Great Britain. I have got a pet. It is a hamster. His name is Bob. Bob is 2. He is not big. He is little. Bob has got a small tail. His eyes are black, his nose is pink. He is brown. Bob can not swim but he can run very well. He drinks water and eats carrots. Bob is a funny hamster.
Задания:
1. Выпиши названия цветов
2. Выпиши названия частей тела
3. Выпиши предложения, которые описывают, что умет делать Боб

2. Выполните письменно упражнения 1,3.

Практическая работа № 2

Тема: Артикль. Выполнение упражнений на употребление артикля в предложении.
Цель: Тренировка практических знаний по теме.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:
1. Выполните упражнения.
Упражнение 1. Вставьте подходящий артикль, где таковой необходим.
(1)…Ted Shell is (2) ... worker. He works at (3)... factory. It's not in (4) ... centre of the city. Every morning he has (5)... breakfast and (6) ... cup of tea. Then he goes to (7)... work by (8)... bus. He works till five o'clock in (9)... afternoon. He has (10)... son. His name is Fred. Fred goes to (11)... school. He likes (12) ... literature. Fred is (13)... good pupil. He also likes (14) ... sports.
Упражнение 2. Определите правильный вариант.
1 a shower or the shower?
a) _____ is broken at the moment.
b) There isn't _____ in this bathroom.
2 a garden or the garden?
a) Our house hasn't got _____
b) Maria is outside in _____
3 a poster or the poster?
a) Look at _____
b) I've got _____
4 a woman or the woman?
a) I can see _____
b) Who is _____?
2. Выполните письменно упражнения.

Практическая работа №3

Тема: Глагол to be. Выполнение упражнений на употребление глагола to be. Цель: Тренировка на практике полученных знаний.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

1. Выполните упражнения.

Упражнение 1. Заполните таблицу по образцу.

Long form	Short form	Negative form	Short form
We are students.	We're students	We are not students	We're not students/ We aren't students
He is from Spain			
You are a singer			
It is a picture			
They are actors			

Упражнение 2. Заполните пропуски используя am, is или are.

My name (1)_____ Brenda Foster. I (2)_____ on the left in the picture. I (3)_____ ten years old and I (4)_____ in the fifth form. My birthday (5)_____ on the first of January. I (6)_____ from Santa Monica, California, USA. I (7)_____ American. My phone number (8)_____ 235-456-789. I live at 16 Park Street. My post code (9)_____ LA 30 SM. I've got a sister and a brother. Their names (10)_____ Gina and Paul. Gina (11)_____ 16 years old and Paul (12)_____ only three. I've also got a dog. His name (13)_____ Spot. He (14)_____ on the right in the picture. My Mum (15)_____ a doctor. She works at a hospital. My Dad (16)_____ a driver. He works in Los Angeles. We (17)_____ all friendly in our family.

Упражнение 3. Заполните пропуски используя is, are, He's, She's, l'm,They're.

How _____ your mum? — _____ fine, thanks.
How _____ your parents? — _____ OK.
How _____ you? — _____ very well, thank you.
How _____ your uncle? — _____ fine, thanks.
How _____ your children? — _____ OK.
How _____ Liz? — _____ fine, thanks.

Практическая работа №4

Тема: Повелительное наклонение. Выполнение грамматических упражнений.
Цель: Отработка полученных знаний по теме.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:
1. Выполните упражнения.
Упражнение 1. Переведите предложения на русский язык.

1.Read this book. 2.Translate text on page 20. 3.Help your mother. 4.Answer the question. 5.Drink a cup of tea. 6.Follow me. 7.Remember your old friends 8.Please, ask her about it again 9.Have a rest 10.Stop talking 11.Don't work in the evening. 12.Don't go to bed late 13.Don't worry 14.Don't close the window. 15.Don't wait.

Упражнение 2. Переставьте первые пять предложений из упражнения 1 в отрицательную форму и переведите на русский язык.

Упражнение 3. Переведите предложения.

1.Не читайте вечером 2.Ложитесь спать рано 3.Подождите меня 4.Не пейте чай 5.Не спрашивайте ее об этой книге 6.Не беспокойте меня 7.Позвоните вашей маме вечером. 8.Посмотрите на этот вопрос. 9.Закройте дверь. 10.Не переводите этот текст.

2. Выполните письменно упражнения.

Практическая работа№5

Тема: Место прилагательного в предложении.

Цель: Отработка полученных знаний по теме.

Цель: Изучение грамматического материала.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

Порядок выполнения задания:

Повторите грамматический материал на тему «Имя прилагательное. Степени сравнения прилагательных»

- общие сведения об имени прилагательном
- образование сравнительной степени сравнения
- образование превосходной степени сравнении
- исключения

2. Выполните следующие упражнения:

1. Допишите недостающую форму прилагательного в степенях сравнения

1) Good - better - …
2) Tall - … - the tallest
3) Expensive - more expensive - …
4) Dark - … - the darkest
5) Beautiful - more beautiful - …

2. Укажите подходящий вариант

1. This book is not so … as that one.
a. interesting b. more interesting c. the most interesting
2. The more you read, the … you know.
a. much b. more c. the most
3. John knows Russian … than English.
a. good b. better c. the best
4. The … people think, the more they talk.
a. little b. less c. the least
5. This exercise is the … .
a. difficult b. more difficult c. the most difficult

Исправьте ошибки в предложениях

A) You should be carefuler.
B) Mary' s answer is correcter than yours.
C) Be activer at your lessons, please.

This exercise is difficulter than that one.
It is the most sharp pencil I have.
Can you come more early next time?

4. Выберите прилагательное в соответствующей степени сравнения. Перепишите и переведите предложения на русский язык.

1. Sweden is the fifth (large, larger, largest) country in Europe.
2. In the past we needed (little, less, the least) mathematics than today.
3. You look much (good, better, the best) today.
4. Who is that boy in the (far, further, furthest) corner of the room?

Практическая работа№6

Тема: Предлоги места и направления.

Цель: Отработка полученных знаний по теме.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

1. Повторите грамматический материал на тему «Предлоги места и времени»
2. Выполните следующие упражнения

1. Вставьте предлоги in или to.

1. In winter I usually go … bed at ten o'clock because I go … school and have to get up early. But in summer, when I don't go … school and live … the country, I like to go … bed late. 2. Do you like to read … bed? 4. It is very late. Go … bed at once. 5. Where is your little sister? – She is … bed. Mother always puts her … bed at eight o'clock. 6. In summer my mother does not go … work and I don't go … school. We live … the country. My father goes … work every day, so he stays … town. But sometimes he comes … the country after work and goes back … town early in the morning, when I am still … bed.

2 . Вставьте предлоги on, in или into.

1. There are many people … the park today. 2. There is a girl standing … the bridge. Why is she crying? – She has dropped her doll … the water. 3. There is no tea … my cup. 4. Pour some tea … my cup. 5. Put these flowers … the windowsill. 6. I saw many people … the platform waiting for the train. 7. We went … the garden and sat down … a bench. 8. The teacher hung a picture … the blackboard. 9. I opened the door and went … the classroom. The teacher was writing some words … the blackboard. The pupils were writing these words … their exercise books. There were two maps … the wall and some flowers … the windowsills. I saw a pen … the floor. I picked it up and put it … the table. 10. He put his hand … his pocket, took out a letter and dropped it … the mailbox which hung … the wall of the house. Then he got … his car and drove off. 11. Where is the book? – It is … the table. 12. Where is the tea? – It is … the cup. 13. Put the plates … the table. 14. Put the book … the bag. 15. There is a beautiful picture … the wall. 16. He went … the room. 17. I like to sit … the sofa … my room. 19. She went … the room and sat down … the sofa.

3. Вставь at/on/in, где нужно:

1. I'm leaving _____ next Saturday.
2. I always feel tired _____ the evening.
3. Will you be at home _____ this evening?
4. We went to Scotland _____ last summer.
5. What do you usually do _____ the weekend?
6. She phones me _____ every Sunday.
7. Can you play tennis ____ next Sunday?
8. I'm afraid I can't come to the party _____ Sunday.
9. We went to bed late _____ last night.
10. I don't like going out alone _____ night.
11. I won't be out very long. I'll be back _____ ten minutes.
12. I'm leaving _____ Saturday.

Практическая работа № 7.

Тема: Множественное число имен существительных.

Цель: Отработать навык образование множественного числа имени существительного.

Перечень оборудования для проведения работы: тетрадь, письменные принадлежности, словарь.

Порядок выполнения работы:

Изучить краткие теоретические положения:

Множественное число существительных в английском языке.

Исчисляемые существительные могут иметь форму единственного числа, если речь идёт об одном предмете, и множественного числа, если речь идёт о двух или более предметах. Форма множественного числа у большинства исчисляемых существительных образуется с помощью суффикса "-s (-es)", например:

a book - books a table - tables

a bridge - bridges a boy - boys

В английском языке есть небольшое количество существительных, которые образуют форму множественного числа не по общему правилу:

Исключения:

Существительные, оканчивающиеся на "-f/-fe", во множественном числе пишутся с "-ves". Если слово в единственном числе оканчивается на "-o", то к нему во множественном числе прибавляется суффикс "-es". Если же слово оканчивается на "-y" с предшествующим согласным, то во множественном числе к нему прибавляется суффикс "-es", а буква "y" переходит в "i", *например:*

leaf - leaves life - lives tomato - tomatoes

Negro - Negroes army – armies f amily - families

Неисчисляемые существительные имеют только форму единственного числа и согласуются только с глаголами в единственном числе:

Her hair is blond. Волосы у неё светлые.

The money is on the table. Деньги лежат на столе.

Имеются существительные, которые напротив употребляются только в форме множественного числа. К ним относятся слова, обозначающие предметы, состоящие из двух частей: trousers - брюки, braces - подтяжки, scissors - ножницы, glasses - очки, или собирательные существительные: troops - войска, goods - товары, clothes - одежда, police - полиция, people - люди. Такие существительные согласуются только с глаголом во множественном числе.

Выполнить упражнения №1,2.

Упражнение №1.Отметьте правильный вариант образования множественного числа:

roof- rooves, 2) dish - dishes, 3) fish - fish, 4) potato - potatos, 5) half-halfs, 6) branch - branches, 7) book - books, 8) book - bookes, 9) dress -dreses, 10) wife - wifes. 11) paper - papers, 12) factory - factorys, 13) day -daies, 14) play - plays, 15) list - listes, 16) safe - saves, 17) text - texts, 18) lamp - lamps, 19) bridge - bridges, 20) city - cities.

Упражнение №2 Образуйте множественное число следующих существительных.

box, match, brush, page, bus, house., ball, room, table, pencil, play, light, book, cup, flat, hat. knife, wife, shelf, life, leaf, child, man, woman, family, factory, story, faculty, city.

Выполнить задания в письменном виде.

Практическая работа №8

Тема: Указательные местоимения.

Цель: Отработка грамматического материала.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

1. Выполните упражнения.

Упражнение 1. Выберите правильный вариант.

this /these shoes	that/those is an island
this / these trousers	this/these is my guitar
this / these socks	that/those are sharks
this / these shorts	those/that is a whale
this / these trainers	that/those are planes
this / these hat	this/these is a car
this / these dress	this/these tights
this / these blouse	this/these boots
this / these skirt	this/these scarf

Упражнение 2. Выберите правильное слово.

This _____ is easy. a) questions b) homework

These _____ are my neighbors. a) women b) man

What are you doing _____ afternoon? a) that b) this

Who's _____ speaking? a) this b) it

These are my glasses and _____ are hers.a) those b) that

We are going to the seaside _____ summer.a) this b) that

_____ man over there is a famous politician. a) These b) That

Упражнение 3. Переведите на английский язык, обращая внимание на указательные местоимения.

Это были самые красивые розы, какие я когда-либо видел.

Посмотрите, кто это? — Это один из наших студентов.

Я где-то видел этого человека. — Это один из наших спортсменов.— Да, теперь я узнаю, это он.

Кто там? — Откройте, это я.

Какие это были чудесные цветы!

Выполните задания в письменном виде.

Практическая работа №9

. **Тема: Специальные и альтернативные вопросы.**
Цель: Отработать на практике построение специальных и альтернативных вопросов.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:
1. Выполните упражнения
Упражнение 1. Задайте специальный вопрос к каждому подчеркнутому слову.
My name is **Kate**. I am **ten**. I am from **Russia**. I live **in the village**. I have got a family. My family is **not large**. I have got a mum, a dad and a brother. **My mum** is 35. And my dad is **40**. My brother is in the 5th form.

I have got a friend. My friend Oleg lives **in St.Petersburg**. This is **a big** city. There are a lot of museums, cathedrals, theatres and cinemas **in the city**. **Oleg** lives **in a big house**. There is **a school** near his house. **Oleg** goes to the 6th form. His favourite subjects are **English and Russian**. On the right of his house there is **a stadium and a swimming pool**. **Oleg** ***plays football*** at the stadium and likes **going to the swimming pool**. He is good at **swimming**.

On the corner of his street there is a big cathedral. On the left of the cathedral there are two cafés and a theatre. Behind my friend's house there is a big green park. His parents like walking round the park *in spring and summer*. Not far from Oleg's house there is a cinema. He usually *sees interesting films here*. Oleg loves his city very much.

Упражнение 2. Допишите хвостик альтернативного вопроса.
They won't go to the party, _____?
This house is new, _____?
I'm your doctor, _____?
There is much snow there, _____?
There is no juice in the fridge, _____?
She never comes in time, _____?
They have got a new house, _____?
They had many tomatoes last summer, _____?
They had to buy a new desk, _____?
They had no time to discuss the problem, _____?
2. Выполните задания письменно.

Практическая работа № 10-11

Тема: Освоение лексики и выполнение лексико-грамматических упражнений по теме «Корабль». Чтение и перевод текста «Экскурсия на корабль».
Цель: Развитие навыков чтения и осмысления текста после прочтения.
Перечень оборудования для проведения работы: Текст «Каждый за себя на тонущем корабле», тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:
1. Ознакомление с лексикой по теме «Корабль».

abandon - покидать (корабль)
chivalry - рыцарство, благородство, отвага
crew - судовая команда; экипаж (судна)
gush — хлынуть, литься потоком
outnumber - превосходить численно

proceedings - труды, протоколы
proverbial - вошедший в поговорку; общеизвестный
selflessly - самоотверженно, бескорыстно
shephered - вести, сопровождать
shipwreck - кораблекрушение
sink - тонуть (о корабле, морском судне), погружаться (под воду)
survivor - оставшийся в живых, уцелевший
torrent - поток, масса, натиск

2. Выполнение лексико-грамматических упражнений.
Упражнение 1. Напишите вторую форму глагола.

abandon	
gush	
outnumber	
shepherded	
sink	

3. Чтение и перевод текста.
Every man for himself on sinking ships

As torrents of freezing water gushed onto the Titanic, its male passengers selflessly shepherded women and children to the few available lifeboats in what was described as a typically British act of chivalry. But although their gallantry was hailed as an example of a moral code shared by all mariners, a new study suggests the situation on board the Titanic, where female survivors outnumbered men three to one, was something of an exception. Although convention dictates that men should step aside and put "women and children first", history shows that the male attitude is better summed up as "every man for himself".

Researchers from Uppsala University in Sweden found that far from surrendering their lives so that others may live, most men respond to maritime disasters like the proverbial rats, and abandon the sinking ship as quickly as possible. An analysis of 18 shipwrecks from 1852 to 2011 found that on average, 35 per cent of male passengers survive compared with just 19 per cent of women.

Crew members, who are supposed to put the passengers first, were the most likely to escape with their lives and only in nine cases did the captains go down with their ships, according to the study in the Proceedings of the National Academy of Sciences journal.

Contrary to the notion of British gallantry, the results also showed that the survival rate among women on British ships was between 10 and 15 per cent lower than those from other countries.

4. Осмысление прочитанного текста.
Упражнение 3. Дайте ответы на вопросы.
What is a typically British act of chivalry?
What does convention dictate?
How many ships were taken for analysis?
Crew members must be saved first, don't they?

Выполнение упражнений в письменной форме.

Практическая работа №12-13

Тема: На корабле. Диалоги. Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме.

Цель: Отработать на практике построение общих вопросов.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

Упражнение 1.

Составить общие вопросы каждому предложению текста:

Summer is the hottest season. It's time for holidays. People go to the seaside to sunbathe, to swim or to have a rest. In our country it usually gets hot in the end of June and July. Summer nights are short, but wonderful, the days are long.

Talking about autumn, I guess it isn't as niece as summertime. It's a season of winds and beautiful sunsets. The weather gets cooler and cooler. The leaves turn yellow and reddish and fall down to the ground and the birds migrate to warm countries.

Упражнение№2

Определите типы вопросов:

1.Where are you from?
2.What do you do?
3. Why do you cry?
4.Are you ready?
5.Is he a teacher or a student?

Упражнение №3

Составить план пересказа текста:» Every man for himself on sinking ships»

Практическая работа №14

Тема: Контроль знаний. Устный опрос по пройденному материалу
Цель: Систематизировать знания.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:
1. Выполнените упражнения
Упражнение 1. Задайте к следующим предложениям специальные вопросы, начиная со слов в скобках. Обращайте внимание на форму глагола, а также на вопросы к подлежащему.

1. Robert's sister likes black coffee in the morning. (What …? Whose …? What kind of …? Why …? When…?)

2. My dad went fishing to the lake with his brother twice a month. (Who …? Where …? Who … with? How often …?)

3. They will book a room at a hotel in Madrid during their honeymoon. (Who …? Where …? When …?)

4. I have just seen our neighbor in the supermarket. (Whom …? Whose …? Where …?)

5. There are five polar bears in the zoo. (Who …? How many …? What kind of …?)

6. Bob was a successful businessman because he owned 3 clothes stores in New York. (Who …? Why …? How many …? Where …?)

7. I can see hundreds of bright stars in the sky now. (Where …? When …? How many …?)

8. Julia is cooking Mexican food in the kitchen. (Who …? What kind of …? Where …?)

Упражнение 2. К каждому предложению задайте по одному общему вопросу и несколько альтернативных, используя предлагаемые в скобках варианты.
1. They heard a noise in the living room. (music – in the kitchen)

2. He has found two black kittens near the shop. (three – near the office)

3. Every morning I give my son some pocket money. (daughter – every evening)

4. The cargo will be delivered next Friday by ship. (Sunday – by plane)

5. The photos are in a drawer of the wardrobe. (the cupboard – the passports)

Практическая работа №15

Тема: Основные порты России.
Цель: Познакомить с новым материалом.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы

1. Прочитайте, переведите текст.
2. Подготовьте 10 вопросов к стексту.
3 Перескажите текст.

There are 67 seaports in Russia located on 12 seas, from the Black and Baltic to the Pacific and Northern basins. Here are the most important of them, through which a large share of Russian oil, coal and other goods are transported.

Novorossiysk is located in the ice-free Tsemes Bay of the Black Sea. For several centuries, the city belonged to the Ottoman Empire, but under a peace treaty following the Russian-Turkish wars in 1829 it passed to Russia. It is the largest port in Russia, with a turnover of more than 140 million tons of cargo a year. It also houses a Russian Navy base.

2. St. Petersburg

The first port appeared here in 1703, the year the city was founded. However, the Gulf of Finland has a narrow and winding coast near St. Petersburg and, over time, this became a problem for large merchant ships. To address the problem, a canal was built in the second half of the 19th century, which made it possible to open a new port. The Big Port of St. Petersburg stretches over 31 km along the coastline and has about 200 berths.

3. Vladivostok

Vladivostok is one of the largest ports in Russia's Far East and houses the main base of the country's Pacific Fleet. The city was founded in 1860 as a military port and its name is derived from the phrase "to rule the East" ("владеть Востоком"). In the late 19th century, when the city became the final destination point on the Trans-Siberian Railway, people from all over the Russian Empire began to move here en masse. In Soviet times, the city was a modest restricted-access port, outside the focus of attention for the authorities in Moscow. However, in the 1990s, its restricted-access status was lifted, foreigners were allowed to visit and after the APEC summit in 2012, the city was completely transformed. Now it is also a free trade zone.

4. Nakhodka

"What a find!" exclaimed a sailor aboard the corvette 'America', as it approached an unknown bay in the summer of 1859, or so the legend has it. In any event, this is what this new point on the map was called: Nakhodka, which means "a find" in Russian. At first, there was just a village there, but in the 1930s and 1940s, a port was built using the labor of Gulag prisoners and a city followed soon after. These days, it is the third largest city in Russia's Primorsky Territory after Vladivostok and Ussuriysk.

5. Petropavlovsk-Kamchatsky

A settlement was founded in Petropavlovsk back in the late 17th century, when explorers first reached these distant lands. In the 19th century, a port began to be built here, taking advantage of the ice-free Avacha Bay. During World War II, a large new port was built, which was expanded throughout the 20th century and continues to actively develop still, because the port of Petropavlovsk-Kamchatsky is an important point on the Northern Sea Route, which offers the shortest route from the European part of Russia to the Far East.

6. Murmansk

The world's largest city beyond the Arctic Circle is home to an important northern ice-free port. It was built in 1915 during World War I, after which a city was founded here, too. In Soviet times, Murmansk was actively developed as a supply and repair base for the Northern Fleet. During World War II, the city was badly damaged by air raids, but the Nazi army was unable to capture it by land. These days, the Murmansk port retains its significance as a base for the development of the Arctic and an outpost of the Russian nuclear fleet.

7. Sochi

The Sochi seaport terminal, built in the Stalinist Empire style in 1955, is one of the city's hallmarks. The Sochi port primarily caters for passenger traffic, rather than commercial and industrial activities. Furthermore, oil tankers are prohibited from entering the port of Sochi, unlike large cruise liners, which stop there on a regular basis. The history of Russian presence on this coast dates back to the first half of the 19th century, when the first fort was built and, since 1909, Sochi has become Russia's main resort on the Caucasus coast of the Black Sea.

8. Kaliningrad

Until 1945, the city was called Königsberg and was the capital of East Prussia. The first commercial port was founded here back in the 14th century. After World War II, the northern part of this province and the city itself were transferred to the USSR. The port was badly damaged during the war, so the Soviet government built a new port and renamed the city Kaliningrad, which became Russia's westernmost port and the only ice-free port on the Russian coast of the Baltic Sea. The port of Kaliningrad primarily caters for commercial cargo and fishing vessels. Interestingly, it became a fishing industry hub only after the region became part of the USSR.

9. Makhachkala

The capital of the Republic of Dagestan is the largest city in the Russian North Caucasus and Russia's only ice-free port on the Caspian Sea. The port was built in the second half of the 19th century. It has a large dry cargo harbor, a railway crossing and a modern high-tech oil harbor. In addition, Makhachkala is home to one of the bases of the Caspian Flotilla of the Russian Navy.

10. Sevastopol

Modern Sevastopol was founded by decree of Catherine the Great in 1783, immediately after Crimea became part of the Russian Empire. In the early 19th century, Sevastopol became the main Black Sea port of the Russian Empire. This city of military glory, which was a battlefield in a number of wars, is now the main naval base of the Russian Black Sea Fleet. In addition to the military base, the ice-free Sevastopol Bay has a large industrial port, through which deliveries of fish, oil, metals and various other products are carried out.

Практическая работа №16

Тема: Санкт-Петербург-морская столица.
Цель: Совершенствовать навыки чтения.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы

1. Изучите информацию.
2 Подготовьте доклад о своем любимом месте СПб.
St. Petersburg is often compared to Venice: There are 33 islands in the city and once there were over a hundred!
In a sense, almost the entire 300-year history of St. Petersburg has amounted to a duel between man and water. The city was built on marshland, but its unique geographical position allowed it to control the shores of the Gulf of Finland and the Neva estuary, including the river's branches and channels. Sometimes, the river took revenge and the city had terrible floods.
To divert the river's channels and to drain the ground, new channels and canals were dug in St. Petersburg in the 18th century. As a result, at the beginning of the 19th century, the city numbered 101 islands. Subsequently, some canals were filled in and smaller islands were merged into bigger ones. According to the register of geographic names, St. Petersburg has 33 islands today. However, this doesn't include the Kronstadt archipelago with its various forts. So, in actual fact, there are over 40 islands, altogether.
However, the ones in the city center are not, strictly speaking, perceived as
islands: All thanks to the elaborate system of bridges over the rivers and canals. For example, the Blue Bridge in the very center of St. Petersburg reaches 97.3 meters in width and is regarded as part of Saint Isaac's Square.
Here's what you need to know about them.
. The most "foundational"
Hare Island is the historic nucleus of the city. It was here that on May 27, 1703, the Peter and Paul Fortress was founded - a date regarded as marking the foundation of the city itself.
The key landmarks of the Imperial era - such as the Mint, the Grand Ducal Burial Vault of the Romanovs and the Trubetskoy Bastion Prison (Russia's main political prison) - are all located there.
2. The most famous
Vasilyevsky Island can be described as the most renowned - countless literary works have been devoted to it. Under the name of Vasilyev, the island featured in a Novgorod land register as early as the year 1500 and, today, local residents lovingly call it 'Vaska'.
The island's easternmost tip, Strelka - easily recognizable by its two rostral columns - is adjacent to the historic center of St. Petersburg. During major city festivals, the columns revert to their historical function of serving as lighthouses.
3. The largest
The largest island of the Neva estuary occupies an area of 16.2 sq. km. By one of the ironies of history, it is called 'Bezymyanny' ('Nameless'). It is linked to other islands and the mainland part of the city by as many as 47 bridges.
It was formed after the Obvodny Canal was built, the first stage of which was dug in 1769-1780. It is the largest canal in St. Petersburg: up to 42 m wide and 8 km long.
4. The smallest
The area of the tiniest island - Serny (Sulfur) - is just 0.03 sq. km and only one bridge leads to it.
The island got its name in the 19th century, because of its intended purpose - warehouses for storing sulfur were located on it.
5. The greenest
As many as two islands could compete for this title in our rating - Summer Garden Island and Yelagin Island.

The Summer Garden is in the historic part of the city and its whole area (0.12 sq. km) is covered by a lavish park and garden complex with pavilions, fountains, green mazes and copies of sculptures by Italian masters of the late 17th and early 18th centuries. The garden was created as a royal summer residence for Peter the Great: In 1710-1714, a palace was built here in which the tsar lived every summer until the end of his life.

Yelagin Island is significantly larger than the Summer Garden, but it, too, is a former Imperial residence. Its first owner was Dowager Empress Maria Feodorovna (spouse of Paul I, great-grandson of Peter the Great). Italian architect Carlo Rossi , then little known in St. Petersburg, worked on the layout and landscape design of Yelagin Island: The Yelagin Palace on the island, which he rebuilt, was his first major work in the Russian capital.

Практическая работа №17

Тема: Порт Санкт-Петербурга.
Цель: Познакомить с новым материалом.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы

1. Прочитайте, переведите текст.
Сделайте пересказ.
Saint-Petersburg is the largest industrial and transport center, the marine capital of Russia. The port of Saint-Petersburg is the European gateway of the country, the most important transport link between the East and the West.

JSC “Sea Port of Saint-Petersburg” (a company of PORT ONE*) is one of the largest stevedoring companies handling dry cargo in the Big Port of St. Petersburg, the successor of Leningrad Sea Commercial Port. The Company is the operator of the state-of-the art multipurpose facilities for handling of general and bulk cargoes.
The Company employs 1100 people, and each working position in the port generates 7-8 positions in the other industries of the region.
More than 2000 companies from Russia, CIS countries, from far and near abroad choose JSC “Sea Port of Saint-Petersburg” as their business partner. Our key factors of success are professional skills of our employees, state-of-the-art equipment, high standard of cargo handling operations, convenient location and well-developed infrastructure of the terminals.
The Company’s well-thought-out policy of production process improvements, involvement of skilled personnel, social and informational transparency contribute to meeting the challenges of the Russian transportation market.
* PORT ONE is a Group of Russian stevedoring and freight forwarding companies. PORT ONE companies are Port One JSC, Transportation Assets Management LLC, Sea Port of Saint Petersburg JSC, Container Terminal Saint Petersburg CJSC, Universal Handling Complex, Tuapse Commercial Sea Port JSC, Universal Forwarder LLC. The core business of the Group is the development of transportation assets and their effective integration into international logistic chains.

Практическая работа №18

Тема: Притяжательные местоимения.
Цель: Применить полученные знания на практике.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:
1. Выполнените упражнения
Упражнение 1. Заполните пропуски используя my, your, his, her, our или their.
_____ first name is Molly. _____family name is Adamauer. What about you? What's _____ first name? And what's _____ family name? I'm married. You can see _____ husband in the picture. _____ name is Aisek. We've got one son and one daughter. _____ son is 21. _____ name is Nickolas. _____ daughter is 24. _____ name is Emy. Emy is married. _____ husband's name is Bred. Emy and Bred have got two children. _____ names are Kevin and Evi.

Упражнение 2.
Выберите правильное местоимение.
This is Michael. This is his/her family. These are my / his parents. This is her / their house. This is your / their pet. This is her / its uncle. These are our/his books.
This is my/your friend. His/its name is Fred. Ann is her/his sister.

Упражнение 3.
Составьте аналогичное упражнение письменно.

Практическая работа №19

Тема: Притяжательный падеж имени существительного.
Цель: Отработать полученные теоретические знания на практике.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:
1. Выполните упражнения
Упражнение 1. Переведите словосочетания, используя притяжательный падеж существительных.

работа Джессики	учитель моей дочери
имя доктора	сумки наших гостей
машина Фрэнка	ключи моей сестры
телевизор Ани	словари Кэрол
компьютер моих сыновей	дочь Марка и Виктории

Упражнение 2. Определите, чем является ‘s в предложениях – обозначением притяжательного падежа или сокращенной формой глагола is.

1. He’s a businessman.
2. This is Paola’s uncle.
3. Winston’s 28.
4. George’s Italian.
5. Jane’s school is in the center of London.
6. Tony’s brother is a lawyer.
7. What’s her job?
8. Where are Tom’s friends?

Практическая работа №20

Тема: Составление диалогов по теме « В порту».
Цель: Развитие диалогичской речи.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы

Выполните задания.

1. Linking, freeze (in winter), open for navigation, round the year, round the clock, due to, icebreaker fleet; some 4.000 ocean-going ships, annual (cargo turnover), call at the port, quays, general cargo, grain, coal, iron , copper ore, timber, cargoes are handled, to increase, is expected to increase, cargoes are stored, storage facilities, different cargo handling facilities, gantry cranes, floating cranes, trucks, the process of loading/discharging, shiprepair yard, dry/floating dock.

2. Find the equivalents

Cargoes that pass through the port and are handled there (transit cargoes)
To be covered with ice (to be frozen)
Every year (annually)
Modern (up-to-date)
Day and night (round the clock)
Arrive at the port (for loading and unloading) (call at the port)
Connecting (linking)
Ships that help other ships to make way through ice (icebreakers)

3. Continue

The Gulf of (Finland, Riga, Bothnia, Persian Gulf …)
Round the (clock, year)
Berth (quay, pier)
Warehouses, (transit sheds, sheltered storage spaces)
Gantry cranes, (floating cranes, quay cranes) .

Составьте собственный диалог.

Практическая работа №21

Тема: Организация операций в российских портах. Работа с лексикой.
Цель: Отработать лексический материал.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы

1. Прочитайте, переведите текст.

The port of Saint Petersburg was founded by Peter the First. The first vessel with entered the port was a Dutch sailing ship. That was in 1703. It was loaded with salt and wine. The port was then situated on Vasilievsky island, and the two columns, which stand near the Naval Museum, served as lighthouses.

All that time Russia badly needed this port as it had no sea outlet for its trade with the western countries. So, St. Petersburg was turned into the "window on Europe" through which Russia's trade with those countries had to be conducted.

The new port developed quickly. At the beginning of the 19th century the port was visited by thousands of ships. The number of ships which called at the port of Petersburg to load and unload their goods increased from year to year. The port could not accommodate so many ships and their cargos. It therefore became necessary to transfer the port to another place. The mouth of the Neva was chosen for this purpose. Later, when ships were built of iron and required deeper channels an harbours, the Morskoy canal was constructed in order to enable these ships to reach the port of Petersburg and load and discharge their cargoes there. This canal is dredged from time to time and its depth is kept to about twenty seven feet (four fathoms and three, or 8, 1/4 or 8,25 metres).

Though the port of Saint Petersburg is frozen over for some months of the year, traffic is never interrupted within it, as ships are conducted in and out when necessary by means of powerful ice-breakers. When the winter is not very severe the port is entered and left by ships without any help. Within the port there is a shipyard where ships rigged and repaired.

The Russian Government pays great attention to the building of new ports and the development of the existing ones. The port of Saint Petersburg plays an important role in the economic life of our country. It will be deepened to a greater depth in order to allow ships of deeper draught to enter the port; it will be equipped with more powerful cranes; new warehouses will be built; new modern ice-breakers and dredgers will be put into operation. The port of Saint Petersburg is and will be one of the most important ports of our country.

Make a report of Saint Petersburg. Choose any aspect you like (culture, history, geography, art, port, politics, sights etc.).

In the port

It is spring. The weather is fine. It is sunny. The wind is from the south and it is quite warm. The port of Saint Petersburg is open to navigation. There are many Russian and foreign ships in the port now. Some ships are leaving the port, some are entering it. The vessel which is entering the port is a pilot-cutter. The boat which is leaving the port is a life-boat. There are many people who are working in the port now. The dockers are loading and unloading the cargo. The engineers are overhauling the ships machinery and are making running repairs. The man who is speaking with the captain is a pilot.

It is early[1] morning, but there are many people in the port. They are waiting for the s.s.[2] "Zarya". The "Zarya" is a cargo-passenger vessel. She is one of the best and most comfortable ship of the Baltic Steamship Company[3]. Her speed is 15 knots. Her draught[4] is 27 feet. The crew of the "Zarya" is large. Her captain is Comrade Voronov. He is one of the oldest and most experienced captains of the Baltic Steamship Company.

It is 8 a. m. The “Zarya” is approaching the port. It is coming from England. It is proceeding via Holland. The vessel is carrying general cargo. There are many passengers on board the ship. They are standing on deck, looking at the approaching land. The ship is proceeding at slow speed. The captain is standing on the bridge giving orders to the helmsman. It is 10 minutes past 9. The cargo-passenger ship “Zarya” is entering the port.

2. Перескажите в прошедшем времени.

Практическая работа №22

Тема: Контроль знаний. Устный опрос по пройденному материалу
Цель: Контроль знаний.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:
1. Выполните упражнения
Упражнение 1. Переведите местоимения в скобках на английский язык.
Are you talking about ___? (обо мне)

Do you know ___? (его)

Don't take ___! (это)

He gave ___a beautiful bracelet. (ей)

He gave ___ good advice. (мне)

He is staring at ___. (на нас)

He saw ___ in the street. (меня)

I bought this dress for ___. (для тебя)

I know ___ very well. (его)

I love ___. (тебя)

I sent a letter to ___. (им)

I want to go with ___. (с вами)

Read this book. ___ is very interesting. (она)

Упражнение 2. Выберите правильные выриант, который может заменить подчеркнутые слова.

1) The teacher always gives **the students** homework.

me

them

you

2) I am reading the book to **my little sister**.

her

us

him

3) The boys are riding **their bikes**.

it

them

her

4) My father is writing a letter to **John**.

me

her

him

5) I don't know **the answer**.

she

her

it

Упражнение 3. Замените выделенные слова личными местоимениями в объектном падеже.

I like **Nick**.

We like **Bess**.

He likes **ice-cream**.

Can you show **the pictures** to **Ben**?

You can tell **Helen** my e-mail address.

Are you interested in **football**?

I want to buy two bottles of milk for Bess.

Do you want to play tennis with **Ben**?

We must speak to **Nick**.

You should invite **Helen and Bess** to your house for dinner.

Do you know **Mary**?

Tell Nick about your plan.

I see **my friends** every day.

Практическая работа №23

Тема: Роль английского языка в современном мире.
Цель: совершенствовать навыки чтения.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы

1. Выучите слова.
2. Составьте 10 вопросов к тексту.
3. Сделайте пересказ.

Word list
a means of communication — средство общения
convey — передавать
have a good command of the language — хорошо владеть языком
be of great help — приносить большую пользу
be of little help — приносить мало пользы
be of no help — быть бесполезным
rewarding — стоящий, приносящий удовлетворение
lose the chance — упустить возможность
academic year — учебный год
break — перемена
crash course — ускоренный курс
refresher course — курсы переподготовки
foundation course — программа подготовки к поступлению в ВУЗ
take a course — проходить курс
sign up for a course — записаться на курс
dropout — тот, кто бросил работу или учебу
skip a lecture — прогулять лекцию
attend a lecture — посетить лекцию
low/high marks — низкие/высокие оценки
numerate — подсчитывать
to mark — ставить оценку
to find your vocation — найти свое призвание
secondary education — среднее образование
scholarship — стипендия, грант
Foreign Languages in Our Life

Learning a foreign language is not an easy thing. It is a long and slow process that takes a lot of time and efforts. Nowadays it is especially important to know foreign languages. Some people learn languages because they need them for their work, others travel abroad, for the third studying languages is a hobby. Everyone, who knows foreign languages can speak to people from other countries, read foreign writers in the original, which makes your outlook wider.
It is not surprising that many intellectuals and well-educated people are polyglots. I study English. Nowadays English has become the world's most important language in politics, science, trade and cultural relations. Over 300 million people speak it as a mother tongue. The native speakers of English live in Great Britain, the United States of America, Australia and New Zealand. English is one of the official languages in the Irish Republic, Canada, the South Africa Republic. English is one of the official languages of the United Nations Organization and other political organizations. Half of the world's scientific literature is in English. It is the language of computer technology.
To know English today is absolutely necessary for every educated person, for every good specialist. The English language is a wonderful language. It is the language of the great literature. It is the language of William Shakespeare, Jonathan Swift, Walter Scott, Charles Dickens. The great German

poet Goethe once said, “He, who knows no foreign language, does not know his own one”. That is why in order to understand oneself and environment one has to study foreign languages.

Практическая работа №24

Тема: Прямое и косвенное дополнение.
Цель: Отработка полученных знаний на практике.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:
1. Выполните упражнения
Упражнение 1. Перепешите предложения, поставив косвенное дополнение после глагола и опустив предлоги to и for.
Did you pay the money to Sarah?

Have you found a chair for my grandmother?

Could you give this envelope to Michael?

We are buying some medicine for the neighbour.

Would you show your tongue to the doctor?

Did you tell the news to your friend?

The waiter offered a glass of dry wine to me.

Please bring some honey to your little sister.

Don’t tell the answer to him.

Tom is going to send some beautiful flowers to his girlfriend.

My wife is knitting a new pullover for our daughter.

Упражнение 2. Составьте из слов предложения и переведите их.

her parents – the news – told – she

could – your shampoo – lend – you – me ?

bought – this tie – for – I – my husband

any clothes – Jane – bring – don’t

he – a tip – to – gave – the porter

some sandwiches – us – Susan – made – for

didn’t – his bicycle - Robert – me – give

Mary – the ball – her brother - threw – to

the keys – gave – my mum – I

2. Выполните задания письменно.

Практическая работа №25

Тема: Оборот there is/there are. Построение различных типов предложений с использованием оборотов there is/there are.
Цель: Отработать полученные знания на практике.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

1. Выполните упражнения

Упражнение 1. Допишите there is или there are.

_____ some sandwiches in the fridge.
_____ a biscuit on the plate.
_____ some jam on the table.
_____ some cornflakes in the cupboard.
_____ some sugar in the glass.
_____ two cups of tea on the table.

Упражнение 2. Напишите каждое предложение в отрицательной и вопросительной форме.

There are many pupils in the classroom.
There is some meat on the plate.
There are four parks in the city.

Упражнение 3. С помощью картинки напишите все что есть в холодильнике, и 10 предложений чего нет в холодильнике.

2. Выполните задания письменно.

Практическая работа №26

Тема: Неопределенные местоимения some и any. Их производные.
Цель: Научиться употреблять неопределенные местоимения some и any.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:
1. Выполните упражнения
Упражнение 1. Составьте из данных слов предложения.
some – the kitchen – I – for – want – furniture – to buy.

aren't – the table – cakes – on – there – on – any

have – I - please – can – some – butter?

there – any – casinos – in – are – Berlin?

take – book – you – any – can – here.

Упражнение 2. Поставьте подходящее местоимение.
Would you like … (some/any) milk?

You can leave at … (some/any) time.

Could you give me … (some/any) help, please?

We must buy … (some/any) vegetables for dinner.

I haven't got … (some/any) eggs for pancakes.

2. Выполните задания письменно.

Практическая работа №27-28

Тема: Освоение лексики по теме «На уроке английского языка». Развитие диалогической речи «На уроке английского языка».

Цель: Развитие навыков чтения и осмысления текста после прочтения.

Перечень оборудования для проведения работы: Текст «На уроке английского языка», тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомление с лексикой по теме «На уроке английского языка»

three times a week – три раза в неделю
textbook - учебник
vocabulary - словарь
bell - звонок
conversation – разговор
grammar rule – грамматическое правило
twice a month – дважды в месяц
discuss - обсуждать
mark - оценка

2. Выполнение лексико-грамматических упражнений

Упражнение 1. Поставьте буквы в правильном порядке, чтобы получилось слово.

k r m a
l b e l
s d s c s u i
t t o o k x e b
n c n v o e s r a o t i

Упражнение 2. Напишите минимум по одной рифме к каждому слову.

mark -
vocabulary -
discuss -
bell -
textbook -

3. Чтение текста

I am a pupil of the eighth form. I study at school 657 in Moscow.

The pupils of our school learn different languages: Russian, English, French and German. I learn English.

I have my English three times a week. Every Monday, Wednesday and Friday I take my English textbook, vocabulary and exercise-book and go to my English lesson.

The bell rings and the teacher and the pupils come into the classroom. We sit down at our tables, open our textbooks and the lesson begins. During the lesson we listen to the tape recorder, ask each other questions and speak out on what we have heard. Sometimes it is a story, sometimes it is a dialogue or a conversation. They are not very long but they are always very interesting.

We speak English a lot, but we also read texts from our textbook. During the lesson we also write sentences on the blackboard, learn grammar rules and do exercises. Twice a month we have our home reading lesson. At this lesson we speak about what we have read and discuss interesting episodes from our book.

I never get bad marks in my English because I always prepare my homework well.

I like my English lessons very much and come to them with joy.

Практическая работа №29-30

Тема: Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме. Контроль знаний. Устный опрос по пройденному материалу

Цель: Систематизация и закрепление пройденного материала.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

Множественное число существительных в английском языке.

Исчисляемые существительные могут иметь форму единственного числа, если речь идёт об одном предмете, и множественного числа, если речь идёт о двух или более предметах. Форма множественного числа у большинства исчисляемых существительных образуется с помощью суффикса "-s (-es)", например:

a book - books a table - tables

a bridge - bridges a boy - boys

В английском языке есть небольшое количество существительных, которые образуют форму множественного числа не по общему правилу:

Исключения:

Единственное число	Множественное число	Перевод
man	men	мужчины, люди
woman	women	женщины
mouse	mice	мыши
tooth	teeth	зубы
foot	feet	ступни, ноги
child	children	дети
ox	oxen	быки
goose	geese	гуси
sheep	sheep	овцы
deer	deer	олени
swine	swine	свиньи

Существительные, оканчивающиеся на "-f/-fe", во множественном числе пишутся с "-ves". Если слово в единственном числе оканчивается на "-o", то к нему во множественном числе прибавляется суффикс "-es". Если же слово оканчивается на "-y" с предшествующим согласным, то во множественном числе к нему прибавляется суффикс "-es", а буква "y" переходит в "i", например:

leaf - leaves life - lives tomato - tomatoes

Negro - Negroes army – armies f amily - families

Неисчисляемые существительные имеют только форму единственного числа и согласуются только с глаголами в единственном числе:

Her hair is blond. Волосы у неё светлые.

The money is on the table. Деньги лежат на столе.

Имеются существительные, которые напротив употребляются только в форме множественного числа. К ним относятся слова, обозначающие предметы, состоящие из двух частей: trousers - брюки, braces - подтяжки, scissors - ножницы, glasses - очки, или собирательные существительные: troops - войска, goods - товары, clothes - одежда, police - полиция, people - люди. Такие существительные согласуются только с глаголом во множественном числе.

Выполнить упражнения №1,2.

Упражнение №1.Отметьте правильный вариант образования множественного числа:

roof- rooves, 2) dish - dishes, 3) fish - fish, 4) potato - potatos, 5) half-halfs, 6) branch - branches, 7) book - books, 8) book - bookes, 9) dress -dreses, 10) wife - wifes. 11) paper - papers, 12) factory -

factorys, 13) day -daies, 14) play - plays, 15) list - listes, 16) safe - saves, 17) text - texts, 18) lamp - lamps, 19) bridge - bridges, 20) city - cities.

Упражнение №2 Образуйте множественное число следующих существительных.

box, match, brush, page, bus, house., ball, room, table, pencil, play, light, book, cup, flat, hat. knife, wife, shelf, life, leaf, child, man, woman, family, factory, story, faculty, city.

Практическая работа №31

Тема: Местоимения many, much, little, few.
Цель: Научиться употреблять местоимения.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

Порядок выполнения работы:
1. Выполните упражнения
Упражнение 1. Поставьте «+» при правильном использовании «much» или «many», поставьте «-» - при неверном.

We don’t have many food in the house.

I can’t give you many information about the company.

I need much apples for the pie.

How many people are there in your office?

There is much wine in the

She doesn’t have many luggage.

My son earns much money now.

They saw many snow in the mountains.

I have tried diving many times in my life.

John will have much exams next year.

Упражнение 2. Поставьте подходящее слово из скобок.

There is too … (much/many/a few) salt in the soup. (В супе слишком много соли.)

There are … (much/a little/a few) sky-scrapers in our city. (В нашем городе есть несколько небоскребов.)

I’ve got … (much/a few/a little) albums of this singer. (У меня есть несколько альбомов этого исполнителя.)

My job allows me to travel … (much/many/a few). (Моя работа позволяет мне много путешествовать.)

We’ve got … (little/many/few) free time. (У нас мало свободного времени.)

I have never seen so … (much/little/many) stars in the sky. (Я никогда не видел так много звезд в небе.)

Anna spent … (much/a few/a little) days in Rome. (Анна провела несколько дней в Риме.)

I’d like just … (much/a few/a little) tea. (Я бы хотел лишь немного чая.)

There was very … (little/few/many) rain last autumn. (Прошлой осенью было очень мало дождей.)

Very … (few/little/much) Russian tourists are staying at our hotel. (Очень мало русских туристов проживает в нашем отеле.)

2. Выполните упражнения в письменной форме.

Практическая работа №32

Тема: Глагол Have got. Выполнение упражнений по теме.

Цель: Развитие навыков чтения и осмысления текста после прочтения.

Перечень оборудования для проведения работы: Текст «На уроке английского языка», тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

Повторить употребление глагола Have got.

1. Ознакомление с лексикой по теме «На уроке английского языка»

three times a week – три раза в неделю
textbook - учебник
vocabulary - словарь
bell - звонок
conversation – разговор
grammar rule – грамматическое правило
twice a month – дважды в месяц
discuss - обсуждать
mark - оценка

2. Выполнение лексико-грамматических упражнений

Упражнение 1. Поставьте буквы в правильном порядке, чтобы получилось слово.

k r m a
l b e l
s d s c s u i
t t o o k x e b
n c n v o e s r a o t i

Упражнение 2. Напишите минимум по одной рифме к каждому слову.

mark -
vocabulary -
discuss -
bell -
textbook -

3. Чтение текста

I am a pupil of the eighth form. I study at school 657 in Moscow.

The pupils of our school learn different languages: Russian, English, French and German. I learn English.

I have my English three times a week. Every Monday, Wednesday and Friday I take my English textbook, vocabulary and exercise-book and go to my English lesson.

The bell rings and the teacher and the pupils come into the classroom. We sit down at our tables, open our textbooks and the lesson begins. During the lesson we listen to the tape recorder, ask each other questions and speak out on what we have heard. Sometimes it is a story, sometimes it is a dialogue or a conversation. They are not very long but they are always very interesting.

We speak English a lot, but we also read texts from our textbook. During the lesson we also write sentences on the blackboard, learn grammar rules and do exercises. Twice a month we have our home reading lesson. At this lesson we speak about what we have read and discuss interesting episodes from our book.

I never get bad marks in my English because I always prepare my homework well.

I like my English lessons very much and come to them with joy.

4. Выполните упражнения в письменном виде.

Практическая работа №33

Тема: Количественные и порядковые числительные.
Цель: Отработать полученные знания на практике.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

1. Выполните упражнения
2. 1. Выполните упражнения
3. Упражнение 1. Составьте из данных слов предложения.
4. some – the kitchen – I – for – want – furniture – to buy.
5. aren't – the table – cakes – on – there – on – any
6. have – I - please – can – some – butter?
7. there – any – casinos – in – are – Berlin?
8. take – book – you – any – can – here.
9. Упражнение 2. Поставьте подходящее местоимение.
10. Would you like … (some/any) milk?
11. You can leave at … (some/any) time.
12. Could you give me … (some/any) help, please?
13. We must buy … (some/any) vegetables for dinner.
14. I haven't got … (some/any) eggs for pancakes.

2. Выполните задания письменно.

Практическая работа № 34

Тема: Освоение лексики по теме «Моя будущая профессия и английский язык». Чтение, перевод, выполнение послетекстовых заданий.
Цель: Совершенствование навыков чтения с полным пониманием.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомление с лексикой по теме «Моя будущая профессия»

choosing a career — выбор профессии
matter — вопрос, дело
to examine — изучать
thoroughly — тщательно
ability — способность
strength — сильная сторона
weakness — слабая сторона
to take into account — принимать во внимание
preference — предпочтение
particularly — особенно
to follow in the footsteps of — идти по стопам
blindly — слепо
to base on — основываться на
opinion — мнение
turn of mind — склад ума

to work out — разрабатывать
occupation requirements — требования к профессии
variety — разнообразие
pay — зарплата, жалованье
salary — зарплата
generally speaking — вообще говоря
independent — независимый
successful — успешный
wealthy — состоятельный
well-paid — хорошо оплачиваемый
to support a family — содержать семью
breadwinner — кормилец
condition — условие
to enter — поступать
prestigious — престижный
further training — дальнейшее обучение
promotion prospects — перспективы на повышение
to graduate — окончить (университет)
plum job — «тёплое местечко» (несложная работа с хорошим заработком)
to respond — отвечать, соответствовать
monotonous — монотонный
tedious — нудный, скучный, утомительный
clerical job — офисная работа
capable — способный
hard-working — трудолюбивый
to climb the ladder — делать карьеру
firefighter — пожарный
estate agent — агент по недвижимости
full-time job — работа на полную ставку, предполагающая полную занятость
part-time job — работа на полставки, предполагающая неполную занятость
flexitime job — работа со скользящим графиком
set — установленный, неизменный
pattern — график, расписание
involve — включать, содержать
to juggle — совмещать
employee — служащий, работник
to appeal — привлекать, нравиться
sociable — общительный
on the contrary — напротив, наоборот
timid — робкий, застенчивый
diffident — неуверенный в себе
frankly speaking — откровенно говоря
communication skill — навык общения
business trip — командировка
to imply — подразумевать
to turn out — оказываться
exhausting — изнуряющий, изматывающий, утомительный
stressful — напряжённый
ambitious — целеустремлённый, честолюбивый
creative — творческий
tailor — портной
well-paid — хорошо оплачиваемый

bodyguard — телохранитель
lifeguard — спасатель
rewarding — полезный, стоящий
demanding — требующий много усилий или времени
to devote — посвящать
aspiring — устремлённый, честолюбивый
reliable — надёжный
laborious — трудолюбивый, старательный
to be a matter of future prestige and wealth — быть вопросом будущего престижа и благополучия

2. Чтение текста.

Choosing a Career.

Sooner or later all of us face the problem of choosing a career when we are to decide what we are going to be in future. Choosing a career is not a simple matter — in fact, it can be one of the most important in our life. You don't need to hurry making a decision. You should examine thoroughly your abilities and character, take a realistic view of your strengths and weaknesses, pay attention to your parents' and friends' advice and take into account your own preferences. The last point in the list is particularly important because there are many examples when people make great mistakes choosing their future profession. Sometimes they either simply follow in the footsteps of their parents or relatives or just blindly follow their advice. Your choice should be mostly based on your own opinion. Family traditions are good, but your turn of mind may be quite different. So, never base only on other people's opinion.

Having thought carefully about what sort of person you are, try to work out a list of your occupation requirements.

Nowadays there is a great variety of jobs to any taste. Choosing a future career, we should consider the following things.

•**Pay.** Is the size of your salary important? Generally speaking, it is important. Of course there may be various situations, but if you are going to be independent, successful and wealthy, you have to find a well-paid job. Moreover, if you are going to have a family, you should be ready to support it, to be a breadwinner. Naturally, you'd like to live in good conditions, and your children to study at good schools, and then to enter prestigious universities, to travel all around the world and so on. Now you understand why you should take money into consideration when choosing a job.

•**Further training, promotion prospects and job conditions** should also be kept in mind. Just after graduating it is very difficult to find a plum job which will respond to all your preferences. It is usually a monotonous, tedious clerical job, but if you are a capable and hard-working person, you will certainly be offered an opportunity to climb the ladder.

•**Place of work.** You ought to decide whether you want to work indoors (cashier, chemist, librarian, secretary, etc.) or outdoors (driver, firefighter, estate agent, etc.). Your choice may be based on your lifestyle or health condition.

•**Full-time, part-time, flexitime jobs.** There is no set pattern to part-time working. It may involve a later start and earlier finish time than a full-time position, working mornings or afternoons only, fewer working days in a week for less salary. It is a perfect variant for students who want to juggle their studies and work, as well as flexitime jobs. Employees decide by themselves when to begin and end their working day.

•**Communication with different people.** Meeting and dealing with people doesn't appeal to every person. Some people are not very sociable; on the contrary, they are timid, shy and diffident. Frankly speaking, it is a great talent to have communication skills. If you think you have it, you may choose a

profession involving close contacts with people, such as a doctor, a journalist, a lawyer, a guide, a teacher.

•**Business trips.** You should keep in mind that some professions imply travelling all over the world, such as tour guides, scientists, actors, journalists, pilots and so on. It's not always fun. Business trips may last a week, a month and even more. You may be sent to London for a few days, then you'll spend only a few hours in Paris, and right after that, without any rest, you'll have to go to Berlin. Sometimes it turns out that you don't have even an hour for yourself just to relax and see the town you've come to. Such trips may be very exhausting and stressful. However, if you are young, ambitious and full of energy, you will be able not only to do your job successfully but also see the world.

•**Aspiration for creative work.** If you are a creative person, it's a must for you to find such job. It can be a job of an artist, a tailor, a designer or a stylist.

•**Jobs connected with risk.** Such jobs are usually well-paid, but very dangerous. A police officer, a fireman, a bodyguard, a lifeguard — these are the names of jobs which imply risk. Those, who want a rewarding but demanding job and who are ready to devote all their lives to it, may choose this kind of work.

Analyzing all these points will help you not to make a wrong choice.

In case you are an aspiring, responsible, creative, optimistic, reliable person, who is ready to learn and be laborious, who is not afraid of any difficulties of the future and ready to solve any problem with a smile, the world of jobs and careers will be open to you.

Choosing a career should not only be a matter of future prestige and wealth. Work should bring real satisfaction; otherwise your whole life will become dull and monotonous.

3. Дайте ответы на вопросы.

1. Have you already thought about your future career? What makes the profession chosen so attractive for you?
2. Do your parents give you a piece of advice about your future profession?
3. What are your parents?
4. Have you got any traditions in your family? (connected with jobs)
5. Try to take a realistic view of your strengths and weaknesses. Which of your qualities are worth improving?
6. What part-time jobs can students do nowadays?
7 What occupations are popular nowadays in your country? Why?
8. Imagine that you are a successful businessman (businesswoman). Describe your life: your living conditions, some usual activities and so on.
9. What is the best way of preparing for your future profession?
10. Is it easy to choose a career?
11. Do you agree with the quotation: "It doesn't matter what job you do. It's how you do it"?

Практическая работа № 35

Тема: Чтение и перевод текста «Значение английского языка для будущей карьеры». Чтение, перевод, выполнение послетекстовых заданий.

Цель: Совершенствование навыков чтения с полным пониманием.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал.

Порядок выполнения работы:

Выполните задания.

English in My Life and in My Future Career

When Ithink about my future career in business I dream of working my way up to the top from a messenger to a president of

A	B
appear, top, native, possible, expand, start, many	stop, impossible, narrow, few, bottom, foreign, disappear

E. Match the words from A with their synonyms from B.

A	B
commerce, realise, global, get, wide, magazine, gathering, convene, nowadays, usual	broad, meeting, gather, obtain, understand, trade, journal, ordinary, today, world

F. Find words and expressions in the text with the following mea-nings:

the corporation. Nowadays, however, education plays a central role in the selection of men and women for management jobs. And, of course, it's impossible to make any career in business without good knowledge of foreign languages.

With increased global trade more and more businesses are recruiting students who speak foreign languages. The growing interest of business in foreign languages has driven colleges to expand their programmes. People realise the importance of foreign language proficiency which enhances a person's marketability in any field.

English will be required regularly in my future work. I expect to use English in speaking and listening face to face and in telephone communication. I also expect to use English in reading magazines, professional journals, reports, newspapers, in reading and writing business letters. I need English for broad socio-cultural purposes: to obtain information, to convene at multinational gatherings, and to travel. I know that nowadays at an airport or in a hotel bar a person of any nationality would address me directly in English without asking whether 1 speak the language: some degree of command is taken for granted. English is a language of banking and business. Many international firms based in non-English countries conduct their entire operations throughout the world in English. In commerce a salesman sent to any country will negotiate the contract in English.

There are some general interests and activities where I need English, such as: entertainment at home (radio, TV, etc.), friends, social gatherings, films, theatre, music, cultural interests, travel, sports, community activities, transportation, shopping, reading newspapers and many other needs. In other words, English is a commodity people seek eagerly to acquire often at great expense.

2. Pronunciation

A. How are the underlined letters in these pairs of words pronounced? Practise saying the words.

1) recruit — require; 2) speak — realize; 3) gathering — think; 4) ex-pand enhance; 5) convene — central; 6) career — degree.

B. These words contain silent letters. Cross out the letters in the words which are not pronounced. Listen to the teacher and check your answers.

Business, knowledge, foreign, purpose, whether, would.

Word Study

A. Find international words in the text and write them out. Learn their correct pronunciation.

B. Give Russian equivalents to the following word combina-tions:

to work one's way to the top; selection for management jobs; to be required regularly; to enhance a person's marketability; speaking and listening face to face; to convene at multinational gatherings; to address a person directly in English; to be taken for granted; some degree of command; to conduct entire operations in English; to negotiate the contract in English; community activities; at great expense.

C Give English equivalents to the word combinations: играть главную роль; в настоящее время это невозможно; хо-рошее знание иностранного языка; разговаривать на иностранном языке; растущий интерес по отношению к иностранным языкам; использовать английский в говорении; не спрашивая, говорю ли я на этом языке.

D. Match the words from A with their opposites from B.

Практическая работа №36

Тема: Работа со словарем. Перевод.

Цель: Развитие навыков чтения и осмысления текста после прочтения.

Перечень оборудования для проведения работы: Текст «Each month has its own name», тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомление с лексикой по теме «Календарный год»

Janus — Янус (*у древних римлян* бог дверей, входа- выхода, а также дорог и начинаний; изображался с двумя лицами)

B.C. – первые буквы слов Before Christ — до рождества Христова, то есть *до нашей эры*

A.D. – первые буквы слов Anno Domini, означающие христианской эры, новой эры, нашей эры.

Purification – (*церк.)* обряд очищения

Atlas –Атлас (*в греческой мифологии* Атлант- один из титанов, державший на голове и руках небесный свод)

Juno - Юнона (*в древнеримской мифологии* — жена Юпитера, покровительница брака и деторождения; аналог богини Геры в древнегреческом пантеоне)

Julius Caesar - Юлий Цезарь (римский полководец)

Augustus -(Октавиан) Август (римский император с 27 г. до н.э. по 14 г. н.э.)

2. Чтение текста

Each month has its own name

You know the names of the months but have you ever thought about their origin, about how they appeared in English?

Here is a story about how the months were called. Compare it with what you already know.

January was called after **Janus,** the two-faced Roman god. He was the god of beginnings and endings and was the protector of the Roman gates and doorways.

Once **February** was the last month of the year and came before January, but at about 450 B.C. it came the second month. Its name is derived from Februa, a Roman festival of purification.

March comes from the god of war – Mars. He was pictured in a chariot drawn by two horses.

The origin of word **April** is quite different. It comes from a Latin word which means “to open”. April is a spring month when nature comes to life again.

May was named after the goddess, Maia. She was the most famous of the seven daughters of **Atlas.**

It is undecided whether **June** gets its name from the goddess **Juno**, the beautiful wife of Jupiter, or from Junius, who was a proud man and head of a great Roman family.

July was named after Julius Caesar, who was born in this month.

August was named after the great nephew of Julius Caesar. His name was Octavius, but he changed it to **Augustus.**

September comes from ‘septem’, meaning ‘seven’. It is a reminder that it was seventh month when the year began in March.

October, November and December are Latin words for the eighth, ninth and tenth months of he year.

As the Roman year began in January, the Christians decided to begin their year at the same time. So the year **754 B.C.** became for the Christians the year **1 A.D.**

3. Выполните перевод в письменном виде.

Практическая работа №37

Тема: Диалоги «Английский язык в моей жизни».
Цель: Развитие навыков диалогической речи.
Перечень оборудования для проведения работы: Текст «Each month has its own name», тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:
1. Прочитайте, переведите диалоги.
2. Составьте собственный диалог.

A: Could you tell me if you have ever taken a class from Dr. Miller?

B: Yes. Are you going to be taking a class from him?

A: Yes, but I have never taken his class before.

B: He is very interesting and challenging. Is that what you are looking for?

A: Yes, that's what I need.

B: He is really clear on what you need to learn to get a good grade. Are you willing to study hard?

A: Yes, I guess so.

B: What I really liked about him is that he was an understanding and friendly teacher. Do you enjoy that in a teacher?

A: Yes, I had a teacher like that before.
B: Did you know that he has 20 years teaching experience?

A: No, I didn't, but that could be a good thing.

B: Well, take a look at everything and figure out what is best for you. Good luck!

A: Do you know anything about Dr. Miller's classes?

B: Yes. Are you in his class?

A: I'm thinking of taking his class next semester.

B: He really knew his stuff, but he graded hard. Would that be OK?

A: Yes, I really need someone who is really good.

B: I didn't find it overwhelming to earn a good grade if you work at it. Can you do that?

A: Maybe, but I'm not sure.

B: Man, this guy was so funny when he was teaching. I like that, don't you?

A: No, that stuff isn't important to me.

B: Did you know that he is a fairly new teacher and very current in his field?

A: I don't care about any of that.

B: We all are looking for different things in an instructor. I hope I've helped you.

Практическая работа №38

Тема: Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме.

Цель: Закрепление пройденного материала. Повторение лексики.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

Словарный диктант .

abandon - покидать (корабль)
chivalry - рыцарство, благородство, отвага
crew - судовая команда; экипаж (судна)
gush — хлынуть, литься потоком
outnumber - превосходить численно
proceedings - труды, протоколы
proverbial - вошедший в поговорку; общеизвестный
selflessly - самоотверженно, бескорыстно
shephered - вести, сопровождать
shipwreck - кораблекрушение
sink - тонуть (о корабле, морском судне), погружаться (под воду)
survivor - оставшийся в живых, уцелевший
torrent - поток, масса, натиск

2.Перевести предложения ,используя количественные и порядковые числительные.
1.Я родился в 1990 году.
2.В 1997 году я пошел в 1ый класс.
3.Я закончил 9 классов средней школы в 2006 году.
4.В году 365 дней, в неделе 7 дней.
5.Занятия начинаются в 9 утра.
6.Я ложусь спать в 11 часов вечера.

Практическая работа №39

Тема: Контрольная работа№1.

Цель: Контроль знаний лексико- грамматического материала. Закрепление темы

Перечень оборудования для проведения работы: тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

Выполните контрольную работу.

Контрольная работа №1

1. Make plural forms of the following words:

1. woman
2. tooth
3. mouse
4. child
5. table
6. phenomenon
7. book
8. student
9. computer
10. telephone

2. Use the proper form of «be»

1. He ___ a doctor
2. They ____ friends
3. Igor's book ____ interesting
4. Where _____ you from?
5. What ____ your name?
6. How ___ you doing?
7. Moscow ___ the capital (столица) of Russia.
8. How old ___ you?
9. I ___ a good student
10. Mary _____ a schoolgirl.

3. Use the right form of the pronouns:

1. _____ story is very interesting. (they)
2. I love ____ very much. (she)
3. Give ___ the book, please (I)
4. _____ brother is an engineer (He)
5. ___ are beautiful (You)

4. Choose the correct article (a, an, the, -).

1. My mother is ___ doctor
2. I have ___ apple
3. I see ___ big red car. ____ car is very expensive.
4. Do you have ___ breakfast at 8 a.m?
5. Does Bety has ___ pet?

5. Choose much, many, little, few

1. Thank you very ____
2. I want to have ____friends
3. I don't have ____ time, I must go
4. There are ____ children in the room.
5. There isn't _____ milk in the bottle, I must buy some milk.

6. Find and correct the mistakes:

1. I usually does my homework at 8 p.m.
2. He am a teacher.
3. He can swims
4. Now he is wok as a manager.
5. He wants to work as a accountant.
6. I like to traveling
7. There is many cheese in the fridge.
8. He likes watching TV in ten past nine.
9. She play the piano every day.
10. Have nice day!

7. Translate into English according to the grammar rules of the 1-6 steps.

1. Этот стол большой.
2. Та дверь красная.
3. Добрый вечер. Как дела?
4. У меня много сахара в чае
5. Я пью мало кофе.
6. Дайте ему, пожалуйста, немного шоколада.
7. Отец Кэйт – хороший человек.
8. Джейн встает в 15 минут восьмого с понедельника по пятницу. В субботу и в воскресение она встает в 10:30 утра.
9. Сейчас ты сидишь напротив меня.
10. Кошка находится под столом, не далеко от камина.

Практическая работа №40

Тема: Настоящее неопределённое время. Образование, употребление.
Цель работы: Отработка грамматических и лексических навыков
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

Упражнения 1. Раскройте скобки, употребляя глаголы в *Present Continuous* или в *Present Simple.*

I (to read) now. He (to sleep) now. We (to drink) tea now. They (to go) to school now. I (not to sleep) now. She (not to drink) coffee now. I (to read) every day. He (to sleep) every night. We (to drink) tea every morning. They (to go) to school every morning. I (not to sleep) in the daytime. She (not to drink) coffee after lunch. We (not to watch) TV now. They (not to eat) now. My mother (not to work) now. You (to work) now? He (to play) now? They (to eat) now? Your sister (to rest) now? What you (to do) now? What you (to read) now? What they (to eat) now? What your brother (to drink) now? We (not to watch) TV in the morning. They (not to eat) at the lesson. My mother (not to work) at an office. You (to work) every day? He (to play) in the afternoon? They (to eat) at school? Your sister (to rest) after school? What you (to do) every morning? What you (to read) after dinner? What they (to eat) at breakfast? What your brother (to drink) in the evening?

Упражнения 2. Раскройте скобки, употребляя глаголы в Present Continuous или в Present Simple.

1. I (not to drink) coffee now. I (to write) an English exercise. 2. I (not to drink) coffee in the evening. I (to drink) coffee in the morning. 3. Your friend (to do) his homework now? 4. Your friend (to go) to school in the morning? 5. Look! The baby (to sleep). 6. The baby always (to sleep) after dinner. 7. My grandmother (not to work). She is on pension. 8. My father (not to sleep) now. He (to work) in the garden. 9. I usually (to get) up at seven o'clock in the morning. 10. What your sister (to do) now? - - She (to wash) her face and hands. 11. When you usually (to come) home from school? — I (to come) at three o'clock. 12. Where your cousin (to work)? -- He (to work) at a hospi-taJ. 13. Your *sister (to study) at an institute?* -No, she (to study) at school. 14. My cousin (to go) to school every day. 15. My mother (not to play) the piano now. She (to play) the piano in the morning.

Упражнения 3. Раскройте скобки, употребляя глаголы в Present Continuous или в Present Simple.

1. I (to read) books in the evening. 2. I (not to read) books in the morning. 3. I (to write) an exercise now. 4. I (not to write) a letter now. 5. They (to play) in the yard now. 6. They (not to play) in the street now. 7. They (to play) in the room now? 8. He (to help) his mother every day. 9. He (to help) his mother every day? 10. He (not to help) his mother every day. 11. You (to go) to school on Sunday? 12. My friend (not to like) to play football. 13.1 (not to read) now. 14. He (to sleep) now? 15.We (not to go) to the country in winter. 16.My sister (to eat) sweets every day. 17. She (not to eat) sweets now. 18. They (to do) their homework in the afternoon. 19. They (not to go) for a walk in the evening. 20. My father (not to work) on Sunday. 21. He (to work) every day.

Упражнения 4. Раскройте скобки, употребляя глаголы в Present Continuous или в Present Simple.

1. They (to read) many books. 2. They (to read) many books? 3. They (not to read) many books. 4. The children (to eat) soup now. 5. The children (to eat) soup now? 6. The children (not to eat) soup now. 7. You (to play) volley-ball well? 8. When you (to play) volley-ball? 9. What Nick (to do) in the evening? 10. He (to go) to the cinema in the evening? 11. We (not to dance) every day. 12. Look! Kate (to dance). 13. Kate (to sing) well? 14. Where he (to go) in the morning? 15. He (not to sleep) after dinner. 16. My granny (to sleep) after dinner. 17. When you (to sleep)? 16. Nina (not to sleep) now. 19. Where John (to live)? - - He (to live) in England.

Практическая работа №41

Тема: Наречия неопределенного времени.

Цель: Изучить грамматический материал.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

Наречия неопределенного времени always, often, seldom, never, usually, sometimes и др. обычно ставятся:

а) перед смысловым глаголом

He always studies very hard. I never go to the park.

б) после глагола to be

He is always in time for classes.

в) если глагольная форма состоит из двух или нескольких глаголов, наречие стоит после первого глагола.

He can never understand.

I will seldom be here.

They have never come to see us.

Наречие «sometimes» и «usually» могут стоять в начале утвердительного предложения, перед смысловым глаголом или в конце предложени

Наречия «often» и «seldom» в сочетании со словом «very» могут стоять в конце предложения

. Выберите в правой колонке подходящее наречие. Переведите предложения.

It is raining …	a. fast (быстро)
He can speak Spanish …	b. early (рано)
Don’t cut yourself. Use the knife …	c. gracefully (грациозно)
Sorry, I don’t understand you. Can you speak …?	d. quietly (тихо)
Modern cars go very …	e. heavily (сильно, тяжело)
During the war my grandmother worked very ...	f. carefully (осторожно)
If you get up …, you’ll have a successful day.	g. brightly (ярко)
My kids never make noise, they usually play …	h. fluently (бегло)
It’s very hot today. The sun is shining …	i. hard (много, тяжело)
She moves like a cat: very …	j. slowly (медленно)

Выберите в скобках подходящее слово.

The bus moved very … (slow/slowly) and I arrived home late. (Автобус двигался очень медленно, и я прибыл домой поздно.)

Miss Jones ran … (quick/quickly) to the chemist’s. (Мисс Джонс быстро побежала в аптеку.)

I’m afraid I wrote the test very … (bad/badly). (Боюсь, я написал тест очень плохо.)

She drives the car quite … (good/well). (Она водит машину довольно хорошо.)

Dad looked at me … (angry/angrily). (Папа посмотрел на меня сердито.)

Mr. Potter was … (deep/deeply) touched by our greetings. (Мистер Поттер был глубоко тронут нашими поздравлениями.)

We … (hard/hardly) know each other. (Мы почти не знаем друг друга.)

The Internet is … (wide/widely) used all over the world. (Интернет широко используется по всему миру.)

Hurry up, kids! It’s … (near/nearly) midnight. (Поторопитесь, дети! Уже почти полночь.)

The police officer examined the car … (close/closely). (Полицейский тщательно осмотрел машину.)

Практическая работа 42.
Тема Путешествие на поезде, самолете.
Цель: Совершенствование лексических навыков диалогической речи.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал.

Порядок выполнения работы:

1. Выучите новые слова.

Attendant	проводник
Baggage	багажа
Baggage (luggage) claim	выдача багажа
Baggage ticket	багажный билет
Be due in … minutes	прибывать через…минут
Booking-office	касса (билетная)
Bookstall	газетный киоск
Buffer	буфер
Car with reserved seats	плацкартный вагон
Carriage	вагон
Change/transfer	пересадка
Cloak room	камера хранения
Coach (carriage; car)	вагон
Come to a stop	остановиться
Compartment car	купейный вагон
Compartment	купе
Day coach	дневной поезд
Departure time	отправление
Departure	
Dining car	вагон-ресторан
Don’t worry	не беспокойтесь
Driver	машинист
Engine	локомотив
Exit to the city	
Express train	экспресс
Facing the engine	по ходу поезда
Fare	стоимость ж-д билета
Fast train	скорый поезд

First (second, third) class car вагон первого (второго, третьего) класса

First class (second class, third class) sleeper международный (мягкий, жесткий) спальный вагон

Freight (goods) train товарный поезд

Full ticket билет за полную стоимость

Hand luggage ручной багаж

Have a seat facing the engine иметь место по ходу поезда

Have a seat with one's back to the engine иметь место против движения поезда

I wonder интересно, хотелось бы узнать

I wonder where we can get a snack интересно, где можно перекусить

Indicator board указатель

2. Прочитайте диалоги, составьте собственный.

CATCHING A TRAIN

Pauline: Second class return to Exmouth, please.
Clerk: Here you are, miss.
P.: Thank you. Which platform for the Exmouth train, please?
C: Platform three. You'll have to hurry up. It goes at nine o'clock.
Station Announcer: The train standing on platform three is the Exter and Plymouth train. Passengers for Exmouth should at change at Sidmouth Junctions. It is the Exter and Plymouth train leaving at nine o'clock. P.: Here's platform three. I'm only just in time.
Ticket Collector: Up in the front for Exmouth , miss. First three carriages. Change at Sidmouth Junction.
P.: Oh, do I have to change?
Collector: Yes, change at Sidmouth Junction for Exmouth.
P.: Oh, dear, I'll have to walk right along the platform with this heavy case. I'll get a porter. Porter!
Porter: Yes, miss?
P.: I want the Exmouth part of the train.
Porter: Right you are… Up in the front for Exmouth.
P.: See if you can find me a non-smoker, will you?
Porter: Here you are, miss. I'll put this case on the rack for you, just here.
P.: Oh, thank you.

BOOKING TRAIN TICKETS IN BRITAIN

Passenger: I want a ticket to Manchester, please. Which train must I take?
Booking Clerk: If I were you, I should take the 8.35 train.
P.: Do I have to change anywhere?
C.: No, no change, it's a through train.
P.: Thank you. A ticket to Manchester, please!
C: Single or return?
P.: Return, please, first class.
C: Return, Manchester, twenty pounds fifteen pence, please.
P.: Here you are. Can you tell me again what time the train goes?
C: 8.35. You'll have to hurry if you want to register your luggage.

Read the dialogues.
a)-Where can I claim my baggage?
-At the cloak room.
-And where is it?

-It’s in the next hail, just round the corner.

b)-When does the train leave?
-in 20 minutes.
-How do I get to platform 3?
-Through the underpass.

3. Выполните задания.
-Say it in English:
1)Где справочное бюро? 2)Где расписание поездов? 3)Где касса? 4)Где зал ожидания? 5)Где буфет? 6)Где камера хранения? 7)Где выход в город? 8)Где надо делать пересадку? (Где я должен делать пересадку?) 9)Где получают багаж? 10)Как проехать на вокзал? 11)Сколько стоит билет второго класса до Анкары? 12)Когда отправляется поезд на Берлин? 13)С какой платформы? 14) Как пройти на платформу? 15) Когда поезд прибывает в Берлин? 16) Когда отходит поезд №245? 17) Сколько часов поезд идет до Лондона? 18) Это поезд №225? 19) Это вагон №5? 20) Сколько осталось до отхода поезда? 21) Где вагон для курящих? 22) Где туалет? 23) Сколько минут стоянка поезда? 24) Какая следующая станция? 25) Сколько стоит билет до Берлина в вагоне первого (второго, третьего) класса? 26) Сколько стоит билет до Анкары в вагоне первого (второго, третьего) класса, туда и обратно?
-Complete the following sentences.
1. When we came to railway station we saw… 2. If you did not book your ticket beforehand you will have to… 3. If you want to buy a ticket for your journey you must…4. It takes you much time to travel by a stopping train because…5. If you have much luggage and prefer to travel light you can…6. If you don’t like queuing up at the booking-office you can…7. They did not want to miss the train that’s why…8. The train was ready to leave that’s why…

Выучите новые слова.

advantage / disadvantage	преимущество / недостаток
hostess	бортпроводница
air steward	бортпроводник
aircraft, airplane	самолёт
aircrash	авиакатастрофа
altitude	высота
at what altitude	на какой высоте
at what speed	с какой скоростью
Be duty - free	без пошлины
Be liable to duty	подлежать обложению пошлины
Boarding pass / boarding card	посадочный талон
captain	командир
Check - in place	место регистрации
Checking time limit	время окончания регистрации
Customs hall	таможенный зал

Прочитайте, переведите текст.

TRAVELLING BY PLANE

No wonder that one of the latest means of travelling is travelling by plane. Nowadays people mostly travel by air. It combines both comfort and speed and you will reach the place of destination very quickly. No doubt, travelling by air is the most convenient and comfortable means of travelling. But if you are airsick the flight may seem not so nice to you. Unfortunately sometimes the flight are delayed because of unfavourable weather conditions, and one more inconvenience is jet-lag.

Before boarding the plane you must check in at the airport. Passengers are requested to arrive at the airport one hour before departure time on international flights and half an hour on domestic flights. You must register your tickets, weigh in and register the luggage. The economy class limitation is 20 kg. First-class passengers are allowed 30 kg. Excess luggage must be paid for. Passengers are permitted, to take only some personal belongings with them into the cabin. These items include handbags, brief-cases or attaché cases, umbrellas, coats and souvenirs bought at the tax-free shops at the airport. Each passenger is given a boarding pass to be shown at the departure gate again to the stewardess when boarding the plane. Before the plane takes off the stewardess gives you all the information about the flight, the speed and altitude. She asks you to fasten the belts and not to smoke. She will take care of you during the flight and will help you to get comfortable in your seat. Inside the cabins the air is always fresh and warm. The captain will welcome you on board, tell you all about the flight and the interesting places you are flying over. During the flight you can take a nap or have a chat, you can read and relax. In some planes you can watch video or listen to the music. When the plane is landing or taking off you have an opportunity to enjoy the wonderful scenery and landscapes. While travelling by plane you fly past various villages and cities at the sight of which realize how majestic and tremendous our planet is. Do not forget your personal belongings when leaving the plane.

Landing formalities and customs regulation are about the same in all countries. While still on the board the plane the passenger is given an arrival card to fill in, he fills in (in block letters) his name in full, country of residence, permanent address, purpose and length of visit; and address in the country he is visiting. After the passenger has disembarked, officials will examine (check) his passport and visa (to see if they are in order). In some countries they will check the passenger's certificate of vaccination. When these formalities have been completed the passenger goes to the Customs for an examination of his luggage. The passenger is required to fill in a customs declaration form. He must list all dutiable articles. Personal belongings may be brought in duty-free. Here is a partial list of prohibited articles: firearms, drugs, in some countries – meat products, fresh fruit and vegetables. The Customs inspector may ask you to open your bags for inspection. After you are through with all customs formalities he will put stamp on each piece of luggage.

3. Ответьте на вопросы.

1. Why do people mostly travel by air nowadays?

2. Why may the flight seem not so nice to you?

3. What are other inconveniences of flying?

4. When are passengers requested to arrive at the airport?

5. What the luggage limitation?

4. Спросите и сообщите ответ:

1)по каким дням летают самолеты на Москву? 2) когда следующий рейс на Москву? 3) этот рейс прямой? 4) когда самолет прибывает в Москву? 5) аэропорт далеко от города? 6) когда и где регистрация? 7) я могу взять эту сумку с собой? 8) сколько мне платить за лишний вес? 9) когда мы должны приземлиться? 10) самолет опаздывает? 11) где выход на посадку? 12) где можно получить багаж?

Практическая работа 43

Тема: На таможне. Употребление лексики в диалогической речи.

Цель: Совершенствование лексических навыков чтения и говорения.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал.

Порядок выполнения работы:

1.Иизучите лексику.

2. Прочитайте диалоги.

3. Составьте собственный диалог.

AT THE CUSTOMS

customs – таможня
officer – офицер, служащий
passenger - пассажир
civil (passport) – общегражданский (паспорт)
business (passport) - бизнес (паспорт)
to invite - приглашать
an invitation - приглашение
to have got – иметь *{разговорная конструкция на основе глагола to have}*
Have you got..? – У вас есть..?
I've got an invitation from… - У меня приглашение от ... (I've = I have)
I am here on business. – Я здесь по делу.
contract - контракт
I've got a contract with… - У меня контракт с ...
I am here to work. – Я здесь, чтобы работать.
I'm with my wife. – Я с женой (I'm = I am)
I'm alone – Я один.
to visit – посещать, навещать
person – личность, персона, человек
personal – личный, частный
personal visit – личный визит
visa - виза
here - здесь
there - там
Here it is. – Вот, прошу вас.
Here you are. – Вот, прошу вас.
job – работа, профессия
engineer - инженер
engineering company – строительная компания
to see - видеть
to please – приносить радость, удовольствие
to open - открывать
a bag - сумка
Of course! – Конечно!
with - с
on – на, по
to предлог объектного падежа *{по направлению к чему-либо}*
police - полиция
to take – брать, забирать
away – прочь, вон
luggage - багаж
hand luggage – ручной багаж
customhouse -таможня
The Customs – таможня, таможенное управление
customs officer – работник таможни
customs regulations – таможенные правила
to go (pass) through customs – проходить таможню
to bring (to take) through customs – провозить через таможню
to fill in (to fill up, to fill out (амер.)) the customs declaration – заполнять таможенную декларацию
Passport Control – паспортный контроль

to go through Passport Control – проходить паспортный контроль

passport - паспорт
business (service) passport – служебный паспорт
diplomatic passport – дипломатический паспорт
inland passport – отечественный паспорт
travelling passport – заграничный паспорт
valid passport – действительный паспорт
to endorse (to visa) a passport – визировать паспорт
to issue a passport – выдавать паспорт
to obtain (to take) a passport – получать паспорт
visa - виза
business visa – виза для деловой поездки
consular visa – консульская виза
entrance (entry) visa – въездная виза
exempt visa – привилегированная виза
exit visa – выездная виза
multiple visa – многократная виза
ordinary visa – обыкновенная
permanent visa – постоянная виза
re-entry visa – повторная въездная виза
tourist visa – туристическая виза
transit visa – транзитная виза
to apply for a visa –обращаться за визой
to extend a visa – продлевать визу
to get (to obtain, to secure) a visa – получать визу
to give (to grant, to issue) a visa – выдавать визу
to refuse a visa –отказывать в выдаче визы
to be valid –быть действительным, например: Your visa is valid. - Ваша виза действительна.
to arrive at/in… - прибывать в...
international vaccination certificate – международное свидетельство о прививках
visit - визит
long visit – длительный визит
brief (short, quick) visit – короткий визит
regular visit – очередной визит
return visit – ответный визит
destination –место, пункт назначения
final destination – конечный пункт назначения
currency - валюта
foreign currency –иностранная валюта
local currency – местная валюта
to exchange currency – обменивать валюту
Currency Exchange desk – стол обмена валюты
What’s your full name? – Как ваше полное имя?
What country are you from? (Where are you from?) – Откуда вы (родом)?
What’s you nationality? – Какое у вас гражданство?

AT THE CUSTOMS HOUSE

Every country has its own customs regulations, which stipulate what articles are liable (subject) to duty and what are duty-free. Sometimes an article which falls under customs restrictions and is liable to duty is allowed as duty-free if a traveler does not exceed a certain fixed quota. These are listed in a duty-free quota list.

Customs restrictions also include a prohibited articles list. This is a list of items which may not be brought into a country or taken out of it.

An official paper (from the proper authorities) giving permission to take items, which fall under special customs restrictions? In or out of a country is known as an import or export licence (license).

If a traveler has any item which comes under customs restrictions, he is asked to declare it. That is, he is asked to name the item, stating its value and other particulars. The declaration is made orally or in writing on a special form. In this case a traveler fills in the form. The practice seems to vary in different countries. Upon payment of duty a traveler is given a receipt. As a rule personal effects are duty-free.

It sometimes happens that a passenger`s luggage is carefully gone through in order to prevent smuggling.

The Formalities at the customs house usually take some time. Only after going through the customs (where a passenger`s luggage has been cleared by the customs officers) a traveler is free to go to a hotel or any other place.

Customs house-таможня
Customs regulations-таможенные правила
Stipulate-обусловливать
Article-предмет
Liable-облагающийся
Duty-таможенная пошлина
Duty-free-не облагающийся пошлиной (беспошлинный)
Fall under-подпадать под
Customs restrictions-таможенные ограничения
Exceed-превышать
Quota-норма, квота
Duty-free quota-список предметов, разрешенных беспошлинному ввозу
Prohibit-запрещать
Prohibited articles list-список запрещенных товаров (к ввозу или вывозу)
Item-предмет
Proper-(зд.) соответствующий
Authority-власть
License-лицензия
Declare-заявить
Value-ценность, стоимость
Particulars-подробности
Orally-устно form-бланк
Fill in- заполнять
Vary-менять(ся)
Upon payment-после уплаты
Receipt [ri`si:t]-квитанция
Personal effects-личные вещи
Go through-осматривать
Prevent-предотвратить
Smuggle-провозить тайком (контрабандой)
Go (pass) through the customs-пройти таможенный досмотр
Be cleared-быть пропущенным (таможней)
Customs officer-таможенник
Customs official-таможенный чиновник

Dialogues

Customs Official: Are these two bags all you have, madam?
Pauline: Yes, they`re all I have.
O: Well, would you please read this notice carefully?
P: Thank you.
O: Do you understand the notice? (указание)
P: No, not very well.
O: What it means it this. You must declare anything you have with you which is new, or which you got only recently. Also you must declare anything, whether it`s new or not, which is in your luggage and isn`t for your own use – any present, for example.
P: I see. Yes, I have got some present. I`ve got a bottle of brandy and some cigarettes.
O: Would you show them to me, please?
P: Yes, here they are.
O: Oh, yes, only half a bottle of brandy. You`re allowed that. Now these boxes of cigarettes. That`s more than I can allow you free. I`m afraid we`ll have to charge you some duty on those/ I`ll tell you how much in a moment. But first let me see inside your bag.

Практическая работа 44
Тема: **Освоение лексики по теме «Путешествие на корабле».**
Цель: Совершенствование лексических навыков чтения.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите материал.
2. Выучите лексику.
3. Выполните задания.

Watch again and decide if the statements 1 – 6 are true or false.

1. Erich Honocker's plane is back in the air.
2. The 4-engine IL-plane is turned into a luxury hotel.
3. With this plane one can take great vacation in any remote village.
4. It's the best offer for those looking for something special.
5. The most luxurious part is the cockpit.
6. The cockpit returns you into the times of Erich Honocker.

4) Discuss the following issues.

Do you think this hotel will be profitable? Would you like to spend your vacation there? Why/ Why not?

If the owners made it fly, would it become less popular? Why is the cockpit left untouched, to your mind?

TRAVELLING BY SHIP

Travelling by Sea

For me there is no travel so fine as by sea. There are many things that make travel by sea a fascinating thing for me. Though I am not much of a sailor , I love the sight of a ship with its many decks, cabins and state-rooms. It looks like a huge white floating city . It is delightful to be out at sea , too, and promenade the deck or sit in a deck-chair and take the sun .

But what can be compared with the excitement you experience when you sight land ! The narrow strip of land on the horizon seems slowly coming towards you.

Gradually the outlines of the shore become more distinct , and on coming nearer you get a full view of the city, the harbour , and of the big ships coming in from and leaving for distant lands.

I shall never forget my first trip on board the "Victory" from Odessa to Sochi. The season was at its height then and the passenger traffic on the Odessa—Batumi line was heavy , so we, that is, Ann and I, had to reserve berths at the agency beforehand. After some three or four days of feverish preparations and expectations we were ready to start.

The ship was to sail at 2.00 p.m. on a certain Saturday early in July. On the morning of that distinguished day I felt very excited at the thought that in a few hours I shall go away. A little after noon we reached the pier and there, for the first time in my life, I beheld a real ship . What a beauty she was!

The pier was crowded with cars, trucks loaded with luggage, passengers arriving and hurrying on board and well-wishers seeing them off . It was really thrilling going up the gangway . Up and up we went until we reached the main deck .

And there from high above we looked at the people that seemed so tiny down below, crowding on the pier.

When we got on deck , we were attended by a sailor, who took us down below deck. Inside the ship there was a vast labyrinth of aisles that ran into each other and out again and seemed to lead

nowhere. But we tripped along following the sailor, and soon he brought us to our cabin. It was a small room with two berths in it, and against the wall, just below the round window, called a porthole , stood a little trifle of a table .

After some 10-15 minutes the ship weighed anchor and slowly slipped out of the harbour , leaving Odessa behind wrapped in a blue noonday haze.

As soon as the land faded from sight , we went exploring the ship. The "Victory" had all modern conveniences and a wide choice of entertainment facilities . There were restaurants that took care of the passengers' appetites, a cinema hall, billiard rooms and what not .

We soon felt remarkably tired with walking up and down from one deck to another and were very glad to occupy two deck-chairs that happened to be vacant . Though the sea was moderately calm , the ship rolled somewhat . Some passengers took to their berths —they felt seasick . By some happy fortune , my friend and I were not sick. The fresh sea wind blew in our faces and it was lovely to look at the gulls and hear their cries as they gracefully swept over the waves. In the evening we enjoyed the sunset.

Our voyage lasted several days. On our way we called at several ports. The stays were quite sufficient to give us the opportunity of visiting some points of interest there. I honestly say that I love best to travel by ship.

Comprehension Check

Answer the questions.

1. What makes travel by sea a fascinating thing for many of us?
2. What does a ship look like?
3. What are travellers recommended to do if the season is at its height?
4. When are they ready to start?
5. Do you sometimes feel very excited on the day of your departure?
6. What are piers usually crowded with?
7. Who may attend you and bring to the cabin?
8. What modern conveniences are there on board a big liner?
9. When can you rest if you are tired?
10. When do some passengers feel seasick?
11. What can they enjoy in the evening?
12. What feelings are you likely to experience on board of a ship?

. Complete the sentences.

1. There are many things that make travel by sea _____.
2. Though I am not much of a sailor, _____.
3. It is delightful _____
4. The season was _____ and the passenger traffic_____.
5. The pier was crowded with_____.
6. When we got on deck,_____.
7. The ship weighed anchor and_____.
8. The "Victory" had all modern conveniences_____.
9. Some passengers took to their berths, because_____.
10. On our way we _____.

Vocabulary Focus

51. Explain the meaning of the following words and word-combinations.
Fascinating; to take the sun; at its height; a distinguished day; to behold; a gangway; well-wishers; a trifle of a table; entertainment facilities; what not; to roll; to take to a berth.

52. Give Ukrainian equivalents for the following English words and wordcombinations.

A fascinating thing, to be out at sea; to promenade; to take the sun; to sight land; to be at height; the passenger traffic; to reserve berths; feverish preparations; a distinguished day; a pier; to behold a ship; well-wishers; to see smb off; to go up the gangway; the main deck; a porthole; to weigh anchor; to slip out of the harbor; to fade from sight; a wide choice of entertainment facilities; what not; moderately calm; to roll somewhat; a trifle of a table; to feel seasick; to take to a berth; by some happy fortune; to last; to call at a port.

53. Fill in the blanks in the text 'Ships and Sea Travel' with the following vocabulary.

1.	navigate	17.	voyage	33. vessel
2.	warships	18.	seamen	34. latitude
3.	galley	19.	captain	35. knots
4.	charts	20.	liner	36. bow
5.	mate	21.	seasickness	37. lighthouses
6.	life-jacket	22.	deck-chair	38. cabins
7.	harbor	23.	compass	39. wreck
8.	stern	24.	rudder	40. stormy
9.	fleet	25.	navigator	41. cruise
10.	moored	26.	bunk or berth	42. crew
11.	hold	27.	gangway	43. coast
12.	waves	28.	stewards	44. board
13.	cliffs	29.	overboad	45. navigator
14.	docks	30.	loaded	46. bunks
15.	rope	31.	cranes	
16.	embark	32.	freighters	

Практическая работа 45
Тема: **Чтение перевод текста по теме**.
Цель: Совершенствование лексических навыков чтения.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал.

Порядок выполнения работы:

1. Прочитайте. переведите текст.
2. Сделайте пересказ в прошедшем времени.

The ship has it`s own advantages and disadvantages that may prevail in your decision how you plan a trip. The first of these is whether you care about where you are headed or you want more to enjoy in the journey to the selected destination.

The boat is an ideal option if you aren't limited in time. Traveling by boat means that you travel without worries about changing few buses, endless waiting at the airport, fighting with strange food or unpleasant companions.

Each ship a lot invested in the party, which will fill the days in the best possible way. It all depends, of course, on which ship you choose: there are cruise ships from which you won`t to leave.

Longer routes are a perfect opportunity for romance and enjoy in the beautiful sunsets, watching the fascinating landscapes, and you will see a number of interesting cities, usually accompanied by a guide. No matter how much it costs, this vacation is certainly more interesting than going to a family-friendly resort.

However, the boat trip has it`s flaws, but at the top of the list is – nausea. When there are problems with nausea while traveling on land, at sea is a worse. Storm makes it even worse.
Rain can restrict your movement. Wind and rain don't contribute to the experience of a perfect vacation. The ship can be awkward when we talk about the tipps that you are, in fact, obliged to give at each serving, which can account for a problem if your finances are limited.

Практическая работа 46
Тема: Диалоги «Морское путешествие».
Цель: Совершенствование лексических навыков чтения.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал.

Порядок выполнения работы:

1. Прочитайте, переведите диалоги.
2. Составьте собственный диалог.

- It is wonderful to be out in the open sea. This is my first trip on a cruise ship. What about you? Have you done this before?
- Yes, this is my third trip. My wife and I love travelling on cruise ships. We did our first cruise three years ago, and now we go every year. It is a perfect way to travel.
- It is an enormous ship. I have never seen anything so big. What do you think of the ship?
- I like it very much. It is much bigger than I expected. But it has wonderful facilities - a swimming pool and good restaurants. The cabins are very comfortable. We are travelling in the first-class cabins, and they are very pleasant indeed.
- I am so surprised that everyone is so friendly. All the guests are cheerful, and the crew also seem very nice. Don't you agree?
- The crew has been great. A nice man brought me breakfast in bed this morning. That would never happen in a hotel at home! And he wished me a good morning, and said he would come back later to see if I wanted any lunch.
- We have been lucky with the weather, don't you think?
- Very lucky with the weather. It hasn't rained a single day. Tomorrow it is forecast to rain. But I don't mind. I am also happy to sit inside. I can play cards with my wife.
- Do you like the food here? I thought the restaurant was very good.
- Yes, I think it's fairly good. There is a lot of choice, but I am very fussy about my food. Sometimes, the food tastes a little old. But they have a very good selection of desserts.
- I enjoy the shows in the evening. Last night, there was a very good cabaret performance. Did you see it? Or any of the other shows?
- I didn't see it, unfortunately. My wife and I went out to look at the stars. The stars are very bright out here. It was the most amazing sky. We saw lots of shooting stars as well.
- Why did you choose to go on a cruise?
- I love the sea. I like the sound of the sea, I enjoy the peace. It is also a nice way to visit lots of different places in comfort. We spend a couple of days in interesting places, and then we go somewhere else.
- It's a good reason. I am enjoying this cruise very much. It was a present from my daughter. She paid for me to come. Are you enjoying yourself?
- I'm enjoying myself very much. I am relaxed for the first time in months. I have time to read lots of books and to chat to interesting people like you. I will come again next year, too. I am sure of that!
- It has been good to talk to you. I will see you around!
- Bye!

Практическая работа 47

Тема: Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме.
Цель: Совершенствование лексических навыков чтения.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал.

Порядок выполнения работы:

1. Переведите диалог.
2. Выпишите морскую терминологию.
3. Составьте собственный диалог.

— Have you ever travelled by ship, Mark?
— No, I haven't. I suffer from seasickness. And you?
— Yes, I have. I travelled with my parents by a modern ocean liner last summer. It was a long sea voyage in the waters of the Indian Ocean.
— Did you like the journey?
— Oh, it was fantastic! We had everything we wanted: comfortable rooms, delicious food, lovely music and much entertainment. I think all passengers were relaxed and happy. And we met a lot of nice people there.
— And did you face any dangers at sea like unexpected icebergs or violent storms?
— We were lucky. The ocean was mainly calm. Don't worry, Mark. I think that travelling by ship is not so dangerous today.
— Oh, I woudn't say that. The famous ship "Titanic" was considered safe and unsinkable, you know. But the tragedy happened. Besides, it's hard to believe but there still exist modern pirates who attack private yachts and even cruise ships.

Практическая работа 48-49
Тема: Развитие судостроительной отрасли в России и за рубежом. Безличные предложения.
Цель: Совершенствование лексических навыков чтения.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал.

Порядок выполнения работы:

1. Прочитайте, переведите текст.
2. Выучите слова.
3 Выполните задания.

Shipbuilding in Great Britain

The total tonnage of British merchant fleet is over 30.2 mln gross tons. It is one of the largest in the world. The average age of the ships is under 6 years.

The structure of the industry is complex: some vessels registered in the United Kingdom (under the British flag) are owned in other Commonwealth countries, while some British companies are controlled by overseas companies.

The organization which surveys and classifies ships as to their safety and operational efficiency is called Lloyd's of Shipping. Nearly all goods constituting the foreign trade of Great Britain are carried by sea. There are about 130 regular shipping services. Among them there are long-distance passenger services and short-distance passenger services (to the rest of Europe and to the Mediterranean) and pleasure cruising.

The fleet today comprises wide range of vessels: general cargo ships, fishing vessels, oil tankers, liquefied gas carriers, chemical tankers, ore and bulk carriers, container ships, passenger liners, ferries,

tugs, dredgers, cable ships. OBO ships, for example, are constructed for carrying oil, bulk, ore; they are very flexible. Liquefied natural gas tankers carry their cargo in specially insulated tanks at a temperature of about -161 C. Many cargo and container ships have refrigerated cargo spaces. Ferry vessels carry passengers, cargo, vehicles and railway wagons.

Now Britain has one of the world's largest tanker fleet, the largest ore and bulk carrier fleet, one of the largest fleet of liquefied gas carriers.

Shipbuilding in Great Britain is concentrated on a number of estuaries. A majority of ships was launched on Clydeside (Glasgow region). Belfast has long specialized in smaller liners, motor ships and refrigerated vessels. There are smaller yards on Merseyside and at Barrow - in- Furness. A large machine-engineering industry supports each of these regions.

In spite of the fact that British shipbuilding is known all over the world, it is in decline now. There is a great percentage of unemployment due to the fall in the number of ships ordered and the introduction of automation. That is why the struggle for the right to work is the most important among the forms of struggle for economic and political rights of the workers.

This struggle is closely connected with the struggle for peace, international cooperation and against the threat of war.

1. Commonwealth countries страны Британского Содружества

2. Lloyd's Register of Shipping судоходный регистр Ллойда

3. The United Kingdom of Great Britain and Соединённое королевство

northern Ireland Великобритании и Северной

Ирландии

4. Glasgow Глазго

5. Clydeside Клайдсайд

6. Belfast Белфаст

7. Merseyside р-н р. Мерсей

8. Barrow -in-Furness Бэроу-ин-Фёнес

Word list

1. total tonnage [toutl tΛnidz] общий тоннаж

2. gross tonnage [grous tΛnidz] брутто – регистровый тоннаж

3. average age ['ævəridz eidz] средний возраст

4. complex ['kompleks] 1) комплекс; 2) сложный

5. to own [oun] владеть

an owner [ounər] владелец

6. to survey ['səvei] осматривать; инспектировать

7. safe [seif] безопасный

safety [seifti] безопасность

to save [seiv] 1) спасать; 2) экономить

8. operational efficiency [opə'reiSnəl i'fiSənsi] эффективность управления

9. goods [gudz] товары

10. wide range [waid reindz] широкий спектр

11. general cargo ship ['dzenərəl 'ka:gou] судно генерального груза

12. liquefied gas carrier [likwifaid gæz] перевозчик сжиженного газа

13. bulk carrier (=balker) [bΛlk] балкер

14. tug [tΛg] буксир

15. dredger [dredzə] земснаряд

16. cable ship [kæbl Sip] кабелеукладчик

17. flexible ['fleksbəl] гибкий

18. insulated tank ['insjuleitid tænk] изолированный танк

19. vehicle [vikl] перевозное средство, средство

транспорта

20. estuary ['estjuəri] широкое устье

21. to launch [lə:ntS] спускать на воду

22. to support [sə'pə:t] поддерживать

23. in spite of [in spait of] не смотря на

24. decline [deklain] падение, упадок

to be on decline [on deklain] быть в состоянии упадка

25. to employ [imp'loi] применять, нанимать (на работу)

employer [imp'loiə] работодатель

employee (=employed) [imploi'i:] служащий, работающий по найму

employment [im'ploiment] служба, занятие, работа, занятость

unemployment [Λnim'ploimənt] безработица

26. to order ['o:də] приводить в порядок, заказывать

an order порядок, исправность

- Translate from English following expressions:

Average age; machine-engineering industry; a number of estuaries; ferries and tugs; dredgers and bulkers; road vehicles; refrigerated cargo spaces; general cargo ship; operational efficiency; pleasure cruising.

- Find in the text English equivalents to the following Russian expressions:

Пассажирские рейсы на длинные расстояния; инспектировать и классифицировать суда; контролироваться зарубежными компаниями; суда, углубляющие дно и кабелеукладчики; поддерживать регионы; борьба против угрозы войны; самый большой в мире балкерный флот; сжиженный газ; товары, составляющие иностранную торговлю; грузовые пространства, оборудованные холодильными установками.

- Fill in the gaps with necessary prepositions:

1) The average age of British ships is … 6 years.

2) Some British companies are controlled … over seas companies.

3) LNG carry their cargo … specially insulated tanks … a temperature of about -1610C.

4) Shipbuilding is concentrated … a number of estuaries.

5) Belfast has long specialized … smaller liners.

6) Shipbuilding is … decline now.

7) The struggle … the right to work is the most important.

- Explain what do these figures stand for:

30.2; -161; 130; 6.

- Correct the mistakes using the following expressions:

a) You are wrong.

b) It's false.

c) You are not right.

d) On the contrary.

e) I don't think so.

Практическая работа 50.
Тема: Судостроение в России.
Цель: Совершенствование навыков чтения с полным пониманием.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

1.Прочитайте и переведите текст:

SHIPBUILDING

Shipbuilding is the construction of ships. It normally takes place in a specialized facility known as a shipyard. Shipbuilders, also called shipwrights, follow a specialized occupation that traces its roots to before recorded history.

Shipbuilding and ship repairs, both commercial and military, are referred to as the 'naval sector'. The construction of boats is a similar activity called boat building. The dismantling of ships is called ship breaking.

Evidence from ancient Egypt shows that the early Egyptians had already knoin how to assemble planks of wood into a ship hull as early as 3000 BC. The oldest ships were built of wooden planks which were 'sewn' together.

In the 2nd millennium BC the ships of Ancient Egypt's Eighteenth Dynasty were typically about 25 meters (80 ft) in length, and had a single mast, sometimes consisting of two poles lashed together at the top making an A shape. They mounted a single square sail on a yard, with an additional spar along the bottom of the sail. These ships could also be oar propelled.

In the 1st millennium BC the Chinese built large rectangular barges known as 'castle ships', essentially floating fortresses complete with multiple decks with guarded ramparts. It was in 1st century China that the stem-mounted rudder was first developed.

Viking long ships developed from an alternate tradition of clinker-built hulls fastened with leather thongs. Sometime around the 12th century, northern European ships began to be built with a straight sternpost, enabling the mounting of a rudder, which was much more durable than a steering oar, held over the side. Development in the Middle Ages favored 'round ships', with a broad beam and heavily curved at both ends.

The introduction of cannons onto ships in the 18 century encouraged the development of tumblehome, the inward slant of the above water hull, for additional stability, as well as techniques for strengthening the internal frame.

Iron was gradually adopted in ship construction, initially in small areas needing greater strength, then throughout, although initially copying wooden construction. Steel supplanted wrought iron when it became readily available in the latter half of the 19th century. Wood continued to be favored for the decks, and is still the rule as deck covering for modem cruise ships.

The modem global shipbuilding industry is currently dominated by South Korea, which is by far the world's largest shipbuilding nation in terms of tonnage and number of vessels built, in spite of high labour cost, producing more ships than the entire world output combined in 2008. This is largely due to its highly advanced shipbuilding technology and high productivity and efficiency of its shipyards.

2. Соотнесите слова и выражения с их переводами:

1) dismantling
2) additional stability
3) wooden planks
4) to lash poles together
5) floating fortress
6) multiple decks
7) rectangular barge
8) clinker-built hull
9) leather thong
10) high labour cost
11) advanced shipbuilding technology
12) to strengthen the internal frame
13) stem-mounted rudder
14) single square sail

a. руль, установленный на корме
b. единственный квадратный парус
c. прямоугольная баржа
d. плавучая крепость
e. кожаный ремень
f. деревянные доски
g. высокая стоимость труда
h. демонтаж судна
i. многочисленные палубы
j. усилить внутреннюю часть шпангоута
k. передовая технология кораблестроения
l. дополнительная устойчивость
m. обшитый внакрой корпус
n. связывать шесты вместе

3. Вставьте слова по смыслу:

military, mast, oar, leather, beam, lashed, rectangular barges, rudder, sail, iron, sternpost, commercial, planks of wood, decks, hulls, cannons, tumblehome

1. Both and are referred to as the 'naval sector'.
2. The early Egyptians had already assembled _____ into a ship.
3. These ships had a single _____consisting of two poles _____together.
4. They had a single square _____, and could also be _____ propelled.
5. In the 1st century BC the Chinese built large _____ with multiple _____ and stem-mounted _____.
6. Vikings fastened their clinker-built with_____thongs.
7. Northern European ships were built with a straight _____.

8. The Middle Ages ‘round ships’ were developed with a broad _____ and heavily curved at both ends.
9. In the 18th century was developed because of the introduction of _____.
10. _____ became widely used in ship construction in the 19th century.

4. Ответьте письменно на вопросы по тексту:

1. What is shipbuilding?
2. Where does it generally take place?
3. What is dismantling?
4. What did the first Egyptian ships look like?
5. When and where was the first rudder developed?
6. What facts do you consider to be interesting in Vikings ships?
7. What caused the development of tumblehome?
8. What construction material was adopted in the 19thcentury?
9. Wood didn’t continue to be used in shipbuilding later, did it?
10. The global dominating shipbuilding industry is considered to be South America, isn’t it?

5. Найдите синонимичные пары:

1) shipbuilding
2) ship
3) commercial
4) ship breaking
5) to develop
6) millennium
7) wooden plank
8) to drift
9) hull
10) to lash

a) body
b) century
c) to install
d) vessel
e) to fasten
f) merchant
g) timber board
h) ship construction
i) dismantling
j) to navigate

11) ancient
12) to mount
13) shipwright
14) to steer
15) to end
16) side
17) helm
18) to propel
19) modern
20) wharf

k) old
l) contemporary
m) rudder
n) to finish
o) shipyard
p) board

q) to move
r) to introduce
s) to float
t) shipbuilder

Практическая работа 51.
Тема: История развития судостроения в Санкт-Петербурге.
Цель: Совершенствование навыков чтения с полным пониманием.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

1. Прочитайте, переведите текст.
2. Составьте 10 вопросов.
3. Сделайте пересказ.

1. St. Petersburg is one of the largest industrial centres of Russia. Shipbuilding is among its main industries. The history of shipbuilding in our city goes back to the very beginning of the 18th century. In 1704 the Admiralty was built. It was the first shipyard in St. Petersburg and certainly the most significant naval construction of Russia in those days. The first Russian warship "Poltava" was launched there in 1712.
2. Nowadays there are many shipyards in St. Petersburg. The following are of the greatest importance: the Admiralty, the Baltic and the Northern shipyards. They are leading yards with the highest level of technical ability. It is worth mentioning 1 here that the legendary cruiser "Aurora" was built by the Admiralty yard.
3. The equipment and facilities of the shipyard as well as the skill of the shipbuilders have especially progressed since World War II and are progressing today. Vessels which meet all the requirements of the advanced shipbuilding are supplied to the Russian fleet by these shipyards. They are delivered not only to the Russian Merchant Marine but to other countries as well, including India and China.
4. The world's first nuclear-powered icebreaker Lenin was built on the ways of the Admiralty yard. It initiated the construction of more powerful icebreakers: the "Arktika", the "Sibir", the "Russia". They were put into operation by the Baltic yard. Now one more icebreaker is being built by the same yard.
5. The Northern shipyard is actively engaged in construction of the most advanced types of ro-ro and container vessels. They are designed for world-wide operations and equipped with the most modern electronic instruments. Their area of operation is unlimited.
6. There are many plants in St. Petersburg which offer up-to-date equipment for our shipbuilding. They supply ships with marine engines, screw propellers 2 and rudders.
7. To carry out design work many enterprises were established in the city. They are engaged in designing ship hulls, propulsion machinery and navigation devices.
8. It is in our city that 3 such outstanding scientists as S.O.Makarov, A.N.Krylov, P.A.Titov, I.G.Bubnov, Yu.A.Shimansky, V.V.Semionov -Tan-Shansky and others worked and helped shipbuilding development.
9. During the Great Patriotic War Leningrad shipbuilders heroically defended the city. In the besieged city they constructed barges which carried armament and foodstuffs across lake Ladoga.

Практическая работа 52
Тема: **Выполнение лексических упражнений, составление рассказа по теме «Судостроение в наши дни».**

Цель: Совершенствование лексических навыков чтения.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал.

Порядок выполнения работы:
Выполните задания.

1) The structure of shipbuilding in G.B. is simple.

2) The organization which surveys and classifies ships as to their safety is called British Airways.

3) Nearly all goods constituting the foreign trade of G. B. are carried by roads.

4) Among regular shipping services there are only short distance passenger services.

5) The fleet today comprises only tankers and general cargo ships.

6) Ro-Ro vessels are very flexible.

7) Liquefied natural gas tankers carry their cargo in containers.

8) Britain has the word's largest fishing vessels fleet.

9) Shipbuilding is concentrated in ports in that country.

10) A majority of ships was launched on Belfast shipyard.

- Answer the questions:

1) What is the total tonnage of the British merchant fleet?

2) What countries are some British ships owned in?

3) What parts of the world do short distance sea services connect the British Isles with?

4) What organization are British ships classified by?

5) What kind of ships is very flexible?

6) How is liquefied gas carried in LNG vessels?

7) What are ferries constructed for?

8) What shipyard has long specialized in smaller liners, motor ships and refrigerated vessels?

- Prepare a written and oral report on the theme «Shipbuilding in Great Britain" according to the given plan:

What is the total tonnage of the British fleet?

What kind of vessels does the British fleet comprise today?

What are the causes of decline in British shipbuilding?

What society surveys and classifies ships in Britain?

Where is shipbuilding in Great Britain concentrated?

- Give your ideas as to following issues:

The structure of shipbuilding in G. B.

Causes of the decline in shipbuilding.

Практическая работа 53
Тема: Причастие настоящего времени.

Цель:: Ознакомить с новым грамматическим материалом.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал.

Порядок выполнения работы:
Изучите материал
Выполните задания.

Present Participle – причастие настоящего времени

Несмотря на название, причастие настоящего времени может относиться не только к настоящему времени – оно обозначает действие, которое происходит одновременно с действием сказуемого. То есть если сказуемое в настоящем времени, то причастие относится к настоящему, если в прошлом, то к прошлому и т. д.

Причастие настоящего времени образуется с помощью **-ing** в конце слова: *waiting, living, thinking*.
Present Participle используется в следующих случаях:
1. Для образования длительных времен
То есть всех времен глагола Continuous и Perfect Continuous

I am **waiting** for you. – Я жду тебя.
I have been **waiting** for you. –Я ждал тебя.

2. Перед существительным как прилагательное
Причастие определяет существительное, показывает признак, как прилагательное.

It was an **amazing** film. – Это был удивительный фильм.
He was trapped inside the **burning** house. – Он оказался в ловушке внутри горящего дома.

3. Для обозначения одновременных действий
Когда два действия происходят одновременно и выполняются одним лицом или предметом, одно из действий может быть выражено причастием.

Whistling to himself, he walked down the street. – Насвистывая, он шел вниз по улице.
He sat on the bench **reading** a newspaper. – Он сидел на скамейке, читая газету.

Также причастием можно выразить первое действие, если второе, произведенноетем же лицом или предметом, произошло сразу же после первого.

Практическая работа 54
Тема: Настоящее длительное время.
Цель: Совершенствование лексических навыков чтения.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал.

Порядок выполнения работы:
Изучите материал
Выполните задания.

Present Continuous — образование предложений разных типов

Утверждение

Согласно правилам английского языка, любое предложение строится в определенном порядке. В утвердительных предложениях подлежащее занимает первое место, сказуемое — второе. В Present Continuousсказуемое составляют вспомогательный глагол to be и основной (смысловой) глагол, который выражает действие. To be принимает нужную форму (am, is, are) в зависимости от подлежащего, а основной глагол приобретает окончание -ing.

Формула: I am + глагол-ing Пример: I am singing - Я пою.

Формула: He/She/It is + глагол-ing Примеры: He is smiling —Он улыбается. She is dancing — Она танцует. It isshining — Оно светит.
Формула: We/You/They are + глагол-ing Примеры: We are listening — Мы слушаем. You are reading — Вы читаете. They are swimming — Они плавают.

Добавление к глаголу окончания -ing — общее правило. Однако присоединение окончания может трансформировать основу некоторых глаголов при образовании Present Continuous.

Глагол заканчивается на —e Правило: последняя буква отбрасывается
Пример: make — making (делать)
Глагол оканчивается на —ie Правило: -ie заменяется на -y Пример: lie — lying (лежать)
Односложный глагол, оканчивающийся на гласную с согласной Правило: последняя согласная удваивается Пример: get — getting (получать)

Отрицание

Когда Present Continuous употребляется в отрицательных предложениях, вспомогательный и основной глагол разделяются частицей not.

Формула: I am not + глагол-ing Пример: I am not singing - Я не пою.
Формула: He/She/It is not + глагол-ing Примеры: He is not smiling - Он не улыбается. She is not dancing - Она не танцует. It is not shining - Оно не светит.
Формула: We/You/They are not + глагол-ing Примеры: We are not listening - Мы не слушаем. You are not reading- Вы не читаете. They are not swimming - Они не плавают.

Вопрос

В случаях употребления Present Continuous в вопросительных предложенияхвспомогательный глагол занимает первое место, за ним следует подлежащее и далее основной глагол.
Формула: Am I + глагол-ing Пример: Am I singing? - Я пою?
Формула: Is He/She/It + глагол-ing Примеры: Is he smiling? - Он улыбается? Is she dancing? - Она танцует? Is itshining? - Оно светит?
Формула: Are We/You/They + глагол-ing Примеры: Are we listening? - Мы слушаем? Are you reading? - Вы читаете? Are they swimming? - Они плавают?

Составьте 10 примеров.

Практическая работа № 55

Тема: Выражение to be going to.

Цель: Отработка на практике полученных теоретических знаний

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

1. Выполните упражнения

Упражнение 1. Раскройте скобки, употребляя глаголы в *Future Simple*.

1. Alice (to have) a sister.
2. Her sister's name (to be) Ann.
3. Ann (to be) a student.
4. She (to get) up at seven o'clock.
5. She (to go) to the institute in the morning.
6. Jane (to be) fond of sports.
7. She (to do) her morning exercises every day.
8. For breakfast she (to have) two eggs, a sandwich and a cup of tea.
9. After breakfast she (to go) to the institute.
10. Sometimes she (to take) a bus.
11. It (to take) her an hour and a half to do her homework.
12. She (to speak) English well.
13. Her friends usually (to call) her at about 8 o'clock.
14. Ann (to take) a shower before going to bed.
15. She (to go) to bed at 11 p. m.

Упражнение 2. Раскройте скобки, употребляя глаголы в Future Simple.

1. My working day (to begin) at six o'clock.
2. I (to get) up, (to switch) on the TV and (to brush) my teeth.
3. It (to take) me about twenty minutes.
4. I (to have) breakfast at seven o'clock.
5. I (to leave) home at half past seven.
6. I (to take) a bus to the institute.
7. It usually (to take) me about fifteen minutes to get there.
8. Classes (to begin) at eight.
9. We usually (to have) four classes a day.
10. I (to have) lunch at about 2 o'clock.

Упражнение 3. Переведите на английский язык:

1. Она будет занята. (to be busy)
2. Я не буду занят.
3. Вы будете заняты?
4. Они будут дома? (to be at home)
5. Его не будет дома.
6. Я не буду знать.
7. Они будут знать?
8. Она не будет знать.
9. Кто будет знать?
10. Никто не будет знать.
11. Он будет читать английские книги? (to read English books)
12. Они никогда не будут читать. (never / to read)
13. У неё будет квартира? (to have a flat)

Практическая работа № 56

Тема: Составление диалогов-расспросов, устных сообщений по теме « Судостроение в России».

Цель: Развивать навыки диалогической речи.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы

1. Изучите материал.
2. выполните задания.
3. Составьте диалог по теме.

The Russian Navy is the country's strength, power, beauty and pride. Each year in July the gray steel ships enter the Neva river and greet us with their flag dressing.

Russia's navy was established in a remarkably short period. Its first ships were battleships and frigates, followed by galleys and a large number of small auxiliary vessels. During the reign of Tsar Peter I over 500 ships and thirty shipyards were built.

The first shipbuilders were foreigners invited to Russia. They passed the knowledge of their trade on to the Russians, some of whom were also sent abroad for further training. In the 18th century shipbuilders were called "masters of good proportions" because they paid great attention to the interiors of ships and elegance of form.

The level of interior luxury of ships varied according to rank. Small vessels and galleys had a coat of arms in the centre of the stern which was supported on both sides by carved figures. The names of the ships were displayed below these figures. The sterns, sides and many other parts of ships were decorated. Wooden carved sculptures were the most popular forms of décor. These were guilded and painted in bright colours. Also guilded were coats of arms and trophies of war. There were no rigid standards. They were thus painted green, yellow, sky blue and dark blue, among other colours.

The ship's sculpture works enhanced the sailors patriotism and glorified the young Russian empire when Russia won her first naval battles. That's why the ships carried such names as "Poltava", "Gangut", "Petersburg" and "Kronstadt".

The ships of the 18th century were done in baroque – the most popular style in Europe at the time.

In the first quarter of the 19th century shipbuilding adopted the style of classicism that stressed beauty and grandeur.

Ships built during this period including the "Vladimir", the "Standard" and the "Sevastopol" had a severe form, and the late 18th century black and white sides were standard at the seas. The sterns and bows had the empire's symbol on them – the two-headed eagle.

Today's destroyers, cruisers and antisubmarine ships do not bear the resemblance to their predecessors. But naval traditions are alive. The ships with such names as "Variag", "Peter the Great" and others defend Russia's shores.

Nouns: test, model, canal, propeller, tunnel, acceleration, period, amplitude, function, contour, distance, system.

Verbs: test, experiment, circulate, design.

Adjectives: vertical, horizontal, maximum, minimum, extreme.

Grammar: Modal Verbs and their Equivalents

a) necessity, obligation долженствование—must (n't), (don't) have to, be to, should (n't) — должен
b) ability, possibility возможность —can ('t), could, be able to — мочь, уметь
c) permission разрешение —may, be allowed to — мочь, иметь разрешение

Models:

a) obligation

You must (have to, should) do this work carefully (должен).

You had todo this work yesterday (должен был).

He is tovisit our country next summer (должен, планирует).

You mustn'tcopy (не должен списывать, запрещается).

You shouldn’t tell lies (не должен).

b) possibility, ability

He can (is able to) translate the text himself (может).

He could (was able to) translate this text at the last lesson (мог).

c) permission

I may (am allowed to) work in the laboratory (могу, имею разрешение).

You will be allowed to work in the laboratory next week (разрешат).

a) Permission

1. Janet: Can I smoke in the house?

Mrs Jones: Well, you can smoke in your room but you can’t smoke in the kitchen.

2. Janet: … make a call?

Mrs Jones: Yes, you can, but you have to pay for the calls you make.

3. Janet: … keep a cat?

Mrs Jones: No, I’m sorry you can’t. I don’t want animals in the house.

b) Ability

1. George has traveled a lot. He can (is able to) speak four languages. 2. Tom … drive but he hasn’t got a car. 3. He can’t play tennis very well now but he … play quite well when he was younger. 4. She can’t run very fast now but when she was at school she … run faster than anyone else. 5. I looked very carefully and I … see a figure in the distance.

5.9. Obligation and advice.

Choose the best for these sentences.

1. It’s very early. We must / don’t have to leave now. 2. We can go to the cinema tonight. I must / don’t have to work. 3. You look tired. You should/ mustn’t have a holiday. 4. That’s a great film. You don’t have to / should see it. 5. His leg is broken. We should / must phone the doctor. 6. These windows are dirty. You must / should clean them more often. 7. Peter drives too fast. He should / must drive more carefully. 8. He owes you a lot of money. You shouldn’t / mustn’t lend him any more. 9. I’m sorry I couldn’t come yesterday. I should / had to work late. 10. Many children in Britain have to / should wear uniforms when they go to school.

Практическая работа № 57

Тема: Судостроительные предприятия Санкт-Петербурга.
Цель: Совершенствовать навыки чтения с полным пониманием.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы

1. Изучите материал.
2. Подготовьте сообщение по теме.

1. ADMIRALTY SHIPYARD, the first ship-building enterprise in St. Petersburg lay down on the left bank of the Bolshaya Neva on 5 November 1704 at the same time as the Admiralty, with chief commandant Y. V. Bruce as the construction manager. The Admiralty Fortress was erected to protect the shipyard and the Admiralty. One dock and 9 slipways were constructed by 1716. A snow named Nadezhda (Hope) was the first ever vessel laid down on July 5, 1708 and launched on July 28, 1708, and the Poltava was the first battleship laid down on December 5, 1709 and launched on June 15, 1712. In 1712, there were as many as 6 battleships including the 90-gun Lesnoe and the 110-gun Peter I and Peter II and 50 smaller vessels under construction at the Admiralty Shipyard. Shipbuilding was gradually cut back from 1800; the Admiralty Shipyard was closed down in 1843. The total of 78 battleships, 39 frigates, and over 100 other ships and vessels were built at the Admiralty Shipyard. The Navy Department sold the territory of the shipyard in 1870s to be built up. Admiralteyskya Embankment appeared at the same time.

2. Founded in the mid-1800s as a response to Russia's defeat in the Crimean War, St. Petersburg's Baltic Shipyard was to become the heart of Russia's shipbuilding industry, producing the warships that made the Russian navy one of the world's most powerful. In time the shipyard also became a center of the submarine industry.
The mid-19th century was a monumental period in the history of the Russian fleet. The 1853-1856 Crimean War, fought by Russia against the major European powers, particularly highlighted the navy's need for a fundamentally new development strategy. Its core of sailing ships fell far short of the demands of the time, being inferior to wooden and metal steamers in every respect, and drastic and rapid modernization of the fleet was essential.
Very few Russian companies were capable of launching short-term production of a new generation of ships, however. This required the creation of advanced industrial cycles, from steel and mechanical production to the manufacture of completely new armaments.
Faced with this challenge, the Russian government opened the way for private initiative. In 1856, it drew on the experience and manpower of its former Crimean War adversary Britain, bringing in the merchant Matthew Carr and the engineer and former British subject Marc McPherson to create a new armored fleet. The combination of Carr's capital and McPherson's knowhow allowed the creation in under a decade of a new plant that could perform the full cycle of modern warship construction, from casting steel armor plates for the hulls to the installation of steam engines and other maritime equipment. In the 1860s and 1870s, the construction cradles of the Baltic Shipyard, which occupied part of the southern shore of St. Petersburg's Vasilyevsky Island, gave rise to the Russian armored fleet.

Практическая работа № 58

Тема: Контрольная работа №2

Цель: Контроль знаний лексико-грамматического материала

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы:

Контрольная работа №2

I. Use the right form of the pronouns:

1. _____ story is very interesting. (they)
2. I love ____ very much. (she)
3. Give ___ the book, please (I)
4. _____ brother is an engineer (He)
5. ___ are beautiful (You)

II. Translate from Russian into English:

A.

1. Открой эту дверь!
2. Возьми этот мел!
3. Не садись на этот стул!
4. Дай мне ту карту!
5. Продиктуй слово по буквам, пожалуйста!

B.

6. За столом
7. Около парты
8. Над домом
9. На стене
10. Под столом
11. Внутри сумки
12. Я иду к колледжу
13. Я из России.
14. Между небом (the sky) и землей (the ground)

III. Choose the correct article (a, an, the, -).

1. My mother is ___ doctor
2. I have ___ apple
3. I see ___ big red car. ____ car is very expensive.
4. Do you have ___ breakfast at 8 a.m?
5. Does Bety have ___ pet?

IV. Make plural forms of the following words:

A pen, a class, a story, a day, a cat, a bush, a desk, a table, a fox, a lady, a knife, a chair, a bus, a family, a flag, a town, a wolf, a baby, a man, a woman, a shelf, a box, a city, a boy, a deer, a mouse, a dress, a toy, a sheep, a tooth, a child, an ox, a tomato.

VIII Make questions to the words in bold (bold- выделенный шрифтом**)**

1. This is **a map.**
2. The sailors are **on the navigating bridge.**
3. This cake is **15 dollars**.
4. A new man is **a motor-man.**
5. The sails are **white.**
6. The boxes are **under the table**.
7. This ship is **old**.

V. Translate from English into Russian

1. This is cadet’s book.
2. This ship is master’s.

3. My friends' names are Nick and Igor
4. Is the cargo-plan ready?
5. The sailors are not in the cabin, they are on the deck.
6. Where is the Second Mate?
7. He is on watch.
8. There are many plans and industrial centers in the city.
9. Tell me some words about your native country.
10. Who is on duty today?

VI. Match the words from the columns in the bottom

1. Where are you from?	Two cadets are absent today.
2. What color is the ship?	No, there aren't any.
3. Who is absent at the lesson of English today?	200 seamen are on the ship.
4. Are there any ships in the dock?	The tall ship is not at sea, it's in the dock.
5. How many seamen are there on the ship?	The ship is dark blue.
6. What is your group number?	I'm from Moscow.
7. Is the tall ship at sea?	My group number is thirteen

XII. Translate from Russian into English:

1. Birthplace, second name, nearly 16, to be of age, to be good at languages, niece, bachelor, stepmother, fall in love, newly-weds.

2. ссориться, жених, помолвка, удочерить (усыновить), внуки, прозвище, отчество, фамилия, быть женатым.

XIII Write a mini-composition, choose one of the topics or use your own ideas and make any story you wish!

- ✓ My future profession
- ✓ My family
- ✓ My personality
- ✓ My college
- ✓ My class-room

Практическая работа №59

Тема: Словообразование: производные от some, any, no, every. Повторение.
Цель: Изучить грамматический материал.
Перечень оборудования для проведения работы: тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:
Изучите материал.
Английские неопределенные местоимения some, no, any, every, при сочетании со словом thing, означающим «вещь, предмет», могут образовывать другие местоимения, которые будут заменять неодушевленные существительные. А в сочетании с словами one и body (тело) образуются местоимения заменяющие одушевленные имена существительные. "Where" означает "где", соответственно, производные somewhere, anywhere и nowhere будут обозначать местоположение

Производные употребляются по тому же принципу, что и some, any, no. Местоимения somebody, someone и something, так же как и неопределенное местоимение some, используется только в утвердительных предложениях, а anybody, anyone, и anything заменяют их в вопросительных и отрицательных предложениях.Примеры:

I see somebody near the gate. – я вижу кого-то возле ворот

I don’t see anybody there. – я никого там не вижу

There is something in the basket. – в корзине что-то есть

Is there anything in the basket? – в корзине есть что-то?

Предложение, в котором есть местоимения no, nothing, nobody, называемые отрицательными, будет содержать только одно отрицание, т.е. сказуемое будет не в отрицательной, а в утвердительной форме.

Примеры:

Здесь никого нет – there is nobody here

Я ничего не знаю – I know nothing

Никто не приходил – nobody has come

Упражнения: Переведите на английский язык употребляя неопределенные местоимения

1. Я ничего не сказал. Не то слово. 2. Каждый хотел получить автограф Юрия Гагарина. 3. Все, что я принадлежит. 4. Есть кто-нибудь в столовке? 5. Никого нет в саду. 6. Есть ли кто-нибудь в нашей комнате? 7. Там кто-то есть. 8. Там никого нет. 9. Есть ли кто-нибудь в библиотеке? 10. Есть ли что-нибудь за занавеской? - Нет, там ничего нет. 11. Есть что-то в сумке. 12. Есть ли кто-нибудь в доме? - Да, там кто-то есть. 13. Есть ли что-нибудь под столом? - Да, что есть то есть. 14. Там ничего нет. 15. Есть ли кто-нибудь в кабинет? - Нет, там никого нет. 16. Есть несколько книг на английском языке в нашей библиотеке. 17. Есть ли какие-нибудь книги Джека Лондона в библиотеке? 18. Мой дядя хочет сказать мне что-то. 19. На следующий день мой брат знал всех. 20. Если вы хотите поесть, идите в вагон-ресторан. 21. Расскажите нам все о вашем путешествии. 22. Я могу что-нибудь сделать для вас?

Они ничего не сделали. Они ничего не сделали. Они ничего не сделали? 2. Он дал им денег. Он не дал им денег. Он дал им деньги? 3. Вы ничего не принесли для нас. Ты не принес что-нибудь для нас. Привезли что-нибудь для нас?

Практическая работа №60

Тема: Существительные. Единственное и множественное число.

Цель: Отработать навык образование множественного числа имени существительного.

Перечень оборудования для проведения работы: тетрадь, письменные принадлежности, словарь.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите краткие теоретические положения:

Множественное число существительных в английском языке.

Исчисляемые существительные могут иметь форму единственного числа, если речь идёт об одном предмете, и множественного числа, если речь идёт о двух или более предметах. Форма множественного числа у большинства исчисляемых существительных образуется с помощью суффикса "-s (-es)", например:

a book - books a table - tables

a bridge - bridges a boy - boys

В английском языке есть небольшое количество существительных, которые образуют форму множественного числа не по общему правилу:

Исключения:

Единственное число	Множественное число	Перевод
man	men	мужчины, люди
woman	women	женщины
mouse	mice	мыши
tooth	teeth	зубы
foot	feet	ступни, ноги
child	children	дети
ox	oxen	быки
goose	geese	гуси
sheep	sheep	овцы
deer	deer	олени
swine	swine	свиньи

Существительные, оканчивающиеся на "-f/-fe", во множественном числе пишутся с "-ves". Если слово в единственном числе оканчивается на "-o", то к нему во множественном числе прибавляется суффикс "-es". Если же слово оканчивается на "-y" с предшествующим согласным, то во множественном числе к нему прибавляется суффикс "-es", а буква "y" переходит в "i", например:

leaf – leaves, life – lives, tomato - tomatoes

Negro – Negroes, army – armies, f amily - families

Неисчисляемые существительные имеют только форму единственного числа и согласуются только с глаголами в единственном числе:

Her hair is blond. Волосы у неё светлые.

The money is on the table. Деньги лежат на столе.

Имеются существительные, которые напротив употребляются только в форме множественного числа. К ним относятся слова, обозначающие предметы, состоящие из двух частей: trousers - брюки, braces - подтяжки, scissors - ножницы, glasses - очки, или собирательные существительные: troops - войска, goods - товары, clothes - одежда, police - полиция, people - люди. Такие существительные согласуются только с глаголом во множественном числе.

2. Выполните упражнения

Упражнение №1.Отметьте правильный вариант образования множественного числа:

1) roof- rooves, 2) dish - dishes, 3) fish - fish, 4) potato - potatos, 5) half-halfs, 6) branch - branches, 7) book - books, 8) book - bookes, 9) dress -dreses, 10) wife - wifes. 11) paper - papers, 12) factory - factorys, 13) day -daies, 14) play - plays, 15) list - listes, 16) safe - saves, 17) text - texts, 18) lamp - lamps, 19) bridge - bridges, 20) city - cities.

Упражнение №2. Образуйте множественное число следующих существительных.

box, match, brush, page, bus, house., ball, room, table, pencil, play, light, book, cup, flat, hat. knife, wife, shelf, life, leaf, child, man, woman, family, factory, story, faculty, city.

3. Выполните задания в письменном виде.

4. Запишите форму множественного числа существительных:

carpet, glass, photo, box, lady, wife, valley, thief, man, woman, child, foot, tooth, life, tomato, sheep, deer, information, fish, coat.

5. Выпишите следующие существительные в три колонки в зависимости от произношения окончания множественного числа:

address, beach, bottle, cinema, clock, guitar, hotel, island, lake, light, month, office, park, piece, smile, space, tape, village.

Практическая работа №61

Тема: Существительные, употребляемые только во множественном, единственном числе.

Цель: отработать грамматический материал

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы:

1. Изучите теоретический материал.

Множественное число существительных в английском языке.

Исчисляемые существительные могут иметь форму единственного числа, если речь идёт об одном предмете, и множественного числа, если речь идёт о двух или более предметах. Форма множественного числа у большинства исчисляемых существительных образуется с помощью суффикса "-s (-es)", например:

a book - books a table - tables

a bridge - bridges a boy - boys

В английском языке есть небольшое количество существительных, которые образуют форму множественного числа не по общему правилу:

Исключения:

Единственное число	Множественное число	Перевод
man	men	мужчины, люди
woman	women	женщины
mouse	mice	мыши
tooth	teeth	зубы
foot	feet	ступни, ноги
child	children	дети
ox	oxen	быки
goose	geese	гуси
sheep	sheep	овцы
deer	deer	олени
swine	swine	свиньи

Существительные, оканчивающиеся на "-f/-fe", во множественном числе пишутся с "-ves". Если слово в единственном числе оканчивается на "-o", то к нему во множественном числе прибавляется суффикс "-es". Если же слово оканчивается на "-y" с предшествующим согласным, то во множественном числе к нему прибавляется суффикс "-es", а буква "y" переходит в "i", например:

leaf – leaves, life – lives, tomato - tomatoes

Negro – Negroes, army – armies, f amily - families

Неисчисляемые существительные имеют только форму единственного числа и согласуются только с глаголами в единственном числе:

Her hair is blond. Волосы у неё светлые.

The money is on the table. Деньги лежат на столе.

Имеются существительные, которые напротив употребляются только в форме множественного числа. К ним относятся слова, обозначающие предметы, состоящие из двух частей: trousers - брюки, braces - подтяжки, scissors - ножницы, glasses - очки, или собирательные существительные: troops - войска, goods - товары, clothes - одежда, police - полиция, people - люди. Такие существительные согласуются только с глаголом во множественном числе.

2. Выполните упражнения

Упражнение №1.Отметьте правильный вариант образования множественного числа:

1) roof- rooves, 2) dish - dishes, 3) fish - fish, 4) potato - potatos, 5) half-halfs, 6) branch - branches, 7) book - books, 8) book - bookes, 9) dress -dreses, 10) wife - wifes. 11) paper - papers, 12) factory - factorys, 13) day -daies, 14) play - plays, 15) list - listes, 16) safe - saves, 17) text - texts, 18) lamp - lamps, 19) bridge - bridges, 20) city - cities.

Упражнение №2. Образуйте множественное число следующих существительных.

box, match, brush, page, bus, house., ball, room, table, pencil, play, light, book, cup, flat, hat. knife, wife, shelf, life, leaf, child, man, woman, family, factory, story, faculty, city.

3. Выполните задания в письменном виде.

4. Запишите форму множественного числа существительных:

carpet, glass, photo, box, lady, wife, valley, thief, man, woman, child, foot, tooth, life, tomato, sheep, deer, information, fish, coat.

5. Выпишите следующие существительные в три колонки в зависимости от произношения окончания множественного числа:

address, beach, bottle, cinema, clock, guitar, hotel, island, lake, light, month, office, park, piece, smile, space, tape, village.

Практические работы№62-63

Тема: Освоение лексики по теме «В морском колледже».
Ознакомительное и поисковое чтение текста «В морском колледже».
Цель: Освоение новой лексики и применение ее на практике.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, текст «My college»

Порядок выполнения работы:
1. Ознакомление с лексикой по теме «Мой колледж»

arise - возникать
Founder - основатель

consist of – состоять из

subway - метро

four-storeyed building – четырехэтажное здание

physical preparation – физическая подготовка

support - поддержка

2. Чтение текста

My college.

My College has arisen thanks to the Moscow methodological circle. His founders were Alexander Aleksandrovich Zinovyev, George Petrovitch Schedrovitsky and one of leading participants Nikita Glebovich Alekseev. Nikita Glebovich is considered the inspirer of creation of our college. My college was formed by two cultural lines of development: culture of thinking in community and organizational and administrative culture in practice of activity. In March, 1996 «The center of professional education» was founded. In 2001 the Center was reorganized into sea college.

My college is divided into many offices. I chose passenger ships and services sector office. At present, I only at the 1st course.

I go 10 minutes from my college to the subway. But I couldn't find it or along time, wandered between houses. Then I came into other next college. I was explained how to go to my college. We have a four-storeyed building. When I came in the first time into the college, I thought that there it won't be pleasant to me, but I was mistaken. Frankly speaking, I was in perplexity as in my college there was no repair. On the first floor anything bright wasn’t only cold walls and the security guard who is keeping order. In my opinion, he seemed forgotten by everything then, however I was mistaken. This college is pleasant to me very much; here I got acquainted with remarkable teachers and classmates.

Here reading is very well, speaking in other words, we don't happen hungry. Certainly, the food is not the main thing, but it is badly to think with a hungry stomach. In buffet there is a cooler with water.

In this college there are a lot of laboratories where we will do practical training, it is a lot of new professional equipment on which we will practice the skills in the future. Teachers are all friendly, explain a material well if something I didn't understand, will explain anew. My college cooperates with different navigable firms that, I believe, is very perspective. And as we participate in different competitions that gives us many skills. In college we have many additional subjects on which we go at will.

We have a good physical preparation too. In some days we will go to a sports center from our college, for three days where we will learn to overcome obstacles by the team, it will help us to approach with classmates. We visit different actions: theaters, festivals, museums, exhibitions. From my point of view

it develops our inner world, helps to become more developed, helps to estimate the situations. My group is very sociable and amicable, in despite of small disagreements. We are very active group, we try to participate in many actions. We always support each other. In the conclusion, my college is very perspective where care of our future. And I think that I made a right choice, having arrived in my college.

3. Лексико-грамматический практикум
Упражнение 1. Допишите недостающие буквы
coll_g_
se_
c_n_i_t of
s_ppo_t

Упражнение 2. Вычеркните по одному лишнему слову в каждой строчке.
Skill practice support street
college student wardrobe laboratory

Практическая работа №64

Тема: Лексико-грамматический практикум по теме.
Цель: Проработка лексико- грамматического материала. Закрепление темы
Перечень оборудования для проведения работы: тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

1. Повторить правила, лексику.
2. Выполнить тест

Choose the right answer

1. Our two … are crying all the time.
2. babies
3. babys
4. babyes

2.No news … good news.

1. is
2. are

3.… usually fly not very high.

1. flyes
2. flys
3. flies

4.These potatoes weigh five … .

1. kiloes
2. kilos

5.I don't like going by car. If I have a chance, I always go on … .

1. foot
2. feet
3. foots

6.What do you need these … for?

1. boxs
2. boxes

7.My new Swiss watch … 3 minutes slow.

1. is
2. are

8.Those were the happiest days of our … .

1. lifes
2. lives
3. lifees

9.Leaves usually … trees in autumn.

1. leaf
2. leave
3. leafs
4. leaves

10.Rock music of the 1970s is an extremely interesting cultural … .

1. phenomen
2. phenomena
3. phenomenon

11.Big … don’t cry.

1. boys
2. boyes

12.I prefer natural … when I want to change my hair style.

1. dies
2. dyes
3. dys

13.It is rather dangerous to walk on … after the rain.

1. roofs
2. roofes
3. rooves

14.Dentists recommend using … twice a day: in the morning and in the evening.

1. tooth`s paste
2. toothpaste
3. teeth`s paste
4. teethpaste

15.… are flowers of life.

1. Childs
2. Children
3. Childrens

16.The naughty kid likes throwing rotten … at passers-by.

1. tomatos
2. tomatoes

17.50 … of oil leaked out of the tanker into the sea.

1. Tones
2. Tons

3. Tonns

18.There is no piano in the … .

1. bushes
2. bushs

19.… in our house are so annoying. We definitely need a cat.

1. Mouses
2. Mices
3. Mice
4. Mousees

20.My little son is afraid of grey … (волчков) that come at night.

1. wolfys
2. wolvies
3. wolves
4. wolvys

Практические работы№65

Тема: Активация речи по теме «В морском колледже»

Цель: Освоение новой лексики и применение ее на практике.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, текст «My college»

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомление с лексикой по теме «Мой колледж»

arise - возникать

Founder - основатель

consist of – состоять из

subway - метро

four-storeyed building – четырехэтажное здание

physical preparation – физическая подготовка

support - поддержка

2. Чтение текста

My college.

My College has arisen thanks to the Moscow methodological circle. His founders were Alexander Aleksandrovich Zinovyev, George Petrovitch Schedrovitsky and one of leading participants Nikita Glebovich Alekseev. Nikita Glebovich is considered the inspirer of creation of our college. My college was formed by two cultural lines of development: culture of thinking in community and organizational and administrative culture in practice of activity. In March, 1996 «The center of professional education» was founded. In 2001 the Center was reorganized into sea college.

My college is divided into many offices. I chose passenger ships and services sector office. At present, I only at the 1st course.

I go 10 minutes from my college to the subway. But I couldn't find it or along time, wandered between houses. Then I came into other next college. I was explained how to go to my college. We have a four-storeyed building. When I came in the first time into the college, I thought that there it won't be pleasant to me, but I was mistaken. Frankly speaking, I was in perplexity as in my college there was no repair. On the first floor anything bright wasn’t only cold walls and the security guard who is keeping order. In my opinion, he seemed forgotten by everything then, however I was mistaken. This college is pleasant to me very much; here I got acquainted with remarkable teachers and classmates.

Here reading is very well, speaking in other words, we don't happen hungry. Certainly, the food is not the main thing, but it is badly to think with a hungry stomach. In buffet there is a cooler with water.

In this college there are a lot of laboratories where we will do practical training, it is a lot of new professional equipment on which we will practice the skills in the future. Teachers are all friendly, explain a material well if something I didn't understand, will explain anew. My college cooperates with different navigable firms that, I believe, is very perspective. And as we participate in different competitions that gives us many skills. In college we have many additional subjects on which we go at will.

We have a good physical preparation too. In some days we will go to a sports center from our college, for three days where we will learn to overcome obstacles by the team, it will help us to approach with classmates. We visit different actions: theaters, festivals, museums, exhibitions. From my point of view it develops our inner world, helps to become more developed, helps to estimate the situations. My group

is very sociable and amicable, in despite of small disagreements. We are very active group, we try to participate in many actions. We always support each other. In the conclusion, my college is very perspective where care of our future. And I think that I made a right choice, having arrived in my college.

Практическая работа №66

Тема: Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме.

Цель: Проработка лексико- грамматического материала. Закрепление темы

Перечень оборудования для проведения работы: тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

Повторить правила, лексику.

Выполнить упражнения.

3.Выполнить тест

Упражнение 1. Допишите недостающие буквы

coll_g_

se_

c_n_i_t of

s_ppo_t

Упражнение 2. Вычеркните по одному лишнему слову в каждой строчке.

Skill practice support street

college student wardrobe laboratory

Тест по теме «Множественное число существительных»

1. a baby
   a). babys b). babies c). badies

2. a pencil
   a). penciles b). pencilis c). pencils

3. a man
   a). mans b). man c). men

4. a boy
   a). boys b). boies c). boyes

5. a city
   a). citys b). cities c). cutyes

6. a mouse
   a). mouses b). mouss c). mice

   a fox
   a). foxes b). fox c). foxs

8. a knife
   a). knifes b). knifs c). knives

9. a watch
   a). watches b). watchs c). watch

10. an address
    a). - b). addresses c). address

11. a child

a). childs b). childes c). children

12. a potato
    a). potatoes b). potatos c). potates

13. jeans
    a). jeans b). jeanses c). jeans

14. a sheep
    a). sheep b). sheeps c). sheepes

15. a tooth
    a). teeth b). toothes c). tooths

Практическая работа №67

Тема: Контроль знаний. Устный опрос по пройденному материалу.
Цель: Проконтролировать знания грамматического материала.
Перечень оборудования для проведения работы: тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:
Повторите материал.
Выполните тест

The Present Continuous Tense

Выберите правильный вариант ответа.

1. The child … (sleep) now.

1. is sleeping
2. are sleeping
3. am sleeping

2. My sisters … (cry), I don't know what to do.

1. is crying
2. are crying
3. are criing

3. What … you (do) tonight?

1. is you do
2. are you do
3. are you doing

4. Look! He … (swim) so well. He will be a winner.

1. is swiming
2. is swim
3. is swimming

5. I … (go) to call my sister. She … (travel) around the world now.

1. am going/travels
2. am going/is travelling
3. am going/is traveling

6. Don't make some much noise. I … (try) to sleep.

1. am trying
2. is trying
3. am triing

7. I … still (write) a letter to my sister.

1. write
2. am writing
3. am writeing

8. My father always … (lose) his things.

1. is losing
2. loses
3. is lose

9. Linda constantly … (complain) about nothing.

1. complains
2. is complain
3. is complaining

10. What you (do)? Nothing. I (lie) on the sofa.

1. are you do/am lie
2. are you doing/ am lying
3. are you doing/lieing

11. He usually (go) to work on foot, but now he (go) by bus.

1. is going/goes
2. goes/goes
3. goes/is going

12. I shall not go out now as it (rain) and I (have not) got an umbrella.

1. is raining/have not
2. rains/have not
3. will rain/having not

13. Tom can't read a newspaper because his mother (read) it.

1. reads
2. reading
3. is reading

14. The pupils (listen) to the teacher very attentively at the moment.

1. listening
2. are listening
3. listen

15. You (hear) the noise? The wind (blow) very strongly.

1. Do you hear/ is blowing
2. Are you hearing/is blowing
3. Do you hear/blows

16. Have you seen his books anywhere? We (look) for them but we (not, see) them.

1. look for/ don't see
2. are looking for/ don't see

3. look for/ are not seeing

17. Tom (have) a dinner now. You may talk to him.

1. has
2. have
3. is having

18. While he (sleep), I (cook) dinner.

1. is sleeps/am cook
2. sleeps/cook
3. is sleeping/am cooking

19. You always (come) home, when I (do) my homework.

1. come/am doing
2. comes/ am doing
3. is coming/am doing

20. You've cooked dinner. It …(taste) delicious.

1. is tasting
2. tastes
3. are tastes

Практическая работа №68-69

Тема: Модальные глаголы и их функция в предложении. Модальные глаголы и их эквиваленты.

Цель урока: Ознакомить с новым грамматическим материалом.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

В английском языке есть группа глаголов, лексическое значение которых не обозначает действия, а выражает отношение к действию, то есть возможность, вероятность, необходимость совершения действия. Такие глаголы называются модальными. С их помощью говорящий показывает, что то или иное действие возможным или невозможным, обязательным или ненужным и т.д. К числу модальных глаголов относятся can, may, must, ought, shall, should, will, need.

CAN – употребляется для выражения следующих значений:

Возможности, умения, способности.

He can do this work. Он может выполнить эту работу.

My son can read now. Мой сын уже умеет читать.

Разрешения.

You can go home. Вы можете (вам разрешается) идти домой.

Глагол **can** часто употребляется в вопросах к подлежащему, начинающихся с вопросительного местоимения **who**:

Who can come today? Кто придёт (может прийти) сегодня?

Who can speak French? Кто говорит по-французски?

Who can come with me? Кто пойдёт со мной?

Форма прошедшего времени глагола **can – could [kud]**

He went to his parents in the country where he could finish his work.

Он уехал к своим родителям за город, где он мог закончить свою работу.

Для образования вопросительной формы модальный глагол **can (could)** ставится перед подлежащим.

Can you do it now? Вы можете это сделать сейчас?

Could you read English? Вы могли читать по-английски?

Отрицательная форма образуется при помощи отрицательной частицы **not**, которая пишется с глаголом слитно **cannot**.

My little son cannot write yet. Мой маленький сын ещё не умеет писать.

My son could not read when he was three.

Когда моему сыну было 3 года, он не умел писать.

В разговорной речи употребляются сокращённые отрицательные формы глагола **can - canʾt [ka:nt], couldnʾt [kudnt]**

You **canʾt** take his book. Вам не разрешается брать эту книгу.

I **couldnʾt** do it last week. Я не мог сделать этого на прошлой неделе.

Краткие ответы:

Can you do it for me? Можете ли это сделать для меня?

Yes, I can. Да, смогу.

No, I **canʾt.** Нет, не смогу.

Для выражения разрешения употребляется также глагол **may** , но он носит официальный характер.

You may do it tomorrow. Вы можете это сделать завтра.

May I come in? Могу я войти?

В современном английском языке употребляется больше глагол **can.**

Can I come in? Разрешите войти.

Примечание: Форма **could** также может употребляться в вежливой просьбе**.**

Could I have this book with me? Можно мне взять эту книгу с собой?
Yes, I think you can. Думаю, что можно.
(Yes, I think you **could**)
Слово **please** может стоять после **could you**, в середине предложения, при этом запятыми не выделяется.
Could you please tell me the way to Kirow Street?
Скажите, пожалуйста, как пройти на улицу Кирова?
MUST – 1. обязанность, приказание , приказ (должен, обязан)
2.внутренняя осознанная необходимость. – надо, нужно, необходимо, должен. I must do it today. Я должен это сделать сегодня.
SHALL -должен Shall I repeat the sentence? Я должен повторить это предложение.
MUST – в отрицательной форме – нельзя, запрещается, не должен.
Часто в объявлениях.
You mustn't do that. Нельзя так делать.
You mustn't play with matches. Нельзя играть со спичками.
Visitors must not feed the animals. Посетителям запрещается кормит животных.
He canswim. Он умеет плавать.
He may swim. Он может плавать (ему разрешено)
I must swim. Я должен плавать.
You should swim. Ты должен плавать (рекомендация).
She needs to swim. Ей надо плавать (необходимо).
Чисто модальные глаголы являются дефектными (недостаточными) по форме, так как у них отсутствует ряд грамматических форм, например: они не имеют суффикса -s в 3-м лице единственного числа настоящего времени; у них нет инфинитива, ing -овой формы и причастия; у некоторых из них нет формы прошедшего времени (must, should, ought, need). Среди других особенностей модальных глаголов необходимо упомянуть следующие:
1. Инфинитив смыслового глагола употребляется без частицы to после всех модальных глаголов, кроме ought, to have и to be.
2. Вопросительные и отрицательные формы предложений, в которых имеются модальные глаголы, строятся без вспомогательного глагола do, за исключением глагола to have, например:
Must I come too? Я тоже должен прийти?
She cannot do it today. Она не может сделать этого сегодня.
Глагол **can** употребляется, чтобы сказать, что нечто может произойти,или некто способен сделать нечто. Отрицательная форма **- can't** или **cannot**.
- **He can speak English. –** Он умеет говорить по-английски
- Can you translate this text? – Ты можешь перевести этот текст?
- **I can't visit you every day. –** Я не могу навещать тебя каждый день
May и **might** используются, чтобы сказать о возможности чего-либо. В этом случае значительной разницы между этими глаголами не существует. Рассмотрим пример:

He may be busy now. илиHe might be busy now. Возможно, он сейчас занят. (Значения**may**и **might**одинаковы.)

Отрицательными формами **may** являются **may not** и **might not** (**mightn't**). Здесь уже глагол **may** имеет другое значение - он означает **неопределенность**:
- Ann might not know about it. (Возможно, онанезнает)
- Jack might not be ready for the exam. (Возможно, он не готов)
Когда мы говорим о необходимости сделать что-либо, то используем **must** (do)
- You must have a passport to visit most foreign countries. – У тебя должен быть паспорт, чтобы посетить другие страны

С помощью **must** говорящий выражает собственное мнение, и говорит о том, что именно **ОН** считает необходимым:

- You must help your sister. – Ты должен помочь сестре.
- He must not smoke so much. – Ему нельзя так много курить.
- **He must be at homenow. -** Он должен быть дома сейчас

В современном английском языке глагол **should** употребляется, когда действие относится к настоящему или будущему времени. Этот глагол не меняется в косвенной речи.

Глагол **should** выражает обязательность, но имеет менее директивный смысл, чем **must**. В зависимости от контекста, **should** может иметь дополнительные оттенки значения: желательность, совет:

- You should not smoke so much. – Тебе не следует так много курить
- It's late. The boy should go to bed. – Поздно. Мальчику нужно идти спать
-They should be invited to our party – Их следует пригласить на вечеринку.

V. Закрепление нового материала.

Упр. 460. Переведите на русский язык.

1. Mike can run very fast. 2. They can understand French. 3. Kate can speak English well. 4. My brother can come and help you in the garden. 5. Can you speak Spanish? 6. Can your brother help me with mathematics? 7. His little sister can walk already. 8. The children cannot carry this box: it is too heavy. 9. My friend cannot come in time. 10. This old woman cannot sleep at night. 11. His sister can cook very well. 12. I can sing, but I cannot dance.

Упр. 461. Переведите на английский язык, употребляя модальный глагол can (could).

Я умею говорить по-английски. 2. Мой папа не умеет говорить по-немецки. 3. Ты умеешь говорить по-французски? 4. Моя сестра не умеет кататься на коньках. 5. Ты можешь переплыть эту реку? 6. Я не могу выпить это молоко. 7. Она не может вас понять. 8. Ты умел плавать в прошлом году? 9. В прошлом году я не умел кататься на лыжах, а сейчас умею. 10. Вы не можете мне сказать, как доехать до вокзала? 11. Не могли ли бы вы мне помочь? 12. Я не могу перевести это предложение. 13. Никто не мог мне помочь. 14. Где тут можно купить хлеб? 15. Твоя бабушка умела танцевать, когда была молодая? — Да, она и сейчас умеет.

Упр. 468. Вставьте модальные глаголы *may* или *can.*

1. I ... finish the work tomorrow if no one bothers me any more. 2. ... we come and see you next Sunday at three o'clock in the afternoon? 3. What time is it? — It ... be about six o'clock, but I am not sure. 4. Only a person who knows the language very well ... answer such a question. 5. ... I come in? 6. Let me look at your exercises. I ... be able to help you. 7. I ... not swim, because until this year the doctor did not allow me to be more than two minutes in the water. But this year he says I ... stay in for fifteen minutes if I like, so I am going to learn to swim. 8. Libraries are quite free, and any one who likes ... get books there. 9. I ... come and see you tomorrow if I have time. 10. Take your raincoat with you: it ... rain today. 11. Do you think you ... do that?

Упр. 469. Вставьте модальные глаголы *may* или *can.*

1. You ... come in when you have taken off your boots. 2. Be careful: you ... spill the milk if you carry it like that. 3. Most children ... slide on the ice very well. 4. I don't think I ... be here by eleven o'clock tomorrow, but I ... be. 5. ... you see anything in this inky darkness? 6. You ... go when you have finished your compositions. 7. What shall we do if the train is late? It ... be late, you know, after the terrible snowstorms we've had. 8. When ... you come arid see me? — Let me see: I ... not come tomorrow, for I must be at the meeting, but on Sunday I'll find time. Yes, you ... expect me on Sunday about three o'clock. Will that be all right?

Упр. 479. Заполните пропуски модальными глаголами *can, may* или *must.*

What ... we see on this map? 2. ... you speak Spanish? — No, unfortunately I... 3. At what time ... you come to school? 4. ... I come in? 5. You ... not smoke here. 6. ... take your book? — I am afraid not: I need it. 7. He ... not speak English yet. 8. I have very little time: I ... go. 9. They ... not go to the park today because they are busy. 10. You ... read this text: it is easy enough. *1л*

Упр. 461. Переведите на английский язык, употребляя модальный глагол

can (could).

1. Я умею говорить по-английски. 2. Мой папа не умеет говорить по-немецки.
3. Ты умеешь говорить по-французски? 4. Моя сестра не умеет кататься на коньках. 5. Ты можешь переплыть эту реку? 6. Я не могу выпить это молоко.
7. Она не может вас понять. 8. Ты умел плавать в прошлом году? 9. В прошлом году я не умел кататься на лыжах, а сейчас умею. 10. Вы не можете мне сказать, как доехать до вокзала? 11. Не могли ли бы вы мне помочь? 12. Я не могу перевести это предложение. 13. Никто не мог мне помочь. 14. Где тут можно купить хлеб? 15. Твоя бабушка умела танцевать, когда была молодая? —

Да, она и сейчас умеет.

Упр. 468. Вставьте модальные глаголы *may* или *can.*

1. I ... finish the work tomorrow if no one bothers me any more. 2. ... we come and see you next Sunday at three o'clock in the afternoon? 3. What time is it? — It ... be about six o'clock, but I am not sure. 4. Only a person who knows the language very well ... answer such a question. 5. ... I come in? 6. Let me look at your exercises. I ... be able to help you. 7. I ... not swim, because until this year the doctor did not allow me to be more than two minutes in the water. But this year he says I ... stay in for fifteen minutes if I like, so I am going to learn to swim. 8. Libraries are quite free, and any one who likes ... get books there. 9. I ... come and see you tomorrow if I have time. 10. Take your raincoat with you: it ... rain today. 11. Do you think you ... do that?

Упр. 469. Вставьте модальные глаголы *may* или *can.*

1. You ... come in when you have taken off your boots. 2. Be careful: you ... spill the milk if you carry it like that. 3. Most children ... slide on the ice very well. 4. I don't think I ... be here by eleven o'clock tomorrow, but I ... be. 5. ... you see anything in this inky darkness? 6. You ... go when you have finished your compositions. 7. What shall we do if the train is late? It ... be late, you know, after the terrible snowstorms we've had. 8. When ... you come arid see me? — Let me see: I ... not come tomorrow, for I must be at the meeting, but on Sunday I'll find time. Yes, you ... expect me on Sunday about three o'clock. Will that be all right?

Упр. 479. Заполните пропуски модальными глаголами *can, may* или *must.*

1. What ... we see on this map? 2. ... you speak Spanish? — No, unfortunately I...
3. At what time ... you come to school? 4. ... I come in? 5. You ... not smoke here.
6. ... take your book? — I am afraid not: I need it. 7. He ... not speak English yet.
8. I have very little time: I ... go. 9. They ... not go to the park today because they are busy. 10. You ... read this text: it is easy enough.

Практическая работа № 70-71

Тема: Освоение лексики по теме «Экипаж корабля».

Цель: Развитие навыков письменного перевода с использованием профессиональной лексики.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

Proverbs and sayings (Пословицы и поговорки)

Every country has its customs. – У каждой страны свои обычаи. Что город, то норов.
To carry coals to Newcastle. – Ездить в Тулу со своим самоваром. Возить уголь в Ньюкасл.
So many countries, so many customs. – Сколько стран, столько и обычаев.
When at Rome, do as Romans do. – В чужой монастырь со своим уставом не ходят.
Travel broadens the minds. – Путешествия расширяют кругозор.

The world is a great book of which they who never stir from home read only one page. – Augustine.

Idiomatic expressions
beyond / over the sea(s) – за морем, в чужих краях;
high seas – открытое море;
heavy sea – большая волна;
sit bodkin – сидеть стиснутым между двумя пассажирами;
a sheet anchor – вечное прибежище, единственная надежда;
maiden trip (voyage) – первый рейс (нового корабля);

desk clerk – дежурный администратор;
room service –бюро обслуживания;
to like travelling – любить путешествовать;
hitch-hike – путешествовать на попутках;
make a journey – совершить путешествие;
to set off for a journey – отправиться в путешествие;
go on a two-day trip – отправиться в двухдневный поход;
travel agency – бюро путешествий;
package tour / holiday – путешествие по туристической путевке;
buy a package tour – купить туристическую путевку;
booking office – билетная касса;
reserved booking – предварительный заказ, бронирование;
book tickets – купить билеты (заранее);
get tickets – достать билеты;
book tickets in advance – заказать билеты заранее;
deliver the tickets – доставить билеты;
have (the tickets) delivered – получить билеты с доставкой на дом;
cancel booking – аннулировать предварительный заказ;
a ticket for a train, a plane – билет на поезд, самолет;
be sold out – быть проданным (о билетах);
departure – отправление;
arrival – прибытие;
leave on time / on the dot – отправляться по расписанию;
keep on schedule – идти по расписанию (о транспорте);
be behind schedule – опаздывать (о транспорте);

London via New York – в Лондон через Нь-Йорк;
catch the train – успеть на поезд;
board (a train, plane, a ship) – сесть (на поезд, самолет, корабль);
get off (a train, a plane) – сойти с (поезда, самолета);
travel light – путешествовать налегке;
hand luggage – ручной багаж;
check one's luggage – сдать вещи в багаж;
luggage receipt – багажная квитанция;
suit case – чемодан;
left-luggage office (cloak room, check room) – камера хранения;
lost property office – бюро находок;
to produce tickets – предъявить билеты;
to see Tom off – провожатьТома;
wave / blow a kiss – послать воздушный поцелуй;
fellow-passenger – попутчик;
en route – в пути;
arrive at – прибыть в…;
single room – одноместный номер;
double room – двухместный номер;
snack bar – буфет;
news stand – газетный киоск;
date of arrival / departure – дата приезда / отъезда;
fill in / out the registration form – заполнить регистрационный бланк;
keyboard – дощечка для ключей;
currency exchange office – пункт обмена валюты;
go through one's luggage – досматривать багаж;
leave smth in the care of the Customs-House – оставить что-либо на хранение в таможне;
go through the customs – пройти таможенный досмотр;
charge for excess weight – взимать дополнительную плату за излишний вес;
particulars of the amount, weight and value – точные данные о количестве, весе и стоимости;
reduction (increase) of customs tariffs – снижение (повышение) таможенных тарифов;
customs tariffs – таможенные тарифы;
customs clearing – таможенный досмотр;
fill in / out a customs declaration – заполнить таможенную декларацию;
prohibited articles list – список товаров, запрещенных для ввоза и вывоза;
duty-free quota list – список предметов, разрешенных к беспошлинному провозу;
duty-free – не подлежащий обложению таможенными пошлинами;
fall under restrictions – попадать под ограничение;
Customs restrictions – таможенные ограничения;
Customs regulations – таможенные правила;
stay at the hotel– остановиться в гостинице;
inn – t's opposite the entrance. – Напротив выхода.
Can I get to Helsinki by air? – Могу ли я купить билет на самолет до Хельсинки?
Yes, you can get there by air. – Да, вы можете купить билет на самолет.
Here is my ticket and passport. – Вот мой билет и паспорт;
I'd like to book a single ticket. – Я хотел бы запланировать билет в один конец.
Sorry, we are all booked up for today. – К сожалению, все билеты проданы на сегодня.
How long are you going to stay in the country? – Как долго вы собираетесь оставаться в стране?
Do you have any thing to declare? – У вас есть вещи подлежащие декларированию?
I'd like two tickets for the 7 o'clock train toWarsaw. – Я бы хотел(а) купить два билета на семичасовой поезд до Варшавы.
Where shall I take your luggage, sir? – Куда я могу отнести ваш багаж, сэр?

Take it to the compartment, please. – Отнесите его в купе, пожалуйста.
Let’s make haste, or else we’ll be late for the train. – Давайте поспешим, иначе мы опоздаем на поезд.
Don’t make a fuss, we have still a lot of time left. – Не суетись, у нас достаточно времени.
Good-bye! I wish you a pleasant journey. – До свидания! Приятного путешествия.

Travelling by water
wharf – причал;
ship – корабль;
gangway – вход с трапа;
yacht – яхта;
motor boat – моторная лодка;
ferry – паром;
deck – палуба;
liner – пассажирский пароход;
captain – капитан
mate – помощник капитана;
pilot – лоцман;
boatswain – боцман;
state room – каюта-люкс;
lounge – салон;
crew – команда, экипаж;
steward – дежурный по каютам;
promenade deck – прогулочная палуба;
reserve a passage on board ship – заказать билет на пароход;
raise the gangway – поднять трап;
set sail for – отплыть в …;
call at a port – зайти в порт;
up stream – вверх по течению;
down stream – вниз по течению;
tossing – качка;
be a poor sailor – плохо переносить морскую качку;
be sea sick – страдать от морской болезни.
небольшая гостиница, чаще в сельской местности;
red / green channel – красный / зеленый коридор;
Excuse me, please, where’s Platform six? – Извините, пожалуйста, где платформа 6?

Практические работы№72

Тема: Чтение и перевод текста «Экипаж корабля».
Цель: Изучение новой лексики, отработка навыков чтения
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, текст “Glasgow and it's ships”

Порядок выполнения работы:
1. Ознакомление с лексикой по теме «Корабль»
shipyard - верфь
citizen - горожане
clipper - кусачки
birthplace – место происхождения
barge - баржа
dredger – устричное судно
warship – военный корабль
ice-breaker - ледокол

2. Чтение текста
Glasgow and it's ships
Glasgow is a great Scottish city of about one million people, famous for its shipyards, which line the banks of the Clyde river.

Glasgow citizens are proud of the fact that there is probably not a sea or a sizable stretch of water anywhere from China's Yangtze, Burma's Irrawaddy and South America's Amazon to Lake Titicaca in the Andes Mountains, that is not on any day of the year carrying ships built on Clydebank.

What an interesting story the yards there have to tell I They built the Cutty Sark, the most famous of all the sailing clippers, that raced to Britain from China every year with the new season's crop of tea.

The great Glasgow yards were the birthplace of the three most famous liners: the Queen Elizabeth, the Queen Mary, and the Queen Elizabeth II. On Clydebank they design and build everything from a row-boat to a barge, a dredger, a warship, a floating crane or an ice-breaker.

Think of Glasgow and the Clyde and you automatically think of ships. But ships are not all that is made by the skilful hands of the Glasgow workers.
There are other industries that go with the making of ships, engines and boilers, for instance. Then there are the coal-cutters, the aeroengines, the machinery for sugar refineries, and so on. Glasgow is almost as famous for its engineering factories, its ironworks and its chemicals as for its ships. Its workshops also make furniture, clothing, shoes, sweets and biscuits. And carpets.

Glasgow workers wove the carpets for Westminster Abbey,3 the carpets in use in the British House of Lords and the House of Commons and those in the Commonwealth Parliament buildings at Canberra, Australia, and in the New Zealand Parliament, Wellington.

Besides being a great industrial town, Glasgow is an important centre of Scottish culture. The Medical School of Glasgow's ancient University is known all over the world. The city has fine arts galleries, libraries and a cathedral of considerable architectural interest.

In George Square, Glasgow, you can see the statues of those great sons of Scotland: Walter Scott, who wrote sixty-one books; James Watt, who invented the steam-engine; and Robert Burns, who wrote poems never to be forgotten by mankind.

The working class of Glasgow is proud of its revolutionary traditions. The Clyde Strike of 1919 was one of the greatest in Britain. Over 100,000 workers took part in it, fighting against the police and the army. The strike was suppressed, but the workers have never stopped struggling for their rights, for a better life.

3. Дайте ответы на вопросы по тексту
What are the Glasgow citizen proud of?
Retell the interesting story about Glasgow's yards.
Name 3 most famous liners.
Where does the statue of great sons situated?

Практические работы№73

Тема: Развитие навыков диалогической речи «В море».

Цель: Изучение новой лексики, развитие диалогической речи.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, текст "Glasgow and it's ships"

Порядок выполнения работы:

1. Изучите материал.

2 Выполните задания.

1. Because she was tired, Kate went to bed.
→ Being tired, Kate went to bed.
2. The boy who is standing by the door is my brother.
→ …
3. Donna had a shower before she went to bed.
→ …
4. Because we were late, we took a taxi.
→ …
5. She was lying in her bed and she was reading a book.
→ …
6. Amy picked up her pen and started to write the letter.
→ …
7. The man who is walking towards us is a relative of mine.
→ …
8. After the teacher had explained the exercise, he asked the students to do it.
→ …
9. As we were given dictionaries, we managed to translate the article easily.
10. When he was running across the yard, he fell.
→ …

6.10. Make sentences beginning with Having …

Example: We finished our work, we went home.
→ Having finished our work, we went home.

1. We bought our tickets. Then we went into the theatre. → …
2. They had dinner. Then they continued on their journey. → …
3. Sue did all her shopping. Then she went for a cup of coffee. → …

6.11. Now make sentences beginning with -ing or Not-ing.

Example: I felt tired. So I went to bed early. → Feeling tired, I went to bed early.

1. I thought they might be hungry. So I offered them something to eat.
Thinking …
2. She is a foreigner. So she needs a visa to stay in this country.
Being …
3. I didn't know his address. So I couldn't contact him. Not …
4. The man wasn't able to understand English. So he didn't know what I said. Not …
5. He has travelled a lot. So he knows a lot about other countries. Having …

6. We had spent nearly all our money. So we couldn't afford to stay in a hotel. Having …

Match the words in A with the words in B.

A		B
1) freeboard	a)	purpose
2) a fast	b)	schedule
3) to satisfy	c)	of the motorship
4) to change	d)	the capacity
5) to increase	e)	the demand

6) certain f) vessel

Fill in the proper English words.

1. Warships have a higher (надводный борт) than passenger liners. 2. Ships are designed according to their (назначению). 3. Ships have to (удовлетворять) many demands. 4. Passenger liners call at the ports according to their (расписанию). 5. Modern cargo vessels (увеличили) their capacity. 6. (Что касается) types of ships, they differ greatly. 7. Passenger liners are (быстроходные) vessels. 8. (Торговые суда) may be of different types.

Практическая работа №74

Тема: Выполнение лексических упражнений по тексту «Экипаж корабля».

Цель: Активизация лексики.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

1. Прочитайте и переведите текст

Travelling by Sea

Human beings are very inquisitive and like discovering different places. That is why people all over the world like to travel around the globe. It is not so interesting for them to see the world on TV today. It is precious to see it by their own.

And when people come to beautiful beaches and sparkling blue waters, they understand it is really the amazing thing they wanted to see. There are countless adventures within reach on cruise vacation. There are many cruise companies in the world, and each of these companies can provide you a qualified service.

During the cruise people live in comfortable cabins. During sea days when a cruise liner is in the open sea, people can take sunbathes, swim in the swimming pools, play fools in the slide or promenade around the ship visiting different decks. You can rent a cabin for two, four, six persons.

Cruise companies offer different tours during which you can discover the inhabitants of a coral reef on a glass-bottomed boat, go horseback riding on the beach, go mountain biking rain forests, explore ancient civilizations as you climb mysterious pyramids or snorkel with stingrays and dive 800 feet down in a research submarine. Days onboard are casual but full of joy and new impressions. But don't forget your camera and binoculars, so you don't miss a thing.

Adventures are endless in this area. People can relax on a cruise surrounded by the white-sand beaches and beautiful turquoise waters of the most beautiful islands on the earth, find and visit tropical places where nature brings striking mountains and pristine beaches.

Such islands are home to rich culture and complex histories. There are archaic ruins, beaches, rain forests and many waterfalls. Here you can find new friends and buy a lot of souvenirs.

2.Ответьте на вопросы по тексту

Questions:

1. Why do people like travelling?
2. What adventures can you have while travelling on a cruise ship?
3. Where do people live during the cruise?
4. Where can you go during sea days?
5. What kind of tours do cruise companies offer?
6. What can you go sightseeing when you are on a cruise vacation?

3.Запишите и выучите новую лексику по теме.

Vocabulary:

human beings — человеческие существа
inquisitive — любознательный, пытливый; любопытный
precious — большой ценности, важнее всего
sparkling — блестящий, искрящийся, сверкающий
to provide — снабжать; доставлять; обеспечивать
cabin — каюта
seaday — зд. морской день, день когда корабль находится в открытом море
open sea — открытое море
to take sunbathes — загорать
to play fools — дурачиться
slide — слайд; водная горка

to promenade — прогуливаться; гулять, разгуливать; прохаживаться
deck — палуба
horseback riding — прогулка верхом на лошади
mountain biking — прогулка на велосипеде по горам
rain forest — тропические леса
to climb — взбираться, влезать, восходить, карабкаться, подниматься
mysterious — таинственный; загадочный, непостижимый
to snorkel — плавать под водой с маской и трубкой
stingray — скат
to dive — нырять, бросаться в воду
research submarine — научно-исследовательская подводная лодка
casual — нерегулярный, временный
joy — радость, счастье; восторг
impression — впечатление (эффект, в особенности сильный эффект, произведенный на интеллект, сознание или чувства)
binoculars — бинокль
to explore — исследовать, рассматривать, анализировать
to relax — расслабляться, делать передышку, отдыхать
to stroll — прогуливаться, бродить, гулять (обычно медленно, праздно)
to surround — окружать; обступать
turquoise — бирюзовый цвет
pristine — древний, первоначальный, изначальный; чистый, нетронутый; неиспорченный
archaic — архаический, отживший
ruins — развалины
waterfall — водопад

Практическая работа №75

Тема: Составление монологического высказывания на основе прочитанного.

Цель: Активизация лексики.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

1. Прочитайте текст

Корабль - ship [ʃɪp].

Десантный корабль на воздушной подушке. Airborne assault ship.

Sailingships entered the Odessa harbor.

Парусные корабли вошли в Одесскую гавань.

cruise ship – круизный лайнер

toy ship – игрушечный кораблик

На день рождения Мише подарили игрушечный кораблик и солдатиков.

For his birthday, Misha was presented with a toy boat and soldiers.

Japanese ships went to the port of Vladivostok for refueling and rest.

Японские корабли зашли в порт Владивостока на дозаправку и отдых.

Большой круизный лайнер сел на мель, пассажиров и экипаж эвакуировали.

A large cruise liner ran aground, passengers and crew were evacuated.

Тысяча чертей! Thousand devils!

Он не любил находиться на суше, только выдавалась возможность — он выходил в море.

He did not like to be on land, only the opportunity was given — he went out to sea.

Капитан корабля был в хорошем настроении, поэтому пнул кока не сильно.

The captain of the ship was in a good mood, so he kicked the cook not much.

Shipbuilders created a beautiful ship.

Корабельные мастера создали прекрасное судно.

The sailors lined up on the deck of the ship and greeted the captain.

Матросы выстроились на палубе корабля и приветствовали капитана.

Jack hired to work as a sailor on a ship going to India.

Джек нанялся работать матросом на судно, идущее в Индию.

2.Определите временные формы глаголов в тексте

Практическая работа № 76-78

Тема: Составление диалогов с использованием профессиональной лексики и терминологии. Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме. Контроль знаний. Устный опрос по пройденному материалу

Цель: Научить выбирать основное в тексте. Активизация речи

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

Контроль знаний

1.Составить рассказ используя лексику:

wharf – причал;
ship – корабль;
gangway – вход с трапа;
yacht – яхта;
motor boat – моторная лодка;
ferry – паром;
deck – палуба;
liner – пассажирский пароход;
captain – капитан
mate – помощник капитана;
pilot – лоцман;
boatswain – боцман;
state room – каюта-люкс;
lounge – салон;
crew – команда, экипаж;
steward – дежурный по каютам;
promenade deck – прогулочная палуба;
reserve a passage on board ship – заказать билет на пароход;
raise the gangway – поднять трап;
set sail for – отплыть в …;
call at a port – зайти в порт;
up stream – вверх по течению;
down stream – вниз по течению;
tossing – качка;
be a poor sailor – плохо переносить морскую качку;
be sea sick – страдать от морской болезни.
небольшая гостиница, чаще в сельской местности;
red / green channel – красный / зеленый коридор;
Excuse me, please, where’s Platform six? – Извините, пожалуйста, где платформа 6?

2.Переведите след. текст на английский язык:

Морское путешествие

Человеческие существа очень любопытны по своей натуре и им нравится открывать новые места. Вот почему людям во всем мире нравится путешествовать по всему миру. Нам не интересно видеть мир по телевизору. Важнее всего увидеть мир своими собственными глазами.

И когда люди приезжают на красивые пляжи со сверкающими голубыми водами, они понимают, что то, что они хотели увидеть, — это действительно чудо. Круиз — это бессчетное количество приключений. В мире есть много круизных компаний, и каждая компания может обеспечить качественное обслуживание.

Во время круиза пассажиры живут в комфортабельных каютах. В те дни, когда корабль находится в открытом море, отдыхающие могут загорать, купаться в бассейнах, дурачиться на слайде (водной горке) или прогуливаться по кораблю, посещая разные палубы. Вы можете выбрать каюту на двоих, четверых или шестерых человек.

Круизные компании предлагают различные туры, во время которых вы сможете увидеть жителей кораллового рифа через сделанное из стекла дно лодки, поездить на лошади по пляжу, покататься в горах на велосипеде, исследовать древние цивилизации, взобравшись на пирамиды, которые до сих пор остаются загадкой, или поплавать под водой с маской и трубкой вместе со скатами и спуститься на глубину 800 футов на исследовательской подводной лодке. Дни, проведенные на борту необычные, но полные радости и новых впечатлений. Но не забудьте взять с собой фотоаппарат и бинокль, чтобы ничего не пропустить.

Приключения здесь бесконечны. Отдыхающие, окруженные белыми песчаными пляжами и прекрасными бирюзовыми водами самых прекрасных островов на земле, могут отдохнуть во время своего круиза, найти и посетить тропические места там, где природа открывает перед ними поражающие воображение горы и нетронутые пляжи.

Такие острова имеют давнюю историю и богатую культуру. На них можно найти древние руины, пляжи, тропические леса и много водопадов. Здесь вы можете найти новых друзей и купить много сувениров.

3.Составьте диалог о путешествии на корабле.

Практическая работа №79-80

Тема: Прошедшее продолженное время. Сравнение времен группы Continuous.

Цель урока: Повторение темы и активизация речи

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

Задание 1. Употребите глагол в скобках в правильной форме (утвердительной или отрицательной) в Past Continuous.

I didn't take my umbrella. It ... when I left home. (rain)
Last night at 10 o'clock my brother ... for his exam. (prepare)
Everyone ... in silence. (sit)
I don't know what the teacher ... about, I ... .(talk, listen)
A man ... along the road when he saw a cat. (walk)

Задание 2. Задайте специальные вопросы к предложениям, используя вопросительные слова, данные в скобках.

Paul's grandma was watching TV to learn the latest news. (why)
Yesterday evening was chilly so everyone was wearing a jacket. (who)
On Tuesday at 10 o'clock his boss was flying from Berlin to Moscow. (when)
Her children were playing outside all the time. (where)
John was cleaning his flat from six till eight. (when)

Задание 3. Переведите предложения на английский язык, уделяя особое внимание глаголам, которые не употребляются в форме Past Continuous.

Оливер играл со своей сестрой, когда в комнату вошла мама.
Он любил ее всю свою жизнь.
Я разговаривала с подругой, когда мой телефон зазвонил.
Она слышала стук в дверь, но не открыла ее.
Что ты делал в 3 часа?

Задание 4. Исправьте ошибки в предложениях.

There were a lot of people on the beach but nobody wasn't swimming.
This house was belonging to her grandparents when she moved out.
My cat slept on the sofa when I came back from work.
At 11 o'clock in the morning we was finishing the project.
The television was on because the whole family was watched it.

Задание 5. Напишите глаголы в форме Past Continuous с местоимением, данным в скобках. Уделите особое внимание правописанию.

Пример: play (I) - I was playing
sit (we)
run (he)
lie (they)
live (she)
ski (I)

Ответы с пояснениями

Задание 1.

was not raining

Отрицательные предложения в Past Continuous образуются при помощи вспомогательного глагола was/were + not + глагол с окончанием -ing.

was preparing/ was not preparing

Отрицательные предложения в Past Continuous образуются при помощи вспомогательного глагола was/were + not + глагол с окончанием -ing; утвердительные предложения в Past Continuous образуются при помощи вспомогательного глагола was/were + глагол с окончанием -ing.

was sitting
Утвердительные предложения в Past Continuous образуются при помощи вспомогательного глагола was/were + глагол с окончанием -ing.

was talking, was not listening
Утвердительные предложения в Past Continuous образуются при помощи вспомогательного глагола was/were + глагол с окончанием -ing; отрицательные предложения в Past Continuous образуются при помощи вспомогательного глагола was/were + not + глагол с окончанием -ing.

was walking
Утвердительные предложения в Past Continuous образуются при помощи вспомогательного глагола was/were + глагол с окончанием -ing.

Задание 2.
Why was Paul's grandma watching TV?
Вопросительные предложения в Past Continuous образуются при помощи вспомогательного глагола was/were, который ставится на место перед подлежащим, и глагола с окончанием -ing.

Who was wearing a jacket yesterday evening?
Вопросительные предложения в Past Continuous образуются при помощи вспомогательного глагола was/were, который ставится на место перед подлежащим, и глагола с окончанием -ing.

When was his boss flying from Berlin to Moscow?
Вопросительные предложения в Past Continuous образуются при помощи вспомогательного глагола was/were, который ставится на место перед подлежащим, и глагола с окончанием -ing.

Where were her children playing all the time?
Вопросительные предложения в Past Continuous образуются при помощи вспомогательного глагола was/were, который ставится на место перед подлежащим, и глагола с окончанием -ing.

When was John cleaning his flat?
Вопросительные предложения в Past Continuous образуются при помощи вспомогательного глагола was/were, который ставится на место перед подлежащим, и глагола с окончанием -ing.

Задание 3.
Oliver was playing with his sister when their mother entered the room.
Утвердительные предложения в Past Continuous образуются при помощи вспомогательного глагола was/were + глагол с окончанием -ing.

He loved her all his life.
Глагол love (любить) выражает эмоции. Такие глаголы, как правило, не употребляются во временах группы Continuous.

I was talking to my friend when my phone rang.
Утвердительные предложения в Past Continuous образуются при помощи вспомогательного глагола was/were + глагол с окончанием -ing.

She heard a knock at the door but she didn't open it.

Глагол hear (слышать) относится к глаголам чувственного восприятия. Такие глаголы не употребляются во временах группы Continuous.

What were you doing at 3 o'clock?
Вопросительные предложения в Past Continuous образуются при помощи вспомогательного глагола was/were, который ставится на место перед подлежащим, и глагола с окончанием -ing.

Задание 4.
nobody was swimming
Местоимение nobody является отрицательным. В английском предложении может быть только одно отрицание.

house belonged
Глагол belong относится к группе глаголов-исключений, которые не употребляются во временах группы Continuous.

cat was sleeping
В данном предложении описана ситуация, когда однократное действие происходит на фоне другого (более долгого по времени).

we were finishing
Past Continuous образуется при помощи вспомогательного глагола were для местоимений 1-го лица множественного числа.

was watching it
Past Continuous образуется при помощи вспомогательного глагола was/were + глагол с окончанием -ing.

Задание 5.
we were sitting
he was running
they were lying
she was living
I was skiing

Практическая работа №81-82

Тема: Освоение лексики по теме «Посещение корабля». Развитие навыков письменного перевода с использованием профессиональной лексики.

Цель: Изучение лексического материала.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

1.Переведите текст:

Moscow is the capital of Russia. It's one of the biggest and most beautiful cities in the word. The population of the city is about 9 million people.

Moscow is a political center, where the government of our country works.

Moscow was founded in 1147 by Yuri Dolgoruky. Moscow is an industrial center, too. There are many factories and industrial plants in it.

Moscow is a cultural center. There are a lot of theatres, museum, institutes, libraries and cinemas in Moscow. There are different means of public transport in Moscow. They are trams, buses, trolley buses, taxis, the underground.

Moscow, the heart of our country, is dear not only to Muscovites, but to all Russians.

What sights of our capital would you recommend to visit?

There are many places of interest in Moscow.

(The Kremlin, Red Square, State Moscow University, the Moscow Metro, the Central Stadium in Luzhniki, Gorky Central Park, the Children s Musical Theatre, the Battle of Borodino Panorama Museum, the Museum of History, the Bolshoi Theatre, the Tretyakov Art Gallery, the Pushkin Fine Art Museum, the Central Military Museum).

"ST. Petersburg"

St. Petersburg is often called the northern capital of our country. It's one of the most beautiful cities in the world. And the history of this city is very interesting, too.

ST. Petersburg is the second largest city in Russia. It is one of the most beautiful cities in the world.

It was founded in 1703 by Peter the Great as the "Window on the West".

ST. Petersburg is a city of great beauty, with places, cathedrals, churches, government buildings.

When the First World War began in 1914, the German-sounding name, ST. Petersburg, was renamed after to Petrograd. After the October Revolution the city was renamed after Lenin.

During the Great Patriotic War Leningrad was cut off from the rest of the country for a year and a half. No food could be brought in, and people died of starvation.

Rebuilding took years. Now St. Petersburg is an important industrial, cultural and educational center. The population of the city is over 5 million.

There are many sights in St. Petersburg. The Winter Palace, the Hermitage, the Russian Museum, St. Isaac's cathedral, the Peter-and-Paul Fortress and the Admiralty building attract thousands of tourists from every corner of the world.

2.Выпишите достопримечательности Москвы и Санкт- Петербурга.

Практические работы№83

Тема: Чтение и перевод текста «Посещение корабля».
Цель: Изучение новой лексики, отработка навыков чтения
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, текст “Glasgow and it's ships”

Порядок выполнения работы:
1. Ознакомление с лексикой по теме «Корабль»
shipyard - верфь
citizen - горожане
clipper - кусачки
birthplace – место происхождения
barge - баржа
dredger – устричное судно
warship – военный корабль
ice-breaker - ледокол

2. Чтение текста
Glasgow and it's ships
Glasgow is a great Scottish city of about one million people, famous for its shipyards, which line the banks of the Clyde river.

Glasgow citizens are proud of the fact that there is probably not a sea or a sizable stretch of water anywhere from China's Yangtze, Burma's Irrawaddy and South America's Amazon to Lake Titicaca in the Andes Mountains, that is not on any day of the year carrying ships built on Clydebank.

What an interesting story the yards there have to tell I They built the Cutty Sark, the most famous of all the sailing clippers, that raced to Britain from China every year with the new season's crop of tea.

The great Glasgow yards were the birthplace of the three most famous liners: the Queen Elizabeth, the Queen Mary, and the Queen Elizabeth II. On Clydebank they design and build everything from a row-boat to a barge, a dredger, a warship, a floating crane or an ice-breaker.

Think of Glasgow and the Clyde and you automatically think of ships. But ships are not all that is made by the skilful hands of the Glasgow workers.
There are other industries that go with the making of ships, engines and boilers, for instance. Then there are the coal-cutters, the aeroengines, the machinery for sugar refineries, and so on. Glasgow is almost as famous for its engineering factories, its ironworks and its chemicals as for its ships. Its workshops also make furniture, clothing, shoes, sweets and biscuits. And carpets.

Glasgow workers wove the carpets for Westminster Abbey,3 the carpets in use in the British House of Lords and the House of Commons and those in the Commonwealth Parliament buildings at Canberra, Australia, and in the New Zealand Parliament, Wellington.

Besides being a great industrial town, Glasgow is an important centre of Scottish culture. The Medical School of Glasgow's ancient University is known all over the world. The city has fine arts galleries, libraries and a cathedral of considerable architectural interest.

In George Square, Glasgow, you can see the statues of those great sons of Scotland: Walter Scott, who wrote sixty-one books; James Watt, who invented the steam-engine; and Robert Burns, who wrote poems never to be forgotten by mankind.

The working class of Glasgow is proud of its revolutionary traditions. The Clyde Strike of 1919 was one of the greatest in Britain. Over 100,000 workers took part in it, fighting against the police and the army. The strike was suppressed, but the workers have never stopped struggling for their rights, for a better life.

3. Дайте ответы на вопросы по тексту
What are the Glasgow citizen proud of?
Retell the interesting story about Glasgow's yards.
Name 3 most famous liners.
Where does the statue of great sons situated?

Практические работы№84

Тема: Активация речи «На корабле».

Цель: Изучение новой лексики, отработка навыков чтения

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, текст “Glasgow and it's ships”

Порядок выполнения работы:

Повторить лексику:

shipyard - верфь

citizen - горожане

clipper - кусачки

birthplace – место происхождения

barge - баржа

dredger – устричное судно

warship – военный корабль

ice-breaker - ледокол

Выполните упражнения

Упражнение 1. Допишите недостающие буквы.

st_t_e

b_rg_

sh_py_rd

dr_d_er

w_rsh_p

Упражнение 2. Соедините начало слова с его окончанием.

Citi	per
ice-	zen
clip	dral
tradi	breaker
cathe	tion

Практическая работа№85-86

Тема: Выполнение лексических упражнений по тексту «Посещение корабля». Составление монологического высказывания на основе прочитанного.

Цель: Активизация речи.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности

Порядок выполнения работы:

прочитайте и переведите диалог, подготовьте с соседом диалог по абразцу.

Порядок выполнения задания:

Прочитайте и переведите текст.

This is the apartment. Je vous laisse visiter. Je serai en bas. Merci, madame. Sorry, Nicole. What did she say? She said that we can have a look at the flat. She's going to wait downstairs. Thanks. So, what do you think? Well, it's a long way from the station. And it's on the fourth floor. It's a pity there isn't a lift. Who needs one? The stairs are good exercise. Look, there's a great view from here.

It's also very noisy. Sure, but it has character. It's just how I imagined an apartment in Paris.

Everything's old, including the heating. It will be very cold in the winter. Oh,hi. Well,what's it like? Nice - really Parisian. Are you going to take it? I think so, yeah... I can't wait to see it! Yeah...

Are you OK? Are you on your own? No, I'm with the woman who owns the apartment. I'll call you back. OK, speak later. Love you.

Love you too, bye. Sorry about that. That was... that was my... my daughter. Calling from America?You know. She's just taking an interest. Taking an interest. That's nice.

1. Сопоставьте названия субкультур с их определениями:

Punk	Their clothes – untidy, they have brightly colored hair and wear metal chains. Their music is aggressive and they are not interested in policy.
Hippie	They have their hair long. This subculture is often associated with drugs and rock-n-roll. And they are often called themselves as “children-flowers”.
Hacker	They are wizards of computer community. Some of them are connected with computer crimes in Internet.
Goth	They dress in black, have long black hair. They prefer to speak about death or vampires.
Biker	Their style is leather jacket and cowboy hats. They are mad of their motorized vehicles. Their favorite trend is Harley Davidson.
Skinhead	They are aggressive, dress in military and army boots. .. Many of them dislike people of other races or nationalities. Some of them are football fans.
Hipster	This is a young person from middle class mainly who wear t-shirts silk-screened with quotes from movies you've never heard, mop-top haircuts, swinging retro pocketbooks, talking on cell phones, in gym shoes and narrow jeans with their iPads.
Raver	He or she prefers neon colored clothes, Ibiza, drum n bass, trance, water bottles, and illegal raves in the middle of a field, free love, and just general love for… ecstasy. This person lives for all-night dancing.

Mod	He or she was old teen or young adult from working class but who could earn money. They adored Italian fashion (both clothes and motorized vehicles).
Emo	Today he or she is stereotyped with wearing slim-fit jeans, sometimes in bright colors, and tight t-shirts (usually black and pink). Their popular hairstyle looks like long side-swept bangs, sometimes covering one or both eyes. They associated with a stereotype that includes being particularly emotional, sensitive, shy, introverted.

2. Составьте диалог с продавцом.

You have bought a new model of a CD-player in a shop. Coming home you have noticed that the shop assistant had sold you a cheaper and an older model. You return to the shop to exchange the CD-player or to become your money back

Практическая работа № 87

Тема: Составление диалогов с использованием профессиональной лексики и терминологии.

Цель: Развитие навыков диалогической речи.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, текст «Обязанности палубного матроса»

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомление с лексикой по теме «Обязанности палубного матроса»

Deck Rating – палубный матрос
to report - докладывать
to keep duty – несение вахты
responsibility - обязанность
Chief Officer – старший помощник
Officer of Watch – вахтерный офицер
Fire Patrol – пожарное патрулирование

2. Чтение текста

Reporting:

When on watch keeping duty, the Deck Rating is responsible to the Officer of the Watch.

During day-work or other non-watch keeping activities the Deck Rating is responsible to the Chief Officer.

The Deck Rating should always obtain the consent of the Chief Officer before going on shore leave.

Responsibilities:

Acting as the second lookout to the Officer of Watch and reporting the approximate bearing of ships or other objects, sound signals, and lights.

Acting as helmsman
Using the ship's internal communication systems.
Housekeeping duties.
maintenance work
repair
paint
chip rust
Performing Fire-Patrols
Attending moorings.
Maintaining a safe means of access to ship.

3. Дайте ответы на вопросы.

Retell the responsibilities of Deck Rating.

The Deck Rating should always obtain the consent of the Chief Officer before going on shore leave. True or false?

Using the ship's internal communication systems is one Deck Rating's responsibility. True or false?

4. Выполните лексические упражнения.

Упражнение 1. Соедините английские слова и словосочетания с соответствующими им переводами.

To report старший помощник

responsibility	пожарное патрулирование
Fire Patrol	палубный матрос
Deck Rating	докладывать
Chief Officer	обязанность

Упражнение 2. Поставьте буквы в правильном порядке.
Tydu pkee
hctaw fo foerfic
poretr
ierf lopatr
rangti cedk

Практические работы№88

Тема: Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме.

Цель: Повторить лексический материал.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, текст «Обязанности электромеханика».

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомление с лексикой по теме «Обязанности электромеханика»

electrician - электромеханик
Second Engineer – второй механик
Chief Engineer – старший механик
equipment - оборудование
installation - установка
include – включать в себя
ensuring - обслуживание
undertaking - замеры
assisting – оказывать помощь

2. Чтение текста

Reporting:

The Electrician works in close co-operation with the Second Engineer, therefore he reports to the Second Engineer and thereafter to the Chief Engineer.

He should always obtain the consent of the Chief Engineer before going on shore leave.

Responsibilities:

The Electrician is responsible for the safe and efficient operation of all the ship's electrical equipment and installations.

The Electrician's duties include:

Ensuring the maintenance of main and emergency switchboards, switch-gear, alternators, motors and control gearand fuses.

Maintaining the alarm, monitoring and communication systems on board in good operational order.

Undertaking and recording insulation readings of electrical equipment.

Investigating failures and carrying out repair works.

Ensuring isolation of electrical equipment prior to repair or maintenance works and the posting of warning notices.

Maintaining and controlling of electric arc welding equipment.

Conducting regular checks of galley and pantry equipment.

Inventory of electrical spares, tools and consumables.

Completing relevant maintenance records and keeping the workbook up to date.

Assisting the Chief Engineer in drawing up repair lists and planned maintenance schedules.

Assisting with mechanical repairs as required by the Chief Engineer.

3. Дайте ответы на вопросы.

Retell the responsibilities of the electrician.

The Electrician's duties include undertaking and recording insulation readings of electrical equipment. True or false?

The Electrician's duties include inventory of electrical spares, tools and consumables. True or false?

Retell the electrician's duties.

4. Выполните лексические упражнения.

Упражнение 1. Переведите на английский язык.

В обязанности электромеханика входит оказание помощи при ремонте оборудования.

В обязанности электромеханика входит обнаружение неполадок и выполнение ремонтных работ.

В обязанности электромеханика входит обслуживание главного распределительного щита, переключатели, генераторы переменного тока, моторы и регулировочные механизмы и предохранители.

Электромеханик должен получить разрешение капитана прежде чем пойти на берег.

Электромеханик тесно сотрудничает со Вторым механиком поэтому он подчиняется Второму механику и Старшему механику.

Электромеханик несет ответственность за безопасную и эффективную работу всего электрооборудования и всех электрических установок на судне.

Практическая работа №89

Тема: Контрольная работа №3.

Цель:Контроль знаний лексико-грамматического материала.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

Контрольная работа №3

Тест №1.Choose the correct variant:

1.- Where are the children? It's quiet at home. - They (lie) on the carpet and (draw).
lie, are drawing are lieing, drawing are lying, drawing
2.- What you (do) now? - I (look for) my key. I can't open the door.
What do you do, I look for What are you do, I looking for
What are you doing, I'm looking for What you doing, I'm looking for
3.Listen! Somebody (sing) a lovely song.
Sings, is singing, are singing
4.Why you (put on) the coat? It's sunny today.
are you putting on, do you put on, will you put on, are you putting on
5.Don't make so much noise. I (try) to work.
Tried I'm trying I 'm trying
6.Why you (cry)? Is anything wrong?
do you cry, are you crying, have you crying
7.I (listen) to you attentively.
am listening, listen
8.What time Nick and Rosa (come) for dinner tonight?

is Nick and Rosa coming, Nick and Rosa are coming
do Nick and Rosa come, are Nick and Rosa coming
9.I'm sure you (make) the right choice.
will be made, are making, make
10.Take your umbrella. It (rain) cats and dogs.
Rained, are raining, is raining
11.Why you (not/hurry)? I (wait) for you.
are you not hurry, am waiting aren't you hurrying, waiting
aren't you hurrying, 'm waiting don't you hurry, am waiting
12.I don't speak any foreign languages, but I (learn) English now.
am learning, learn
13.We (spend) next weekend at home.
Spent, are spending, are spend
14.I (meet) Liz tonight. She (come) from Cork.
will meet, comes am meeting, coming am meeting, 's coming
15.He (go) to speak to his parents.
Went is going goes

Тест № 2.

Choose the correct variant:

1. Since then I _____ my job several time.
Changed has changed have changed
2. "You _____ your hair", he cried.
have dyed dyed
3.Jane _____ suddenly that there was a letter attached to the painting.
Found has found had found
4.I _____ that point yet.
haven't considered didn't consider not considered
5.Mary isn't at home. She _____ to work.
Went was has gone
6.They _____ in construction business for 5 years.
Were have been are
7._____ you ever _____ the Queen of Great Britain?
Have ... seen Did ... see
8.He can't find a job. He _____ unemployed for half a year.
Was has been have been
9._____ you ever _____ to Africa?
Have ... travelled Are ... travelled Did ... travel
10._____ you _____ about Miss Carol' marriage?
Did ... hear Have ... heard
11.What _____ you _____ to find the way out?
did ... do have ... done are ... do
12.Nick and Sally _____ each other since their school years.
have known knowed knew
13.His spirits _____ a little. He's all right now.
Revived has revived have revived
14."_____ anything _____ from the flat," asked the policeman.
Is ... disappeared Did ... disappear
Has ... disappeared Have ... disappeared
15."I _____ the letter you asked about, sir," said the butler.
brought'ye brought's brought
16._____ you _____ dinner already?
Did ... have Were ... having

Have ... had

17.He _____ his driving test. He is so happy. He hasn’t been able to pass it for three years.

has just passed have just passed just passed

18.I _____ my keys. I can’t get in.

Have lost lost have losed

19.The taxi _____. Hurry up!

Arrives have arrived has arrived

20._____ you _____ writing your book yet?

Did ... finish Have ... finished

Практическая работа №90-92

Тема: Будущее неопределённое время. Использование будущего времени в разных типах предложений. Сравнение времен группы Simple. Освоение лексики по теме «Плавательная практика».

Цель:Отработать лексико-грамматический материал.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности

Порядок выполнения работы:

1.Составьте дилог используя данную лексику

human beings — человеческие существа
inquisitive — любознательный, пытливый; любопытный
precious — большой ценности, важнее всего
sparkling — блестящий, искрящийся, сверкающий
to provide — снабжать; доставлять; обеспечивать
cabin — каюта
seaday — зд. морской день, день когда корабль находится в открытом море
open sea — открытое море
to take sunbathes — загорать
to play fools — дурачиться
slide — слайд; водная горка
to promenade — прогуливаться; гулять, разгуливать; прохаживаться
deck — палуба
horseback riding — прогулка верхом на лошади
mountain biking — прогулка на велосипеде по горам
rain forest — тропические леса
to climb — взбираться, влезать, восходить, карабкаться, подниматься
mysterious — таинственный; загадочный, непостижимый
to snorkel — плавать под водой с маской и трубкой
stingray — скат
to dive — нырять, бросаться в воду
research submarine — научно-исследовательская подводная лодка
casual — нерегулярный, временный
joy — радость, счастье; восторг
impression — впечатление (эффект, в особенности сильный эффект, произведенный на интеллект, сознание или чувства)
binoculars — бинокль
to explore — исследовать, рассматривать, анализировать
to relax — расслабляться, делать передышку, отдыхать
to stroll — прогуливаться, бродить, гулять (обычно медленно, праздно)
to surround — окружать; обступать
turquoise — бирюзовый цвет
pristine — древний, первоначальный, изначальный; чистый, нетронутый; неиспорченный
archaic — архаический, отживший
ruins — развалины
waterfall — водопад

2.Ответьте на вопросы по тексту

Questions:

1. Why do people like travelling?
2. What adventures can you have while travelling on a cruise ship?
3. Where do people live during the cruise?

4. Where can you go during sea days?
5. What kind of tours do cruise companies offer?
6. What can you go sightseeing when you are on a cruise vacation

Практическая работа №93-95

Тема: Развитие навыков письменного перевода с использованием профессиональной лексики. Чтение и перевод текста «Плавательная практика». Развитие диалогической речи по теме.

Цель: Совершенствовать навыки чтения и перевода.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности

Порядок выполнения работы:

1.Выполните упражнения

Упражнение 1. Write in l'll, we'll, he'll, she'll, they'll, it'll.

I'd like to see animals. I think _____ go to the zoo today.
Wendy likes dinosaurs. I think _____ go to the Natural History Museum.
We like dancing. I think _____ go to the disco.
My parents want to buy presents. I think_____ go to the gift shop. '
Jim likes walking. I think_____ go to the park.
Put on your scarf and hat. I think _____ be cold today.
I want to watch a cartoon. I think _____ go to the cinema tomorrow.
Mike is ill. I don't think _____ go for a walk with him.

Упражнение. 2 Постройте предложения о том, чем будут заниматься члены Вашей семьи в воскресенье. It will be Sunday tomorrow. Say what you and your family will do, making use of the following table.

I		go to the park
My Mummy		walk out a dog
My Dad		read a book
My Granny	will	play games
My sister		listen to music
My brother		cook dinner

Упражнение 3. Поставьте глаголы в скобках в форме **Future Simple (Indefinite)**

I think we_____ two return tickets. (to buy)
Kate _____ ten tomorrow. (to be)
My aunt _____ to Canada next summer. (to go)
I _____ you in the evening. (to phone)
I'm sure our 3-day tour _____ more than 5000 roubles. (to cost)

Упражнение 4. Вставьте 'll или won't.

Lucy was born in 1995. In 2007 she _____ be 12.
It's sunny today. It _____ rain.
Kelly is eleven today. She _____ be twelve until next year.
Rob is nine. He _____ be ten on his next birthday.
This month is May. It_____ be June next month.
Jenny: 'Mum, the bus is late. I _____ be home until eight o'clock.
It's 25 degrees today. It _____ snow tomorrow.
I sent the letter this afternoon. It _____ arrive until tomorrow.

Упражнение 5. Read the sentences in A and decide what to do. Use **I think I'll...**and the words in B. Прочитайте предложения в колонке А и найдите решение в колонке В. Напишите свои решения начиная с I think I'll...

A	B
1 It's hot in this room.	go to the optician's

2 I'm hungry.	open a window
3 My flat is in a mess.	buy a new one
4 I haven't got any stamps	turn on the heating
5 I want some new glasses.	watch it
6 I'm cold.	take a taxi home
7 I've just missed my bus.	get something to eat.
8 There's a good film on TV	go to the post office
9 My watch is broken.	tidy it

I think I'll open a window.

Упражнение 6. Сделайте предложения помощи, используя Future Simple.
1 It's hot in here.
2 These boxes are heavy.
3 The windows are dirty.
4 I haven't got any money.

Упражнение 7. Complete the sentences. Use 'll or won't.
Amy's brother is thirteen. He____ be fourteen on his next birthday.
I bought a lottery ticket, but I ____ win
My dad is thirty-nine. He ____ be forty on his next birthday.
My sister Mary is fifteen. She ____ be sixteen until next year.
My brother's clever. He____ pass all his exams.
It's raining now. But it____ be sunny later.
Debbie and Bob are always late. They____ arrive until eight o'clock.

Упражнение 8. Опишите свои планы на день. Write about your plans for this afternoon.
Begin like this:
First I'll have dinner. Then I'll go for a walk. After that ...

1. Прочитайте текст.
2. Найдите значения незнакомых вам слов в словаре для полного понимания содержания прочитанного.
Переведите письменно

A Visit to Stratford

Stratford is a very interesting town, in the centre of England. Everybody knows it as Shakespeare's birthplace. There are no mountains or deep valleys near Stratford but there are beautiful woods, green fields, a quiet gentle river the Avon and lovely black and white houses, with thatched roofs.

The first place which everybody goes to see there is Shakespeare's house. It is a small house with small rooms in the centre of Stratford. In one of these rooms Shakespeare was born. On the walls of this room you can see many names of famous people who visited this place: Walter Scott, Dickens, Thackeray and others. In one room there stands a little wooden desk, the desk that Shakespeare sat at when he went to the grammar school in Stratford.

There is a garden behind the house with many flowers, trees and plants which Shakespeare mentioned in his plays. You can see a church there, where Shakespeare was buried. There is a bust of Shakespeare that was made by a Dutch sculptor who lived near Shakespeare's Globe Theatre and saw Shakespeare many times. Not far from Shakespeare's house there is a very old hotel that was probably there in Shakespeare's time. The rooms haven't got numbers on the doors as most hotels have. Instead every room has the name of a Shakespeare play on it – the "Hamlet" room, the "Romeo and Juliet" room and so on.

gentle – тихий
Globe Theatre – театр “Глобус”
to bury – хоронить
thatch – соломенная
the grammar school – гимназия
Dutch – голландский
4. Ответьте вопросы к тексту письменно.
1. What is Stratford famous for?
2. What river can you see near Stratford?
3. Where is Shakespeare’s house?
4. What famous people visited Shakespeare’s house?
5. Where was Shakespeare buried?

Практическая работа №96-98.
Тема: Развитие навыков аудирования с использованием профессиональной лексики. Выполнение лексических упражнений по тексту «Плавательная практика». Составление монологического высказывания на основе прочитанного.
Цель: Разговорная практика.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности
Порядок выполнения работы:

1. Прочитайте и переведите текст на русский язык.

TANKER

A tanker is a one-deck vessel with the engine-room and the superstructure which are situated on the aft. The cargo space of a tanker is divided into cargo compartments with transverse and one, two or three fore-and-aft bulkheads. They are called cargo tanks. The part of the tanks is designed for water ballast. The pump compartment with cargo pumps for unloading the vessel from oil is situated to the bow from the engine-room. Their power can reach 3000 gallons of oil per minute. Tankers must be equipped with fire-fighting systems. There are two types of tankers: for carrying of dark petroleum oil and purified petroleum oil. A tanker for carrying of dark petroleum oil transports heavy fuel, lubricating oil, etc. A tanker for carrying of purified petroleum oil transports gasoline, kerosene, etc.

2. Запомните новые слова, относящиеся к судовым помещениям.

batteryroom - аккумуляторная
wingcargocompartment - бортовой грузовой отсек
pantry - буферная
bathroom - ванная
fanroom - вентиляторная
wet provision - влажная кладовая
W.C. / water closet - гальюн
cargo space - грузовые помещения
shower room - душевая
accommodation spaces - жилые помещения
crew accommodation spaces - жилые помещения команды
closet trunk - закрытая шахта
galley - камбуз
vegetableroom - камера для овощей
apprentice’saccommodation - каюта практиканта
officer’smessroom - кают – компания
storeroom - кладовая
linenroom - кладовая белья
corridor - коридор

smoking (smoker) room - курительный салон
sickbay / ship’s hospital - лазарет
lift - лифт
paint room - малярная
workshop - мастерская
engineworkshop - машинная мастерская
carpenter’sshop - плотницкая
stairways - межпалубные трапы
vegetable room - овощная камера
deck stores - палубные кладовые
babershop - парикмахерская
bake shop - пекарня
swimming pool - плавательный бассейн
under-deck tunnel - подпалубный коридор
bosn's store - подшкиперская
forecastle - полубак
emergencypumproom - помещение аварийного насоса
garbageroom - помещение для мусора
controlroom - пост управления
laundry - прачечная
provisionstore - продовольственная кладовая
radio room–радиорубка
work clothes - раздевалка
switchboard room - распредщитовая
wheel house - рулевая рубка
officer’s saloon - салон
captain's dayroom - салон капитана
saloon - салон комсостава
crew dayroom - салон экипажа
engine-room casing - световой люк
foam station - станция пенотушения
bunkeringstation - станция приема топлива
CO-2 room - станция угле кислотного тушения
crewmess-room - столовая экипажа
dryingroom - сушилка
tallyroom - тальманская
saleshop - торговый киоск
stairway - трапмеж палубный
rope store - тросовая кладовая
hold - трюм
shaftalley/tunnel - туннель гребного вала
sewageplant - фекальная станция
lamproom - фонарная
refrigeratedchamber - холодильная камера
chainlocker - цепной ящик
centralcontrolroom (CRR) - центральный пост управления (ЦПУ)
pipeandcabletrunk - шахта для труб и кабелей
chartroom - штурманская рубка
SWBD (switchboard) room - щитовая
electrician'sstore - электрокладовая

3. Составьте диалог используя лексику по теме.

Практическая работа №99-101

Тема : Составление диалогов с использованием профессиональной лексики и терминологии. Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме. Контроль знаний. Устный опрос по пройденному материалу.

Цель: Повторение и закрепление лексического материала.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности

Порядок выполнения работы:

1) Match the words and their translations:

Job	библиотекарь
Nurse	работа
Librarian	зубной врач
Lawyer	адвокат, юрист
Dentist	медсестра
Engineer	программист
Computer programmer	инженер
Farmer	водитель
Housewife	писатель
Driver	домохозяйка
Actor	спортсмен
Writer	фермер
Sportsman	актер
Actress	актриса
Artist	художник
Doctor	повар
Waiter	доктор
Cooker	продавец
Politician	переводчик
Shop-assistant	политик
Translator	певец
Coach	официант
Singer	тренер

2) Match the professions and their definitions:

1) an architect	a) works with the computer
2) a teacher	b) designs buildings
3) a dentist	c) plays football
4) a vet	d) teaches children at school
5) a doctor	e) looks after peoples teeth
6) a photographer	f) looks after sick people

3) Try to choose an appropriate profession:

Possibilities: doctor, driver, artist, stewardess, director, singer

1. She speaks foreign languages. She works very long hours, but she doesn't work every day. She likes people and travel, and she travels a lot in her work.. She is a ...

2. She doesn't work in an office. She is not a teacher. She works very long hours, and she often works at night – it's a hard job. She likes people and she helps them. She loves her job. She is a ...

3. He gets up at half past seven every day, has breakfast at eight o'clock, and starts work at half past nine. He works in an office. He has two secretaries and two telephones. He does not work on Sundays. He likes people. He is a ...

4. He usually gets up at eleven o'clock, and has breakfast at 12. He works at home. Sometimes he may work outside. He works in the afternoons, but not every day. Sometimes he works long hours, sometimes he does not work at all. He loves his job. He is an ...

5. She lives in a big city. She gets up late and has a late breakfast. She works late in the evening. She goes to and from work by taxi. People like to listen to her and sometimes they send her flowers. She is a ...

6. He gets up at five o'clock in the morning. He has breakfast and lunch in motorway restaurants. He works sitting down and travels a lot in his work. He likes his job. He is a ...

4) Name the profession:

1) I work outside and I love flowers. I'm a …….. .
2) I look after sick people in a hospital, but I'm not a doctor. I'm a …… .
3) I work in a small restaurant. I prepare food for out quests. I'm a ……. .
4) I love animals. Some people call me an animal doctor. I'm a …… .
5) I'm an artist and my job is taking photographs. I'm a ……. .
6) I'm interested in fashion. I make clothes for women. I'm a …….. .

5) Match the professions and their definitions (unknown words are given before the exercise)

plans new buildings – планирует новые здания
one of the fine arts – одно из искусств
wooden objects – изделия из дерева
cooks food – готовит еду
treat the teeth – лечит зубы
roads, bridges – дороги, мосты
language - язык
advise people a – даёт советы относительно законabout laws
mine - шахта
ship - корабль
repairs shoes – чинит туфли
a ship or plane – корабль или самолёт
garments - мужская одежда
changes writing from one language into another – меняет письменную речь с одного языка на другой
weave cloth - шьёт одежду

shoemaker - обувщик
artist - художник
tailor - портной
physician - врач
smith - кузнец
interpreter – устный переводчик

Task: choose the suitable words.

1. A person whose job is to keep and examine the money accounts of business or people is called …
2. A person who plans new buildings and sees that they are built properly is called … .
3. A person who practices or works in one of the fine arts is called … .
4. A person who is skilled at making and repairing wooden objects is called … .
5. A scientist who specializes in chemistry is called … .
6. A person who prepares and cooks food is called … .
7. A person professionally trained to treat the teeth is called … .
8. A person who works at a dock is called … .
9. A person who drives a car is called … .

10. A person who plans and understands the making of machines, roads, bridges is called … .
11. A person who owns or plans the work on a farm is called … .
12. A person who changes speech from one language into another is called … .
13. A person whose profession journalism is called … .
14. A person whose business is to advise people about laws and to represent them in court is called … .
15. A worker in a mine is called … .
16. A person who performs on a musical instrument, or who writes music is called … .
17. A person qualified to practise both medicine and surgery is called … .
18. A person who studies physics is called … .
19. A person who flies an aircraft is called … .
20. A member of a navy, or sailor on a ship, who is not an officer is called … .
21. A person who makes or repairs shoes is called … .
22. A worker in iron or other metals is called … .
23. A man who serves passengers on a ship or plane is called … .
24. A person who makes garments (одежда) for men is called … .
25. A person who changes writing from one language into another is called … .
26. A person whose job is to weave cloth is called … .

For help:
a) dentist, b) shoemaker, c) artist, d) tailor, e) accountant, f) driver, g) seaman, h) architect, I) physician, j) chemist, k) smith, l) docker, m) translator, n) farmer, o) carpenter, p) lawyer, g) steward, r) weaver, s) journalist, t) cook, u) physicist, v) interpreter, w) pilot, x) miner, y) musician, z) engineer.

Практическая работа №102

Тема: Придаточные предложения времени и условия.
Цель: Активизиция грамматического материала.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности
Порядок выполнения работы:
Изучите материал:

Эта тема – одна из самых серьёзных в английской грамматике. Изучая язык на начальном этапе, можно какое-то время обходиться и без этих знаний. Но чем выше будет ваш уровень, тем больше у вас появится желания разнообразить и усложнить свою речь, сделав её приближенной к той, которой владеют носители языка. В этот момент возникнет необходимость изучить придаточные предложения условия: их значение, разновидности, способы образования и примеры употребления.

Где используются?
В английском языке, как и в русском, все предложения разделяются на простые и сложные. А последние, в свою очередь, могут быть сложносочинёнными и сложноподчинёнными. Первый тип не создаёт больших трудностей при изучении грамматики иностранного языка. Но в случае со вторым есть некоторые нюансы.

Рассмотрим типичное сложноподчинённое предложение на английском языке:

If (when) the weather is fine, I'll go for a walk – Если (когда) погода будет хорошая, я пойду гулять.

В данном случае можно легко увидеть две составные части:

I'll go for a walk – главное предложение (main clause);
if (when) the weather is fine – придаточное условия (condition clause) или времени (time clause).
Что обозначают?
В рассмотренном выше примере главное предложение выражает мысль: «Что произойдёт?», а придаточное – «При каком условии (или в какое время, когда) это произойдёт?»

В таких предложениях выражена неразрывная смысловая и грамматическая связь главной и придаточной части. Вообще, подчиняемые конструкции могут выражать самые различные значения: образ действия и степени, место, время, условие, причина, следствие, цель, сравнение, уступка. Но в данной статье речь пойдёт только о двух видах, выражающих ситуации времени и условия.
Употребляемые союзы
Характерно то, что в сложноподчинённых предложениях главная часть неизменно одна, а придаточных может быть несколько. Все они находятся в прямой зависимости (логической и грамматической) от главного компонента и присоединяются к нему с помощью разнообразных союзов и союзных выражений. Вот самые употребительные:

if – если;
in case – в случае;
when – когда;
while – пока, в то время как;
as soon as (as long as) – как только;
until – пока не, до того как;
after – после того как;
before – перед тем как;
unless (if not) – если не. Что такое придаточное времени?

В данному типу относится часть сложного предложения, которая подчиняется главной, при этом отвечая на вопросы: «Когда?», «Как долго?», «Как давно?», «С каких пор?», «До каких пор?» и т.п.

Для присоединения придаточных времени к главной части используются союзы: when, after, before, until и другие с подобным значением. Однако с целью удостовериться, что выражается именно значение времени, а не какое-то другое, надёжнее всего задать вопрос.

Что такое придаточное условия?

Такие грамматические конструкции отвечают на вопрос: «При каком условии?». Они довольно разнообразны и присоединяются союзами if, in case, unless и т.д. Но не всегда союзное слово выступает гарантией того, что в предложении реализуется именно значение условия. Потому что во многих случаях оборот, например, с if, переводится не «если», а «ли». Сравните:

I'll come if they invite me – Я приду, если они меня пригласят.
I don't know if they will invite me – Я не знаю, пригласят ли они меня.

Практическая работа №103-104

Тема: Возвратные местоимения. Составление придаточных предложений с использованием возвратных местоимений.

Цель: Активизиция грамматического материала.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности

Порядок выполнения работы:

Повторите материал.

Выполните упражнения

Упражнения: Переведите на английский язык:

Если я поеду в США этим летом,я буду навещать ... .

Если я чувствую себя голодной в этот вечер,я буду есть ... .

Если у меня будет время в следующие выходные,я пойду ... .

Если я должен написать рассказ для домашнего задания,я буду писать про ... .

Если вы приехали в мой дом,вы увидите ... .

Если завтра будет холодно,я надену ... .

Если мы закончим сегодня пораньше ... .

Если я ссорюсь с родителями ... .

Если я потеряю ключи ... .

Если мы получаем слишком много домашних заданий ... .

Если мой лруг попадает в беду ... .

Я съем свою шляпу, если ... .

Мы будем очень счастливы, если ... .

Я буду возмущаться со своим другом, если ...

.

. Раскройте скобки в условных предложениях I типа и поставьте глаголы в правильную форму.

H-p: If it … (rain), we … (stay) at home. (Если пойдет дождь, мы останемся дома.) – If it rains, we shall stay at home.

If he … (practice) every day, he … (become) a champion. (Если он будет тренироваться каждый день, он станет чемпионом.)

She … (help) us if we … (ask). (Она поможет нам, если мы попросим.)

If they … (have) enough money, they … (open) a restaurant next year. (Если у них будет достаточно денег, они откроют ресторан в следующем году.)

I … (not talk) to you anymore if you … (insult) me. (Я не буду с тобой больше разговаривать, если ты обидишь меня.)

If Bob … (not keep) his word, Anna … (be angry) with him. (Если Боб не сдержит слово, Анна разозлится на него.)

Ты поможешь мне, если ... ?

Практическая работа №105

Тема: Освоение лексики «Как найти дорогу к…»

Цель: Активизиция лексического материала.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности
Порядок выполнения работы:
Изучите лексику
Составьте свои примеры

В городе. Как спросить и указать дорогу.
GETTING ABOUT TOWN

1. **TRAMS, BUSES, ETC**	**1.ТРАМВАИ, АВТОБУСЫ И Т.П.**
I'm all tired (fagged) out with that walk, let's take the tram.	Я устал от ходьбы, давайте поедим на трамвае
Where is the tram-stop?	Где остановка трамвая?
Does this tram run to the centre of the city?	Этот трамвай идёт к центру города?
What bus (trolley-bus) must I take to reach-?	Каким автобусом (троллейбусом) я могу доехать до…?
Where should I tell the conductor to put me off?	Как мне сказать кондуктору, где мне выходить?
Shall I have to walk far after I get off?	Мне далеко придется идти после того, как я сойду?
Can you tell me if there is a bus from here to-?	Не можете ли вы сказать, идет отсюда автобус до…?
Is this the queue for Route No. 5?	Это (очередь) на пятый номер (трамвая, автобуса и т.п.)?
Does Route No. 5 stop at N. Square?	Пятый номер останавливается на площади Н.
Where do I change No. 5 for No. 21?	Где нужно делать пересадку с пятого трамвая на двадцать первый?
What tram are you waiting for?	Какой трамвай вы ожидаете?
The bus goes right past the place.	Автобус идет как раз мимо этого места.
Route No. 5 takes you right there.	Пятым (трамваем) вы доедете прямо туда.
Get on the 5 at the stop in N. Street.	Садитесь на пятый (номер) на улице Н.
You'll have to change to the bus at N. Street.	Вам придется пересесть на автобус на улице Н.
You can take either the 5 or the 21.	Вы можете ехать или пятым или двадцать первым (номером).
You may go as far as N. square and change to the Metro there.	Вы можете доехать до площади Н., а там пересесть на метро.
It'll take you 10 minutes to get there.	Чтобы доехать туда, у вас уйдет 10 минут.
The bus will land you there in 20 minutes.	Автобус доставит вас туда за 20 минут.
It takes the tram so long to come.	Что-то долго нет трамвая.
Here comes our tram.	А вот и наш трамвай.
What a rush!	Какая толчея!
What a nuisance these trams are!	Какие все-таки эти трамваи неудобные!
Where is the entrance (exit)?	Где вход (выход)?
Why, is the entrance in the middle?	Как, разве вход посредине?
Have I boarded the right bus, conductor?	Кондуктор, я сел на правильный автобус?
Get in and be quick about it.	Садитесь побыстрее.
Step in, please.	Садитесь, пожалуйста.
What luck! The tram is almost empty.	Нам повезло! Вагон почти пустой.
Save a seat, Tom, will you?	Пожалуйста, займи мне место Том.
Is this seat taken?	Это место занято?

Is this seat engaged?	Это место занято?
All the seats are full.	Все места заняты.
The tram's overcrowded.	Вагон переполнен.
Oh, how crowded the tram is!	О, как тесно в трамвае!
I'm all cramped.	Меня стиснули до невозможности.
Hold on to the rail (strap), Tom.	Держись за поручень (ремень), Том.
I hate travelling during rush hours.	Я терпеть не могу ездить в часы «пик».
Shove ahead in front there.	Стоящие впереди, пройдите еще вперед.
Move ahead (along), will you?	Продвигайтесь вперед, пожалуйста.
What are we waiting for, conductor?	Кондуктор, чего мы ждём?
I say, young man,	Послушайте, молодой человек,
could you possibly move aside a little?	вам не трудно посторониться немного?

What is the fare to N. Square? Сколько стоит проезд до площади Н.?
How much is a ticket to N.? Сколько стоит билет до Н.?
Fares, please. Оплачивайте проезд, пожалуйста.
Here you are, conductor. One, please (in a tram). Вот, кондуктор. Один, пожалуйста.
Two to N. Street, please (in a bus). Два до улицы Н., пожалуйста.
I am sorry, but I have no change. Извините, но у меня нет мелочи.
How far have you to go? Куда вы едете?
Where did you get on the bus? Где вы сели?
Pass over the fare, please. Передайте, пожалуйста, деньги.
The child must not put its feet on the seat, madam. Ребенок не должен становиться ногами на сиденье, мадам.
You have to go two stages more. Вам надо проехать еще две остановки.
You have taken the wrong bus. Вы сели не на тот автобус.
Here's your stop, madam. Вот ваша остановка, мадам.
Do you get out at the next stop, young man? Вы сходите на следующей остановке, молодой человек?
Seems, we'll have to move forward; the tram's slowing down. Пожалуй, нужно продвигаться вперед; трамвай замедляет ход.
Isn't it time to alight (to get out, to get down)? Не пора ли вставать?
At which end is the exit? С какого конца выход?
Step along, please. Прошу быстрее, пожалуйста.
Well, here we are, at last (after all). Ну вот мы и приехали, наконец.
Well, step out, please. Выходите, пожалуйста.
There's a jam in the traffic. (The traffic is blocked.) Образовалась пробка в уличном движении.
The traffic is rather heavy at this time of (the) day. В это время дня уличное движение очень сильное.
There is no bus service today. Сегодня автобусы не ходят.
Will the bus run today? Сегодня будет автобус?

Практическая работа № 106

Тема: Чтение и перевод ситуационных диалогов.

Цель: Развитие диалогической речи .

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности

Порядок выполнения работы:

Прочитайте, переведите диалоги

Dialogue 1

-excuse me, what is name of this bridge?
-it's Palace Bridge. You are new here, aren't you?
-Not quite. I was in St. Petersburg some years ago on a short visit. Can you tell me some words about that grey building to the right?
-Oh, it's the Peter and Paul Fortress. It is the first stone building of St. Petersburg.
-And what's the name of that wonderful garden opposite it across the Neva?
-It's the famous Summer Garden.
-And that green-and-white building is the Winter P&IUGG isn't it?
-Right you are. That's the world-known Hermitage. And if you look to the left you'll see the building of St. Petersburg University.
-And opposite the University you can see St. Isaac's Cathedral. Am I right?
-Yes, you are. Do you know the monument in front of it?
-Oh, sure, it's the monument to Peter the Great, the Bronze Horseman.
-And now, have a look at this yellow building. It's the Admiralty. It's spire is one of symbols of St. Peters burg.
-Oh, thanks a lot. Can you help me with some advice?
-Most willingly.
-I'm here only for a couple of days. What places of interest shall I see first?
-Well, first of all I'd recommend you to visit the Russian museum, the Mariinsky Opera and Ballet Theatre and the suburbs of St.Petersburg: Pushkin and Pavlosk. If you stay here over the weekend I'd be able to show you round the city.
-Oh, it's so kind of you. By the way ,how much is the fare in public transport?
- roubles on a bus and … Roubles on the metro. Here is my telephone number. If you have time for sightseeing give me a ring, please.
-Thanks. I'll do it by all means. Good-buy.
-See you.

Dialogue 2

-Excuse me , can you tell me the way to Trafalgar square?
-Certainly. Go down Regent Street to Picadilfy Circus and then and then go down the Haymarket. Trun to the left at the bottom and in less than a minute you'll be in Trafalgar Square.
-Thank you very much. How far is it from here?
-If you walk, it'll take you ten you minutes or a quarter of an hour.
-Is there a bus?
-There's sure to be. But you'd better ask the policeman over there. He give you all the information you want.
-Than you

Read and practice saying the dialogues.

1.

Excuse me, officer, is there a bus from here to Trafalgar Square?
Yes, sir, any bus'll take you. There's bus stop just over there. Ask the conductor to put you down at Trafalgar Square.

2.

A:Excuse me, madam!
B:Yes?
A:Can you tell me the way to the Opera and Ballet Theatre?
B:Certainly. Take a no 2 bus and it will take you right there.
A:And where is the nearest bus stop?
B:it's just round the comer.
A:Thanks a lot.
B:You are welcome.

3.

A:Pardon me, is there a bus from here to Lenin prospect?
B:Yes, take a no 111 bus. It stops on the other side of the square, near the “Kirov Plant”metro station.
A:And can I get there by the metro ?
B:Yes,of course. And what part of the prospect do you need ?
A:I want “Narvsky” department store.
B:Then you should go by the metro.
A:Thank you very much.
B:That's all right.

4.

A:Excuse me, does a no 81 bus stop here?
B:Yes, it does.
A:Will it take me to the centre of the city?
B:No, it won't .You’ll have to change on to a no 14 bus in Pushkin street.
A:Thanks.
B:That's all right .

5.

A:Excuse me, how can I get to Palace square?
B:Any bus or trolley-bus that goes along Nevsky prospect will take you there .
A:Will it take me long if I walk?
B:I think, about 20 minutes.
A:Thank you.
B: You are welcome.

Практическая работа №107

Тема: Как спросить дорогу в порту. Выполнение лексических упражнений.
Цель: Развитие диалогической речи .

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности
Порядок выполнения работы:
Ответьте на вопросы

Answer the following questions.

A.

1. Where is the nearest bus –stop? 2. Where do I get off for the "Passage" department store? 3. Can you tell me the way to the Central post office? Savings -bank? Airlines agency? Snack -bar? 4. Is the nearest hotel farm for here? 5. How can I get to Moscow railway station? The Hermitage? The Drama theatre? 6. Will it take me long if I walk to the Russian museum? 7. Is there a direct bus from here to the University? 8. Where is the nearest tram stop? metro station ? taxi stand ? 9. I am on the right bus (tram)? 10. Where do I change on to a No 7 bus? 11. What`s the public transport fare in St. Petersburg?

B.

1. Do you know the city you live in very Well? 2. How do you get to the University? 3. How long does it take you to get the University? 4. What number bus do you take when you go to the Hermitage? The Russian museum? The zoo? The public library? Moscow railway station? 5. What kind of public transport do you like best? 6. From what time in the morning till what time at night do buses run? 7. What`s the difference between the traffic rules in Great Britain and on the Continent? 8. What is the main street in your home town? 9. What is your home town remarkable for?

Практическая работа №108

Тема: Выполнение лексических упражнений.

Цель:: Совершенствовать знания лексики .

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности

Порядок выполнения работы:

Закончите диалоги

Finish up the dialogues below.

1.

- Excuse me , can you show me the way to Palace square?

-**……**

- How long will it take me to get there?

-**……**

-Thank you very much.

-**……...**

2.

- Can I help you?

- **……**

- Are you here for the first time?

-**……...**

- What place are you looking for?

-**……..**

- Oh, it`s not far from the centre of the city. Any bus will take you there.

-**…….**

- It`s … roubles.

-**……..**

-That`s all right. You are welcome.

Translate the dialogues into English

1.

A: Извините, Вы не можете мне помочь?
B: Весьма охотно. Чум я могу быть Вам полезен?
A: Как мне попасть к Петропавловской крепости?
B: О, это нетрудно. Мы сейчас на Садовой улице. Недалеко отсюда трамвайная остановка.
A: Я могу сесть там на любой трамвай?
B: Нет, Вы можете сесть на трамвай № 2, 3, 34.
A: Сколько времени понадобиться, чтобы доехать туда?
B: Около 10-15 минут. Первая остановка после моста будет Ваша.
A: Большое спасибо.

Практическая работа №109

Тема: **Составление диалогов по заданной теме «Как найти дорогу к …?»**

Цель: Систематизировать изученный материал.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности

Порядок выполнения работы:

2. Переведите диалог
3. Составьте собственный диалог по теме

A: Извините, как пройти к гостинице “Санкт-Петербург”?
B: К соложению, отсюда нет прямого транспорта, Вам придется делать пересадку.
A: Мы приезжие и не знаем системы городского транспорта. Вы не объясните нам дорогу?
B: Охотно. Сначала Вам надо доехать до Финляндского вокзала. Вы можете сесть на автобус 107 или 137
A: Автобусная остановка далеко отсюда?
B: Нет, она за углом.
A: Где мы должны выйти?
B: Вы выйдете у Финляндского вокзала. Это конечная остановка.
A: Сколько стоит проезд в автобусе?
B: … рублей. Но в автобусе нет кондуктора, Вам придется купить талоны (tokens) на автобусной остановке или у водителя.
A: На какой транспорт нам сесть у Финляндского вокзала?
B: Оттуда можно дойти пешком. Это займет у Вас мунут 15. Или садитесь на трамвай № 6. Он доставит Вас прямо до гостиницы.
A: Большое спасибо.
B: Пожалуйста.

Практическая работа №110

Тема: Обобщение и систематизация изученного лексико-грамматического материала по теме

Цель: Систематизация изученного материала.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности

Порядок выполнения работы:

Выполните задания

Read the sentences below. Find then equivalents in the right-hand column.

Блок 1

1. Walk on the pavement only.
2. Cross the street at special crossing when the Light has changed to green.
3. Look to the left before stepping off the curb and to the right when you have reached the dividing line.
4. Take the second turning to the left.
5. Go straight ahead till you come to Anichkov Bridge.

Блок 2

1. Don't stand between tram tracks.
2. If you are caught in the middle of the street when the light changes, stay where you are. Drivers will thus have a better chance to steer clear of you.
3. Cross only in back of parked buses and trolleybuses and only in front of parked tramcars, otherwise you may not notice moving vehicles.
4. Are you getting off at the next stop?
5. All fares, please.

Блок 3

1. Remember that it is against the rule for a driver to signal except in emergencies.
2. Don't stand between tram tracks.
3. Cross the street at special crossing when the light has changed to green.
4. Go straight as far as the first (second) ruining to the left (right).
5. Take a № 2 bus.

А)Посмотрите налево, прежде чем сойти с тротуара, и направо, когда вы дойдете до середины проезжей части.
Б)Ходите только по тротуарам.
В)Переходите улицу на специальных перекрестках, когда зажигается зеленый свет.
Г) Второй поворот налево.

Д)Идите прямо до Аничкина моста.

А)Платите за проезд, пожалуйста.
Б) Обходите стоящие автобусы и троллейбусы только сзади, а стоящие трамваи только спереди, иначе вы можете не заметить движущийся транспорт.
В)Не стойте между трамвайными путями.
Г) Если смена сигнала светофора застала вас на проезжей части, остановитесь на месте. Таким образам водителям будет легче объехать вас.
Д) Вы выходите на следующей остановке?

А)Не стойте между трамвайными путями.
Б) Переходите улицу на специальных перекрестках, когда зажигается зеленый свет.
В)Помните, водителям запрещено подавать звуковые сигналы, кроме исключительных случаев.
Г) Садитесь на “двойку”.

Блок 4

1.You should get off at the next stop but one (two).
2. Ask the conductor (the driver) to put you down in Sadovaya street.
3. 55 bus will take you right there.
4. It’s five minutes’ walk from here.

Блок 5

1.I’m afraid it’s a long way from here.
2. It’s very far from here.
3. It’s just two steps from here.
4. You’d better go by the underground.
5. Get off in Theatre square and change on to a number 2 bus.

А) Попросите водителя сказать вам, где нужно выйти, чтобы попасть на Садовую улицу.
Б)Это в пяти минутах ходьбы отсюда.
В) 56 автобус довезет вас прямо туда
Г) Вам нужно выйти через остановку.
Д) Это прямо за углом.

А) Это в двух шагах отсюда.
Б)Сойдите на Театральной площади и садитесь на автобус № 2
В) отсюда очень далеко.
Г)Боюсь, что это далеко отсюда.
Д) Вам лучше проехать на метро.

Практическая работа 111-113.
Тема: Чтение, перевод текста «Металлы и сплавы».
Цель: Развитие навыков монологической речи и письма.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

Выполните задания

1. Переведите текст.
2. Выполните задания.
Automation (part 1)

Automation is the system of manufacture perform-ing certain tasks, previously done by people, by machines only. The sequences of operations are controlled auto-matically. The most familiar example of a highly auto-mated system is an assembly plant for automobiles or other complex products.

The term automation is also used to describe nonmanufacturing systems in which automatic devices can op-erate independently of human control. Such devices as automatic pilots, automatic telephone equipment and automated control systems are used to perform various operations much faster and better than could be done by people.

Automated manufacturing had several steps in its development. Mechanization was the first step necessary in the development of automation. The simplification of work made it possible to design and build machines that resembled the motions of the worker. These specialized machines were motorized and they had better production efficiency.

Industrial robots, originally designed only to perform simple tasks in environments dangerous to human work-ers, are now widely used to transfer, manipulate, and position both light and heavy workpieces performing all the functions of a transfer machine.

In the 1920s the automobile industry for the first time used an integrated system of production. This method of production was adopted by most car manufacturers and became known as Detroit automation.

The feedback principle is used in all automatic-con-trol mechanisms when machines have ability to correct themselves. The feedback principle has been used for centuries. An outstanding early example is the flyball governor, invented in 1788 by James Watt to control the speed of the steam engine. The common household ther-mostat is another example of a feedback device.

Using feedback devices, machines can start, stop, speed up, slow down, count, inspect, test, compare, and measure. These operations are commonly applied to a wide variety of production operations.

Computers have greatly facilitated the use of feedback in manufacturing processes. Computers gave rise to the development of numerically controlled machines. The motions of these machines are controlled by punched paper or magnetic tapes. In numerically controlled ma-chining centres machine tools can perform several dif-ferent machining operations.

More recently, the introduction of microprocessors and computers have made possible the development of computer-aided design and computer-aided manufacture (CAD and CAM) technologies. When using these systems a designer draws a part and indicates its dimensions with the help of a mouse, light pen, or other input device. Af-ter the drawing has been completed the computer auto matically gives the instructions that direct a machining centre to machine the part.

Another development using automation are the flex-ible manufacturing systems (FMS). A computer in FMS can be used to monitor and control the operation of the whole factory.

Automation has also had an influence on the areas of the economy other than manufacturing. Small comput-ers are used in systems called word processors, which are rapidly becoming a standard part of the modern office. They are used to edit texts, to type letters and so on

Many industries are highly automated or use automa-tion technology in some part of their operation. In com-munications and especially in the telephone industry di-alling and transmission are all done automatically. Rail-ways are also controlled by automatic signalling devices, which have sensors that detect carriages passing a par-ticular point. In this way the movement and location of trains can be monitored.

Words to the text

automation - автоматизация;

manufacture - производство; previously - ранее;

sequences of operations - последовательность действий; assembly plant - сборочный завод; nonmanufacturing - не относящийся к обрабатывающей промышленности;

automated control systems - автоматизированная система управления;

to resemble - походить, иметь сходство;
workpieces – детали;
transfer machine - 1) многопозиционный (станок)автомат; 2) (автоматическая) станочная линия; 3) (автоматическая) сборочная линия;
integrated system - 1) встроенная система; 2) комплексная система; интегрированная система; 3) (микро)система в интегральном исполнении;
feedback - обратная связь;
device - устройство, приспособление; механизм; аппарат, машина, прибор;
to apply - применять к (чему-л.); использовать, употреблять для (чего-л.);
facilitate - облегчать; содействовать; способствовать; помогать, продвигать;
punched paper tape - перфорированная бумажная лента, бумажная перфолента;
computer-aided design (CAD) - автоматизированное проектирование;
computer-aided manufacturing (CAM) - 1) автоматизированное производство; 2) автоматизация производственных процессов; 3) автоматизированная подготовка производства;
dimension - измерение, размеры;
flyball governor - центробежный регулятор;
lexible manufacturing systems (FMS) - гибкие производственные системы;
to detect - замечать, открывать, обнаруживать;
to require - нуждаться (в чём-л.); требовать (чего-л.)

II. Answer the questions to the text:

How is the term automation defined in the text?

What is the most «familiar example» of automation given in the text?

What was the first step in the development of automaton?

What were the first robots originally designed for?

What was the first industry to adopt the new integrated system of production?

What is feedback principle?

What do the abbreviations CAM and CAD stand for?

What is FMS?

What industries use automation technologies?

III. Translate the following sentences into Russian:

The term automation is also used to describe nonmanufacturing systems.

The feedback principle is used in all automatic-con-trol mechanisms.

Computers gave rise to the development of numerically controlled machines.

Using feedback devices, machines can start, stop, speed up, slow down, count, inspect, test, compare, and measure.

More recently, the introduction of microprocessors and computers have made possible the development of CAD and CAM technologies

Another development using automation is the flex-ible manufacturing systems.

Small comput-ers are used in systems called word processors.

Not all industries require the same degree of automa-tion.

Each industry has its own concept of automation.

The sequences of operations are controlled auto-matically.

Практическая работа № 114

Тема: Общесудовые устройства. Развитие навыков письменного перевода с использованием профессиональной лексики.

Цель: Совершенствование навыков чтения с полным пониманием.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

Прочитайте и переведите текст на русский язык.

Six Different Types of International Ships

If you are going to work in the shipping sector or have a general interest in sailing the seas then you might want to know what different types of ships there are. You may come across a wide range of different vessels and it's useful to be able to identify them when you are at sea. It is also important to note that safety rules vary a lot depending on what type of ship you are operating. Each type of vessel has its own strict rules that must be followed.

Working on each type of ship can also be completely different, so it's worth doing your research before you apply for a job. For example, working on a fishing vessel is a completely different experience to a cargo ship.

If you are new to the industry then here are some of the main types of international ships that you will probably come across on your travels.

1. Cargo Ships

Cargo ships are generally used to transport cargo safely from one place to another. They will have a ship with a multi-deck or single-deck hull. There are thousands of cargo ships around the world, transporting goods across the globe. They are crucial to international trade. Cargo ships can transport things such as food, petroleum, furniture, metals, clothes and machinery.

2. RoRo (Roll on Roll Off)

Most vehicles that are being transported over water internationally are done on a Roll on Roll off ship. The reason this ship is so popular to transport vehicles is that it's safer and much faster to just drive a car onto the ship than using a crane. Once the cars are aboard, they are braced (прикрепл) to the ship's deck to keep them from moving around while the ship is at sea.

3. Tankers

Tankers are ships that primarily carry huge quantities of liquid. They can carry a wide range of liquids such as oil, water, wine and lots of different chemicals that need transporting. They come in lots of different sizes but some of the larger vessels have the capacity to carry several hundred thousand tons.

4. Passenger Ships

Passenger ships are officially defined as ships that carry more than 12 passengers. If you own a passenger ship then you will need to follow strict safety rules. There have been several disasters with

passenger ships lately so the rules have been updated to improve safety. Passengers should be able to travel in a safe and comfortable environment. Passenger ships also include cruise ships.

5. Fishing Vessel

Fishing vessels are boats and ships designed to catch fish and marine wildlife. They are used for leisure purposes but also for commercial fishing. There are millions of fishing vessels being used to catch fish around the world. If you are considering working on a fishing vessel then it is important to know that they are very dangerous. According to the International Maritime Organisation (IMO) there are around 24,000 deaths on fishing vessels each year. All ships engaged in international voyages must install special navigational equipment. This electronic information system can help fisherman avoid bad weather and navigate through international seas.

6. High Speed Craft

High speed crafts are also sometimes called 'fast ferries'. They are mainly designed for civilian use as passenger ferries. They also include hovercrafts, catamarans and hydrofoil boats. High speed crafts are able to go faster because they use air pressure and powerful turbines.

2. Сделайте пересказ.

Практическая работа 115.

Тема: Развитие навыков устного перевода по теме «Основные материалы в производстве» (2 часа).

Цель: Развитие навыков перевода и письма.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

1. Прочитайте, переведите текст.

2. Сделайте пересказ.

Metals are materials most widely used in industry because of their properties. The study of the production and properties of metals is known as metallurgy.

The separation between the atoms in metals is small, so most metals are dense. The atoms are arranged regularly and can slide over each other. That is why metals are malleable (can be deformed and bent without fracture) and ductile (can be drawn into wire). Metals vary greatly in their properties. For example, lead is soft and can be bent by hand, while iron can only be worked by hammering at red heat.

The regular arrangement of atoms in metals gives them a crystalline structure, irregular crystals are called grains. The properties of the metals depend on the size, shape, orientation, and composition of these grains. In general, a metal with small grains will be harder and stronger than one with coarse grains.

Heat treatment such as quenching, tempering, or annealing controls the nature of the grains and their size in the metal. Small amounts of other metals (less than 1 per cent) are often added to a pure metal. This is called alloying (легирование) and it changes the grain structure and properties of metals.

All metals can be formed by drawing, rolling, hammering and extrusion, but some require hot-working.

Metals are subject to metal fatigue and to creep (the slowincrease in length under stress) causing deformation and failure. Both effects are taken into account by engineers when designing, for example, airplanes, gas-turbines, and pressure vessels for high-temperature chemical processes. Metals can be worked using machine-tools such as lathe, milling machine, shaper and grinder.

The ways of working a metal depend on its properties. Many metals can be melted and cast in moulds, but special conditions are required for metals that react with air.

Практическая работа № 116

Тема: Вклад российских ученых в развитие аддитивных технологий.
Цель: Совершенствование навыков чтения с полным пониманием.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

1. Прочитайте. переведите.
2. Составьте диалог по теме.

Technologies in Our Life

People can hardly imagine their lives without modern technologies nowadays. It is almost impossible to go out without a mobile phone or an MP3 player, for example. These devices have become an important part of our life. Moreover, almost every day either a new technology is being invented or an old one is being improved.

Future Technology

The future promises us many wonderful changes including the ones in the field of science. Its development will certainly lead to the appearance of new technologies. In my essay, I will try to imagine what they will turn out to be and how they will affect our lives.

Практическая работа 117.
Тема: Методы производства. Освоение лексики.
Цель: Развитие лексических навыков говорения.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

Вставьте в пропуски подходящие слова:

shipyard, plan, lasts, mold, maintenance, biological growths, relationships, construction, layout, specification, welded, painted, launched, blueprints, ceremony, repair, sustained, peculiarities, stages, dimensions, sandblasting, expectancy

1. A ship passes through several_____ during its career.
2. The details of contract to build the ship are widely based on _____ between the shipowners, operators, designers and the .
3. After the vessel is_____ it goes into service.
4. A naval architect creates a project outline according to required ____ and basic _____of spaces and displacement.
5. The designer produces an overall_____ and general _____ describing the _____ of the vessel.
6. The construction _____ are used at the building site.
7. The period of ship construction _____ to several years and the _____ takes place in a shipyard.
8. The hull of fiberglass sailboat is constructed from a _____ while the steel hull of a cargo ship is made of a large units _____together.
9. The hull assembled and _____, it is launched.
10. Ship launching is often a _____ of great significance.

11. Constant_____ is needed during the whole ship career.
12. Performed operations in diydocks and pierside are suitable for _____ and conversion.
13. Repair and maintenance include removing _____ on the hull. _____ and repainting the hull.
14. Ships _____ major damage can be repaired or converted.
15. A life _____of a ship can last between 20 and 100 years.

2. Ответьте на вопросы по тексту:

1. How many stages does a ship pass through its life?
2. What are these phases?
3. Where does a ship begin its life?
4. What moments does ship's design include?
5. How long does ship's construction last?
6. Need a ship be repaired during its life?
7. What is the average period of a ship's life?

3. Найдите пары слов с одинаковым значением:

1) stage
2) ship
3) significance
4) to go away
5) feature
6) plan
7) to finish
8) designer
9) constant
10) case
11) to produce
12) to comprise
13) to reduce

a) event
b) vessel
c) to go down
d) to include
e) to end
f) permanent
g) peculiarity
h) architect
i) to manufacture
j) phase
k) to minimize
l) scheme
m) importance

1) to build
2) thoroughly
3) main
4) air condition
5) generally
6) to charge
7) to take place
8) complex
9) season
10) overall
11) to run

12) to convert
13) to sink
a*) period*
b) to happen
c) ventilation
d) usually
e) carefully
f) to load
g) to operate
h) to transfer
i) difficult
j) basic
k) to depart
l) general
m) to construct

4. На основе данных глаголов составьте форму герундия и переведите. Примеры: *to retell – retelling –пересказ; to swim – swimming – плавание.*

to collect, to read, to smoke, to get, to finish, to prepare, to play, to register, to tell, to translate, to indicate.

5. Выпишите из данных предложений неличную форму глагола и укажите, какая именно это форма – инфинитив, герундий или причастие 1, 2.

1. He will write to his parents tomorrow. 2. I enjoy playing football. 3. The performed work showed good results. 4. She likes to get presents. 5. I noticed a letter lying on the table. 6. Smiling, he handed her a bouquet of flowers. 7. His car needs washing. 8. A broken cup laid on the floor. 9. He promised to telephone or write.

Практическая работа 118.

Тема: Современные тенденции инженерии. Диалоги.

Цель: Совершенствование знаний лексического материала.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

1. Выучите слова.

1. vessel – судно, корабль
2. float – плавать, держаться на поверхности
3. distinguish – различать
4. capacity – тоннаж, вместимость, способность
5. fishing boat – рыболовное судно
6. sophisticated – сложный, изощренный
7. cargo – груз
8. gunpowder - порох
9. log raft – деревянный плот
10. nuclear-powered – атомный
11. aircraft carrier - авианосец
12. rowboat – гребная шлюпка
13. to navigate – плавать

navigator – мореплаватель

14. desert - пустыня
15. mankind, humankind – человечество
16. canoe – каноэ, байдарка

17. slave trade – работорговля
18. to define – определять
definition – определение
19. (to) sail - парус, совершать плавание
20. goods – товары
21. entertainment – развлечение
22. purpose – цель
23. (im)possible – (не)возможно
24. port of registry - порт приписки

2. Прочитайте и переведите текст:

A ship is a large vessel that floats on water. Ships are generally distinguished from boats based on size and passenger capacity. Ships may be found on lakes, seas, and rivers and they perform for a variety of activities, such as the transport of people or goods, fishing, entertainment, public safety, and warfare. Ships and boats have developed alongside mankind. In major wars, and in day to day life, they have become an integral part of modem commercial and military systems. Fishing boats are used by millions of fishermen throughout the world. Military forces operate highly sophisticated vessels to transport and support forces ashore. Commercial vessels carry billion tons of cargo.

These vessels were also key in history's great explorations and scientific and technological developments. Navigators such as Zheng He spread such inventions as the compass and gunpowder. Ships have been used for such purposes as colonization and the slave trade, and have served scientific, cultural, and humanitarian needs.

As Thor Heyerdahl demonstrated with his tiny boat Kon-Tiki, it is possible to navigate long distances upon a simple log raft. From Mesolithic canoes to today's powerful nuclear-powered aircraft carriers, ships tell the history of humankind.

The term 'ship' is close to the concept of a vessel, but is not equivalent to it. A vessel is a wider concept. So, it is impossible to name a rowboat or a water bicycle the ship, however they are vessels. Usually only big military-oriented vessels or sailing vessels with a certain kind of equipment are called the ships.

Because of a certain similarity of desert to the sea a camel metaphorically is named 'the desert ship'.

A ship has its unique own name, as a rule, has the state flag and a port of registry. Also, registers of the transport ships are regularly made and updated. The most known is the Lloyd's register.

3. Переведите словосочетания на английский:

которые ходят (плавают) -
основанный на... -
рыболовство -
развлечение -
неотъемлемая часть -
рыбацкие лодки -
управлять -
исследования и технологические
разработки -
работорговля -
колонизация -
большие расстояния -
авианосец -
парусное судно -
государственный флаг -
обычно -
признавать (допускать, разрешать) -
разрабатывать -
в крупных войнах -
военные силы -

перевозить тонны грузов -
мореплаватель -
изобретение пороха -
цель -
управлять судном -
эпоха мезолита -
история человечества -
верблюд -
составлять и обновлять -

4. Соотнесите слова и словосочетания в двух колонках:

10) to navigate
11) to be close to
12) to make and update
a) activities
b) explorations and scientific and technological developments
c) forces ashore
d) colonization and slave trade
e) capacity
f) upon a log raft
g) an integral part
h) billions tons of cargo
i) on water
j) scientific, cultural and humanitarian needs
k) concept to a vessel
l) register of ships

4. Заполните пропуски данными предлогами:

from, by, upon, on, to, for, of, with, because of

1. A ship floats____water.
2. Ships are usually distinguished____boats.
3. Ships may be found____lakes, rivers, and seas.
4. Ships are used as the transport _____people and cargo.
5. Fishing boats are used_____million_____fishermen.
6. Ships were used _____ colonization and the slave trade.
7. Thor Heyerdahl demonstrated _____tiny boat that it is possible to navigate long distances _____a log raft.
8. Ships tell the history of mankind Mesolithic canoes _____ nowadays aircraft carriers.
9. A vessel has its own name, state flag and a port _____ register.
10. _____a certain similarity _____ desert _____ the sea a camel meta phorically named ‘the desert ship’.

Практическая работа 119.

Работа с текстом «Что такое аддитивные технологии?».

Цель: Совершенствование навыков чтения с полным пониманием.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал.

Порядок выполнения работы:

1. Переведите текст.

2. Сделайте пересказ.

What are additive technologies?

Additive Manufacturing is a method of creating three—dimensional objects, parts or things by layer-by-layer addition of material: plastic, metal, concrete and, possibly in the future, human tissue. Such

three-dimensional or 3D objects are created using 3D printers. The name of the technology comes from the English word add — add.

Depending on the final result , there are several directions of application of additive technologies:

Manufacturing of parts (Rapid Patterns) that will be used as templates for the final product. Often used in jewelry.
Production of molds (Rapid Tooling) using additive methods. Then they can be used for molding and casting products.
Direct Digital Manufacturing (DDM) is the production of the final product by additive methods.
The terms "additive technologies" and "3D printing" are often used synonymously. The term "3D printing" appeared earlier and is more often used when it comes to inexpensive home printers. On the scale of industrial production, people usually talk about additive technologies.

The history of additive manufacturing began with the invention of the first 3D printer. It was designed by Charles Hull in 1983. He came up with a device that could print a small plastic cup in a new way — by layering with the help of ultraviolet radiation. Hull called this technology stereolithography. Today, many 3D printers work on the basis of this technology.

Практическая работа 120.
Тема: Аддитивное производство: технологии и материалы.
Цель: Совершенствование навыков чтения с полным пониманием.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы

1. Прочитайте, переведите текст.
2. Сделайте реферирование.

Materials for additive manufacturing

A master is only as good as his tools are good. So a 3d printer is only as good as the materials it uses. We have all heard about additive manufacturing, but in order for this technology to go from rapid prototyping to mass production, it needs to overcome many obstacles.

Undoubtedly, one of the biggest barriers in turning 3D printing into a production process is the limitations associated with materials. We have already come a long way from the days when only branded plastic threads were used. Metal-based manufacturing has been developing rapidly in recent years, and the trend of open polymer platforms for 3D printing has encouraged many players, such as DuPont, to create new applications of materials for the additive market.

The state of the additive manufacturing industry
You can not even talk about the growth of the AP market in the last ten years. Moreover, the available forecasts suggest that the 3D printing market will continue to overtake traditional production technologies, such as injection molding and CNC machines. The forecast for AP with the use of metal is even more optimistic, which explains why companies such as Vulcan Laboratories, which previously concentrated on AP with the use of polymers, have started investing in the use of metal.

Noticeable changes in the AP industry are easier to perceive by assessing how much this industry has advanced in such a short time. "In 2008, 3D printing was done by a handful of companies that produced a couple of printers a year for research purposes. But now the whole industry is developing

at a speed significantly different from what it was 10 years ago," says John Kawola, president of Ultimaker.

Gordon Styles, president and founder of Star Rapid, noted the changes in materials for the AP. "Ten years ago, I would not have thought that it was possible to print with materials of high strength, chemically resistant and reflecting heat," he says. — It was until recently, but the startup Markforged is doing just that. Instead of larger corporations offering this technology, Markforged was the first to create onyx parts, and even uses Kevlar, carbon fiber and HSHT fiberglass thread."

As the words of Kavola and Stiles show, the contrast between 2008 and 2018 in the 3D printing industry is very noticeable. In ten years we have gone from several companies to hundreds, we have seen an explosive growth of opportunities for desktop 3d printing, simultaneously with a sharp drop in price. And we have gone from theoretical discussions about the use of metal and other materials in 3D printing, to additive manufacturing of parts for the aerospace

Практическая работа 121.
Тема: Типы 3D принтеров.
Цель: Совершенствование навыков аудирования.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

1. Прочитайте, переведите текст.
2. Составьте 10 вопросов.

1) FDM (fused deposition modeling) printers that squeeze out some material layer by layer through a dispenser nozzle, I will not describe in detail, we know everything about them. All makerbot-like printers + Stratasys printers + various culinary printers (use glaze, cheese, dough) + medical that print with “live ink” (when any set of living cells is placed in a special medical gel that is used further in biomedicine)
2) Polyjet technology was invented by the Israeli company Objet in 2000. in 2012 they were bought by Stratasys. The essence of the technology: the photopolymer is fired in small doses from thin nozzles, as in inkjet printing, and immediately polymerizes on the surface of the manufactured device under the influence of UV radiation. An important feature that distinguishes PolyJet from stereolithography is the ability to print with various materials.
Advantages of the technology: a) the thickness of the layer is up to 16 microns (the blood cell is 10 microns) b) prints quickly, since the liquid can be applied very quickly. Disadvantages of the technology: a) prints only using a photopolymer — a highly specialized, expensive plastic, as a rule, sensitive to UV and quite fragile.
Application: industrial prototyping and medicine
LENS (LASER ENGINEERED NET SHAPING)
The powder-shaped material is blown out of the nozzle and hits the focused laser beam. Part of the powder flies by, and the part that gets into the focus of the laser is instantly sintered and layer by layer forms a three-dimensional detail. It is by this technology that steel and titanium objects are printed. Since before the advent of this technology, only objects made of plastic could be printed, no one took 3D printing particularly seriously, and this technology opened the doors for 3D printing in the “big” industry. Powders of various materials can be mixed and thus alloys can be obtained on the fly.
Application: for example, titanium blades for turbines with internal cooling channels. Equipment Manufacturer: Optomic
4) LOM (laminated object manufacturing)
Thin laminated sheets of material are cut with a knife or laser and then sintered or glued into a three-dimensional object. I.e., a thin sheet of material is laid, which is cut along the contour of the object,

thus one layer is obtained, the next sheet is laid on it, and so on. After that, all the sheets are pressed or sintered.
In this way, 3D models are printed from paper, plastic or aluminum. To print models made of aluminum, thin aluminum foil is used, which is cut out along the contour layer by layer and then sintered using ultrasonic vibration.
SL (Stereolithography) Stereolithography.
There is a small bath with liquid polymer. The laser beam passes over the surface, and at this point the polymer under the influence of UV polymerizes. After one layer is ready, the platform with the part is lowered, the liquid polymer fills the void, then the next layer is baked, and so on. Sometimes the opposite happens: the platform with the part rises up, the laser is located at the bottom accordingly…
After printing by this method, post—processing of the object is required - removal of excess material and support, sometimes the surface is sanded. Depending on the required properties of the final object, the model is baked in so-called ultraviolet ovens.
Photopolymer is often toxic, so when working with it, you need to use protective equipment and respirators. It is difficult and expensive to maintain and maintain such a printer at home
Advantages: fast and accurate, accuracy up to 10 microns. To sinter a photopolymer, a laser from a Blu-ray player is enough, thanks to which cheap, accurate printers working with this technology (e.g. Form1) appear on the market.

Практическая работа 122.
Тема: Настоящее совершенное время. Образование. Употребление.
Цель: Изучение грамматического материала.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:
Изучите материал.
Составьте собственные примеры.

Past Perfect	**Present Perfect**	**Future Perfect**	
Строение	had + V3	have/has + V3	will have + V3
Вспомогательные глаголы	had	have/has	will have
Слова-маркеры	by, before, after, when, by the time, yet, already, first, earlier	already, yet, just, still, ever , never, lately, recently, since, many years, many times, until now	by, by that time, by then, before, after, when
Случаи употребления			
Действие, которое завершилось/ завершится до определенного момента времени	I had finished my work yesterday by 5 o'clock. – Я закончил работу вчера в 5 часов.	не может быть использовано с точными указателями времени	I will have finished my work tomorrow by 5 o'clock. – Я закончу работу завтра к 5 часам.
Действие, которое завершилось/завершится до другого действия или события	I had finished my work when he came. — Я уже закончил работу когда он пришел.		I will have finished my work when he come. — Я уже закончу работу когда он придет.

Действие произошло недавно	I have just finished my work. – Я только что закончил работу.
Действие началось в прошлом и все еще продолжается	I haven’t eaten since breakfast. — Я с завтрака ничего не ел.
Период еще не закончился (today, this week/month)	Has anybody seen Frank today? — Кто-нибудь видел Фрэнка сегодня?
Нам важен результат, опыт, перемены	I have never been to Japan. — Я никогда не был в Японии
Предположение о том, что уже произошло	I thought you had called Tom. — Я думал, что ты позвонила Тому.

Как образуется Present Perfect?

Время Present Perfect образуется при помощи вспомогательного глагола have / has и Past Participle (третьей формы смыслового глагола: V3).

Вспомогательный глагол меняется в зависимости от подлежащего:

- I / You / We / They → have (для 1-го, 2-го лица и форм множественного числа)
- She / He / It → has (для 3-го лица единственного числа)

Завершает конструкцию времени Present Perfect смысловой глагол в третьей форме (V3).

Если смысловой глагол правильной формы — то его третья форма (V3) образуется при помощи окончания -ed.

Если смысловой глагол неправильный — то его третью форму (V3) берем из таблицы неправильных глаголов.

Например:

- to try → tried (пытаться) to cook → cooked (готовить) to finish → finished (заканчивать)
- to get → got (получать) to keep → kept (хранить) to see → seen (видеть)

Утверждение:

Утвердительное предложение в Present Perfect образуется при помощи вспомогательного глагола have / has и смыслового глагола с окончанием -ed для правильных глаголов или третьей формы неправильного глагола (V3)по формуле:

- I / You / We / They + have + Ved (V3)
- She / He / It + has + Ved (V3)

I have decided — Я решил

You have played — Ты играл

He has done — Он сделал

It has turned on — Оно включилось

В предложениях и повседневной речи часто можно встретить сокращенную форму вспомогательных глаголовhave / has. Она образуется при помощи добавления к подлежащему ‘ve (для have) или ‘s (для has):

- I have = I’ve
- You have = You’ve
- We have = We’ve
- They have = They’ve
- She has = She’s

- He has = He’s
- It has = It’s

I’ve done my tasks — Я выполнил свои задачи
He’s washed the dishes — Он вымыл посуду
Отрицание:
Отрицательные предложения в Present Perfect образуется при помощи добавления частицы not после вспомогательного глагола have / has, но перед основным смысловым глаголом. Формула выглядит следующим образом:

- I / You / We / They + have not + Ved (V3)
- She / He / It + has not + Ved (V3)

I have not done my homework — Я не сделал домашнюю работу
They have not come — Они не пришли
She has not finished her tasks — Она не выполнила свои задачи
It has not turned on — Оно не включилось
В отрицании частицу not можно сократить путем присоединения ее к вспомогательному глаголу have / has:

Have not = haven’t
Has not = hasn’t

Практическая работа №123
Тема: Контрольная работа№4
Цель: Контроль знаний лексико-грамматического материала.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

Задание 1.

Переведите предложения на русский язык

1) Our main engine requires general overhaul.

2) There are such types of engines as “Burmeister and Wein”, “Sultzer”, “Pilstick”.

3) The part of the hull below water is the ship’s underwater body.

Задание 2.

Перепишите следующие предложения и переведите их, обращая внимание на особенности перевода на русский язык определений, выраженных именем существительным.

1) We shall make a complete repair of the camshaft drive.

2) Pressure also affects the boiling point.

3) The working steam pressure in the steam drum on nominal load is 44 kg/sm^2.

Задание 3.

Перепишите следующие предложения, содержащие разные формы сравнения, и переведите их на русский язык.

1) The bigger the ship, the slower its speed.

2) The differences of these two substances are more noticeable than their similarities.

3) The Manfred Nystron is the newest and most powerful tug.

Задание 4.

Перепишите и письменно переведите предложения на русский язык, обращая внимание на перевод неопределенных и отрицательных местоимений.

1) Our main engine was in operation for some 10 years.

2) No expansion takes place as the steam flows through the blading.

3) Any ship has a hull.

Задание 5.

Перепишите следующие предложения, определите в них видовременные формы глаголов и укажите их инфинитив; переведите предложения на русский язык.

1) Heat changed water into vapour.

2) Tomorrow the representative of our company will come on board.

3) The air register has a diffuser.

Задание 6.

Перепишите и письменно переведите текст.

THE CREW.

A modern cargo ship has two departments on her board: the deck department and the engine department. The deck department includes navigators, radio-operators, sailors and a doctor. We call navigators according to their rank on board ship: master (captain), chief officer (chief mate), second officer (second mate), third officer (third mate), junior officer (fourth mate) and the fifth officer (fifth mate).

The duties of the officers are as follows:

The master is responsible for the safety of the crew, ship, cargoes and passengers (if any). The chief officer is the head of the deck department. The second officer is responsible for loading and unloading cargoes at the port of departure and destination. The third officer choose the charts for the coming voyage and makes necessary corrections on the charts according to the latest navigational information (warnings). The fourth officer keeps an account of technical documents. The fifth officer or the administrative assistant of the captain provides the ship with provision and supply.

All the navigators but the fifth mate keep watch on the navigating bridge where they keep a sharp look-out as there may be some other ships crossing the course at any moment. The officer on watch takes bearings of light-houses, light-vessels and other coastal or sea objects. He does it as often as possible to check the ship’s position.

Практическая работа 124.

Тема: Перспективы аддитивных технологий в России.

Цель: Совершенствование чтения с полным пониманием.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите материал.
2. Сделайте пересказ.
3. Подготовьте доклад по теме.

Stages of product creation using additive technologies
In industry, the production of 3D products goes through several general stages (they may vary depending on methods and materials):

3D modeling or creating a sketch of a product (Computer Aided Design or CAD).
Creating a smaller copy of the product from a cheaper material, for example, inexpensive plastic instead of metal.
Printing of the product itself after the copy has been verified. The printer, following the sketch, adds layers of liquid, powder or sheet material and makes the part, sometimes in just a few hours.
Advantages of additive technologies and their difference from traditional production
Speed of manufacture. Using traditional methods, a complex part is produced within months, and with 3D printing it can be done in a few hours. After manufacturing, additional machining is often not needed.
Waste-free production. In traditional manufacturing, there is a high risk of sending an incorrectly manufactured part to waste. When using additive methods, if a metal part does not work out, it can be turned into powder again and the same product can be printed from it again.
Absence of seams and welded joints. Unlike traditional production, with the help of additive technologies, it is possible to obtain products with unique properties, without seams and joints. Such objects cannot be made by welding and stamping.
The most popular methods of manufacturing 3D products
Laser Stereolithography (LSA) is the very first 3D printing technology, when models are made of liquid photopolymer resins using an ultraviolet laser or its equivalent.
Processes
Additive manufacturing (AP) includes seven different processes. Products can be created in layers by:

extrusion,
spraying (jet spraying),
UV curing,
lamination,
fusing of materials.

Практическая работа №125
Тема: Составление монологического высказывания на основе прочитанного.
Цель: Развитие молнологической речи.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работ
Прочитайте и переведите текст.

TANKER

A tanker is a one-deck vessel with the engine-room and the superstructure which are situated on the aft. The cargo space of a tanker is divided into cargo compartments with transverse and one, two or three fore-and-aft bulkheads. They are called cargo tanks. The part of the tanks is designed for water ballast. The pump compartment with cargo pumps for unloading the vessel from oil is situated to the bow from the engine-room. Their power can reach 3000 gallons of oil per minute. Tankers must be equipped with fire-fighting systems. There are two types of tankers: for carrying of dark petroleum oil and purified petroleum oil. A tanker for carrying of dark petroleum oil transports heavy fuel, lubricating oil, etc. A tanker for carrying of purified petroleum oil transports gasoline, kerosene, etc.

8. Прочитайте предложения. Переведите слова в скобках:

1. The ship (движется) _____ at a high speed.
2. The (насосное отделение) _____is located aft of the engine room.
3. Longitudinal bulkheads (тянутся) _____ fore and aft.
4. Oil (перекачивается) _____ with great speed.
5. Some (насосы) _____ must keep the air clean.
6. (Смазочное масло) _____can be carried in the double bottom.

9. Закончите предложения

1. Tankers carry _____.
2. A clean tanker carries_____.
1. A dirty tanker carries _____.
3. A tanker has her machinery and funnel _____.
4. The cargo space of a tanker is dividedby bulkheads into _____.
5. There are two types of bulkheads, such as _____.
6. Transverse bulkheads run _____.
7. Longitudinal bulkheads run _____.
8. Oil is moved into and out of tanks by means of _____.

10. Ответьте на вопросы 'What do we call...:

... the ship that carries petroleum?
... the tanker that carries petrol and paraffin?
... the tanker that carries heavy fuel oil and lubricating oil?
... the machine that moves oil into or out of tanks?
... the compartment for carrying oil?

Согласитесь или не согласитесь с утверждением. Используйте образцы:

That's wrong. - Это неверно.
That's (quite) right. - Это (совершенно) верно.

Подготовьте пересказ текста.

Практическая работа №126

Тема: Повторение темы «Страдательный залог».

Цель: совершенствование знаний грамматического материала

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы:

1. Употребите правильную форму глагола в пассивном залоге.
   1. The roads (cover) with the snow. – Дороги покрыты снегом.
   2. Chocolate (make) from cocoa. – Шоколад изготавливается из какао.
   3. The Pyramids (build) in Egypt. – Пирамиды были построены в Египте.
   4. This coat (buy) four years ago. – Это пальто было куплено 4 года назад.
   5. The stadium (open) next month. – Стадион будет открыт в следующем месяце.
   6. Your parents (invite) to a meeting. – Твои родители будут приглашены на собрание.
   7. Where is your car? – It (mend) at the moment. – Где твоя машина? – В данный момент она ремонтируется.
   8. The books already (pack). – Книги уже упакованы.
   9. The castle can (see) from a long distance. – Замок можно увидеть издалека.
   10. The guests must (meet) at noon. - Гости должны быть встречены в полдень.

Измените предложения по образцу:

Н-р: Shakespeare wrote “Romeo and Juliet”. (Шекспир написал «Ромео и Джульетту».) – “Romeo and Juliet” was written by Shakespeare. («Ромео и Джульетта» была написана Шекспиром.)

1. Popov invented radio in Russia. (Попов изобрел радио в России.)
2. Every four years people elect a new president in the USA. (Каждые 4 года народ выбирает нового президента в США.)
3. The police caught a bank robber last night. (Полиция поймала грабителя банка прошлой ночью.)
4. Sorry, we don’t allow dogs in our safari park. (Извините, но мы не допускаем собак в наш сафари парк.)
5. The postman will leave my letter by the door. (Почтальон оставит мое письмо у двери.)
6. My mum has made a delicious cherry pie for dinner. (Мама приготовила вкусный вишневый пирог на ужин.)
7. George didn’t repair my clock. (Джордж не отремонтировал мои часы.)
8. Wait a little, my neighbor is telling an interesting story. (Подожди немного, мой сосед рассказывает интересную историю.)
9. My son can write some more articles about football. (Мой сын может написать еще немного статей о футболе.)
10. You must clean your bedroom tonight. (Ты должен убраться в своей спальне сегодня вечером.)

3. Превратите предложения в отрицательные и переведите.

1. Ann was bitten by a homeless dog.
2. The zoo is being reconstructed at the moment.
3. The luggage must be checked at the customs.
4. Souvenirs are sold everywhere.
5. The job will be finished at 3 o’clock.

4. Дайте полные ответы на следующие вопросы.

1. Are the Olympic Games held every 10 years? (Олимпийские игры проводятся каждые 10 лет?)
2. Is bread made from flour or potatoes? (Хлеб готовят из муки или картофеля?)
3. Was the Eifel Tower built in Moscow? (Эйфелева башня была построена в Москве?)
4. Will the final exams be taken in summer or in winter? (Выпускные экзамены будут сдаваться летом или зимой?)
5. When is Christmas celebrated in Europe? (Когда празднуется Рождество в Европе?)

Практическая работа №127

Тема: Грамматический практикум по теме

Цель: совершенствование знаний грамматического материала

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы:

1. Употребите следующие предложения во всех формах страдательного залога. Выберите указанные после упражнения индикаторы времени.

1. The dress is made by mother. 2. This problem is discussed by the scientists. 3. The use of the article is explained by the teacher. 4. Lunch is cooked by grandmother. 5. The text is translated by the student.6. The song is sung by a popsinger.

just, usually, by 10 o’clock, next Sunday, at 9 o’clock tomorrow, before New Year, tomorrow, when I came in, yesterday, at 6 o’clock yesterday.

2. Переведите подчеркнутые глаголы, выбрав правильную форму из предложенных после каждого предложения вариантов.

1. Письмо было послано вчера.

а) is sent в) was sent с) had been sent

2. Когда вошел директор, диктант писался учениками.
а) was written в) was being written с) were being written
3. Обед уже был приготовлен, когда я пришел.
а) had been cooked в) has been cooked с) had cooked
4. Упражнение будут проверять завтра на уроке.
а) will be tested в) will have been tested с) is being tested

3. Переведите на русский язык.

1. The teacher is always listened to carefully. 2. This book is much spoken about. 3. The old parents will be looked after. 4. His wife will be operated on. 5. The keys are being looked for everywhere. 6. She must go. She is being waited for. 7. The girl was often laughed at. 8. My friend can always be relied on.

4. Преобразуйте следующие предложения из действительного залога в страдательный.

1. I published the article two years ago. 2. They use this uniform only to work in the garden. 3. The woman switched on the light and closed the door. 4. They will answer you in a week. 5. Who painted this picture? 6. The girl showed her friend how to do the exercise. 7. They have looked for the letter everywhere. 8. Nobody had visited us. 9. We will have papered the room by 12 tomorrow. 10. The boy hasn't slept in his bed. 12. Some people don't look after their pets properly.

5. Преобразуйте следующие предложения из страдательного залога в действительный.

1. This investigation was often referred to. 2. The children's drawings will be exhibited next month. 3. The twins were brought home by their elder sister. 4. The radio was invented by a Russian scientist. 5. A new modern building is being constructed in the neighbourhood. 6. We usually don't like to be laughed at. 7. The doctor must be sent for at once. 8. The child must be looked after.

Практическая работа №128

Тема: Употребление артикля с географическими названиями.

Цель: совершенствование знаний грамматического материала

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы:

Артикль the с географическими названиями

1. Стороны света (*cardinal points*):
   - *the North* / *the north* – Север (как территориальное обозначение) / север (как направление);
   - *the South* / *the south* – Юг (как территориальное обозначение) / юг (как направление);
   - *the East* / *the east* – Восток (как территориальное обозначение) / восток (как направление);
   - *the West* / *the west* – Запад (как территориальное обозначение) / запад (как направление).
2. Полюса, полушария (*poles, hemispheres*):
   - *the North Pole* – Северный полюс;
   - *the South Pole* – Южный полюс;
   - *the Western Hemisphere* / *the western hemisphere* – Западное полушарие (как территориальное обозначение) / западное полушарие (как направление);
   - *the Eastern Hemisphere* / *the eastern hemisphere* – Восточное полушарие Регионы (*regions*):
   - *the Far East* – Дальний Восток;
   - *the north of Canada* – север Канады;

- *the Middle East* – Ближний Восток;
- *the Highlands* – Северо-Шотландское нагорье;
- *the south of England* – юг Англии;
- *the Caucasus* – Кавказ.

4. Страны (*countries*), названия которых представляют собой существительные во множественном числе:
   - *the Philippines* – Филиппины;
   - *the Netherlands* – Нидерланды;
   - *the United States of America* – США;
   - *the United Arab Emirates* – Объединенные Арабские Эмираты;
   - *the Baltic States* – Прибалтика.
5. Страны, в названии которых есть слова *kingdom* (королевство), *republic* (республика), *federation* (федерация):
   - *the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland* – Объединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии;
   - *the Kingdom of Denmark* – Королевство Дании;
6. Океаны (*oceans*), проливы (*straits*), моря (*seas*), реки (*rivers*), каналы (*canals*/*channels*), течения (*currents*):
   - *the Atlantic Ocean* – Атлантический океан;
   - *the Pacific Ocean* – Тихий океан;
7. Полуострова (*peninsulas*), мысы (*capes*):
   - *the Indochinese Peninsula* – полуостров Индокитай;
   - *the Balkan Peninsula* – Балканский полуостров;
   - *the Iberian Peninsula* – Пиренейский полуостров;
   - *the Cape of Good Hope* – мыс Доброй Надежды.
8. Группы озер (*groups of lakes*):
   - *the Great Lakes* – Великие озера;
   - *the Seliger* – Селигер.
   - .
9. Группы островов (*groups of islands*):
   - *the Virgin Islands* – Виргинские острова;
   - *the Canary Islands* (*the Canaries*) – Канарские острова (Канары);
   - *the British Isles* – Британские острова;
10. Горные массивы (*chains of mountains*), холмы (*hills*):
    - *the Alps* – Альпы;
    - *the Margalla Hills* – холмы Маргалла;
    - *the Seven Hills of Rome* – семь холмов Рима;
    - *the Chocolate Hills* – Шоколадные холмы;
    - *the Himalayas* – Гималаи.
11. Равнины (*plains*), долины (*valleys*), пустыни (*deserts*):
    - *the Great Plains* – плато Великие равнины;
    - *the Willamette Valley* – долина Уилламетт;

Нулевой артикль с географическими названиями

Нулевой артикль используется со следующими названиями:

1. Названия континентов (*continents*):
   - *Europe* – Европа;
   - *Africa* – Африка;
   - *South America* – Южная Америка;
   - *North America* – Северная Америка;
   - *Australia* – Австралия;
   - *Asia* – Азия.
2. Страны, названия которых представляют собой существительные в единственном числе, города (*cities*), села (*villages*), штаты (*states*), провинции (*provinces*):
   - *France* – Франция;
   - *Spain* – Испания;
   - *California* – Калифорния;

Практическая работа №129

Тема: Выполнение лексических упражнений, составление рассказа по теме : “ Компьютерное проектирование”.

Цель: Активировать и систематизировать лексико-грамматический материал.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Прочитайте, переведите текст.

2. Подготовьте пересказ.

Digitalization and new developments in the field of artificial intelligence, blockchain, IoT and automation are becoming increasingly relevant for maritime transport. They help streamline existing processes, create new business opportunities, and transform supply chains and trade geography. Despite the potential, opportunities and benefits offered by these technologies, they also entail risks and potential costs for maritime actors in developing countries. Thus, it is necessary to create a level playing field. This policy brief discusses the role of interoperability and global standards, the importance of driving technological innovation while avoiding monopolistic outcomes, and the need to ensure that digitalization works towards the Sustainable Development Goals.

The impact of digitalization on maritime transport can be divided into the following five stages:

1. Examine your current state

Study the datasets used carefully. What types of data do you collect from your organization? Who uses this data and what does it serve? How is data managed throughout its life - how is it collected, verified, cleaned, distributed to downstream systems, protected and verified? With a thorough analysis of the data on which you make decisions and how they do it, you can begin to outline the data architecture that will be the starting point for your digital transformation.

2. Explore your future state

What do you want to do with your data in the ideal future? Where can this data bring the most value to your business? How could this support your organizational goals? Perhaps the data will help you demonstrate greater transparency in the face of increasing supply chain volatility. You may be planning aggressive business growth through increased bandwidth, customer acquisition, or infrastructure projects. Perhaps this data will help you improve the quality of service and achieve greater customer loyalty in a highly competitive market. Start with your organization's goals and work backwards to

prioritize data.

3. Create a framework «efore starting a digital transformation initiative, focus on master data management (as defined above). Create a structure that manages all of your datasets to ensure that data is accurate, validated, consistent, and ready to support automation and analytics across different user groups. There is a valuable lesson to be learned from the first wave of industries that embarked on digital transformation, many of which skipped this foundational step and found that without the right data governance model, their data-driven initiatives were not delivering the expected value.

4. Embrace data as an asset Organizations moving from manual to digital operations often find data management a burden. This approach leads to missed opportunities, inefficiency and unnecessary risk. With a structured data governance structure and a digital repository of trusted data, your organization can begin to use data to reduce risk, improve service delivery, and drive growth through efficiency, innovation, and continuous optimization. But first, you must accept data as an asset in your organizational culture. The understanding that data is an asset must be done from the top down by stakeholders who have both an impact on the organization and an understanding of the value that data brings to the organization.

5. Be realistic about your capabilities For the maritime industry, data requirements are quickly becoming more complex than in-house development systems can meet. For many, maintaining these capabilities internally is challenging, time-consuming, and distracting from the core business. Outsourced data management can provide the best of both worlds by allowing users to access the data they need to get their jobs done, while facilitating the effort required to manage the underlying tools and technologies that consume, cleanse, aggregate, and distribute that data for adoption. solutions.

Практическая работа №130

Тема: Металлы и неметаллы. Чтение с полным пониманием.

Цель: Совершенствование и развитие навыков устной и письменной речи, навыков чтения и перевода текста.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы:

1. Найдите в правой колонке русские эквиваленты английских слов и словосочетаний:

1. lustre a. окружающая среда
2. property b. защищать от
3. quantity c. подвергаться
4. conductivity d плохой проводник
5. solid state e. количество
6. brittle f.блеск
7. undergo g. сплав
8. to protect from h. свойство
9. environment i. проводимость
10. alloy j твердое состояние
11. poor conductor k. хрупкий
12. distinction l. прочность
13. strength m. жесткость
14. hardness п. различие

2. Переведите на русский язык встречающиеся в тексте интернациональные слова:

metal, metallic, electricity, electric, fact, group, rocket, construction, element, material, corrosion, chemical, electromechanical, product, steel, organic, barrier, industry.

3. Прочтите текст и выполните следующие за ним упражнения:

METALS AND NONMETALS

1. There are some distinctions between metals and nonmetals. Metals are distinguished from nonmetals by their high conductivity for heat and electricity, by metallic lustre and by their resistance to electric current. Their use in industry is explained not only by those properties, but also by the fact that their properties, such as strength and hardness, can be greatly improved by alloying them with other metals.
2. There are several important groups of metals and alloys. The common metals such as iron, copper, zinc, etc. are produced in great quantities.
3. The so-called precious metals include silver, gold, platinum and palladium. The light metals are aluminum, beryllium and titanium. They are important in aircraft and rocket construction.
4. Many elements are classified as semimetals (bismuth, for example) because they have much poorer conductivity than common metals.
5. Nonmetals (carbon, silicon, sulphur) in the solid state are usually brittle materials without metallic lustre and are usually poor conductors of electricity. Nonmetals show greater variety of chemical properties than common metals do.
6. Metals can undergo corrosion, changing in this case their chemical and electromechanical properties. In order to protect metals from corrosion the products made of metals and steel are coated by some films (coatings). Organic coatings protect metals and steel from corrosion by forming a corrosion-resistant barrier between metal or steel and the corrosive environment.

4. Переведите на русский язык в письменной форме абзацы 1,2 и 5.

5. Найди те соответствующие ответы на вопросы, и напишите их в той последовательности, в которой заданы вопросы:

Вопросы

1. By what properties are metals distinguished from nonmetals?
2. What common metals are produced in great quantities?
3. What metals are called light?
4. What properties do nonmetals have?
5. What is done to protect metals from corrosion?

6. Закончите предложения, выбрав соответствующий вариант окончания:

There are some different groups of metals, such as:

1. Light metals:.... a) iron, copper, zinc
2. Common metals:.... b) silver, gold, platinum
3. Precious metals:... c) aluminum, beryllium, titanium

Nonmetals are .... a) carbon, silicon, sulphur

b) aluminum, beryllium, titanium

Практическая работа №131

Тема: Виды и свойства металлов. Работа с лексикой..

Цель: Совершенствование и развитие навыков устной и письменной речи, навыков чтения и перевода текста.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы:

1. Найдите в правой колонке русские эквиваленты английских слов и словосочетаний:

1. quantity a. жесткий (жесткость)
2. alloy b. углерод
3. carbon c. растяжение
4. substance d. поломка
5. tough(ness) e. количество
6. hard(ness) f. ковкость
7. ductility g. разрыв
8. malleability h. прочность
9. tension i. вязкость
10. compression j. сплав
11. rupture k. твердый (твердость)
12. strength l. сжатие
13. braking m. вещество

2. Переведите на русский язык встречающиеся в тексте интернациональные слова:

metal, industry, industrial, absolutely, laboratory, steel, elastic, mechanical, result, atom, atomic, structure, special, temperature.

3. Прочтите текст и выполните следующие за ним упражнения:

METALS

1. Mankind has used metals for centuries in gradually increasing quantities but only now they are employed in really great quantities.
2. Today we know more than seventy metals, the majority of which are used in industry.
3. Of all the metals iron is the most important one. Absolutely pure iron is never prepared except for laboratory purposes. The irons and steels in use today are really alloys of iron, carbon and other substances. They can be made elastic, tough, hard, or comparatively soft.
4. Mechanical properties of metals are the result of their atomic structure. They include hardness, ductility and malleability which are of special importance in engineering.
5. Ductility is the capacity of a metal to be permanently deformed in tension without breaking. Malleability is the capacity of a metal to be permanently deformed by compression without rupture.
6. These properties are similar to each other but not the same. Most metals increase these properties at higher temperatures.
7. The strength of a metal is the property of resistance to external loads and stresses.
8. These mechanical properties are of great importance in industrial purposes because all parts and units made of iron and steel must meet up-to-date demands.

4. Переведите на русский язык в письменной форме абзацы 3,4,5 и 7.
5. Найдите соответствующие ответы на вопросы и напишите их в той последовательности, в которой заданы вопросы:

Вопросы

1. What is the most important metal?
2. What mechanical properties of metals do you know?
3. What is strength?
4. What is ductility?

5. What is malleability?

6. Закончите предложения, выбрав соответствующий вариант окончания:

1. The most important metal in use today is....

a) carbon

b) iron

c) some other metal

2. *Ductility is the capacity….*

3. *Malleability is the capacity of a metal....*

4. *The strength of a metal is the property....*

a) to be permanently deformed in tension without breaking

b) to be permanently deformed by city of compression without rupture

c) to resist to external loads and stresses

1.Найдите в правой колонке русские эквиваленты английских слов и словосочетаний:

1. ferrous metals a. проводимость
2. cast iron b. углеродистая сталь
3. carbon content c. износостойкость
4. alloy steel d прочность.
5. carbon steel e. обрабатываемость (на станке)
6. strength f. жесткость.
7. hardness g. железо
8. ductility h. сплав
9. machinability i. черные металлы
10. resistance to wear j.чугун
11. conductivity k. содержание углерода
12. iron 1. ковкость
13. silicon m. легированная сталь
14. alloy n. кремний
15. rust-resistant o. нержавеющий

2. Переведите на русский язык встречающиеся в тексте интернациональные слова:

metal, element, industry, steel, material, industrial, electronic, magnetic, type, chemical, mechanical, rocket, automobile.

3. Прочтите текст и переведите на русский язык в письменной форме абзацы 1,4,5,6.

FERROUS METALS AND STEELS

1. Ferrous metals consist of iron combined with carbon, silicon and other elements. But carbon is the most important element in ferrous alloys.
2. Ferrous metals are used in industry in two forms: steel and cast iron, which differ in the quantity of carbon content.

3. Alloys consist of a simple metal combined with some other element. Steel is a ferrous material having some carbon content. There are two kinds of steel: carbon steel and alloy steels.

4. Carbon steel should contain only iron and carbon without any other alloying element.
5. Alloy steels are those in which in addition to carbon an alloying element is present. These alloying elements have an effect on the properties of steel. They increase its strength and hardness, for example, high percentage of chromium makes steel rust-resistant, and we call it "stainless steel".

6. Strength, ductility and machinability are the most important industrial and commercial properties of steel. Such properties as resistance to wear, electrical conductivity, and magnetic properties are important in special uses of metals.

7. According to their chemical and mechanical properties steels may be used in different branches of industry, for example, in machine building, rocket engineering, automobile industry, etc.

4. Найдите соответствующие ответы на вопросы и напишите их в той последовательности, в которой заданы вопросы:

Вопросы

1. What elements do ferrous metals consist of?
2. What is carbon steel?
3. What arc alloy steels?
4. What are the most important properties of steel?
5. In what branches of industry are steels used?

5. Закончите предложения, выбрав соответствующий вариант окончания:

1. Alloys consist of....

a) steel and cast iron
b) iron and stainless steel
c) simple metal and some other element

2. *Carbon steel contains....*

3. Alloy steels include....

a) steel and cast iron
b) iron, carbon, an alloying element
c) only iron and carbon

4. The most important properties of steel are....

a) electrical conductivity, resistance to wear, magnetic properties
b) strength, ductility, machinability

Практическая работа №132

Тема: Чтение и перевод текста «Компании в сфере 3D-технологий» (2 часа).

Цель: Активировать и систематизировать лексико-грамматический материал.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности.

Прочитайте, переведите текст.

2. Подготовьте пересказ.

Digitalization and new developments in the field of artificial intelligence, blockchain, IoT and automation are becoming increasingly relevant for maritime transport. They help streamline existing processes, create new business opportunities, and transform supply chains and trade geography. Despite the potential, opportunities and benefits offered by these technologies, they also entail risks and potential costs for maritime actors in developing countries. Thus, it is necessary to create a level playing field. This policy brief discusses the role of interoperability and global standards, the importance of driving technological innovation while avoiding monopolistic outcomes, and the need to ensure that digitalization works towards the Sustainable Development Goals.

The impact of digitalization on maritime transport can be divided into the following five stages:

1. Examine your current state

Study the datasets used carefully. What types of data do you collect from your organization? Who uses this data and what does it serve? How is data managed throughout its life - how is it collected, verified, cleaned, distributed to downstream systems, protected and verified? With a thorough analysis of the data on which you make decisions and how they do it, you can begin to outline the data architecture that will be the starting point for your digital transformation.

2. Explore your future state

What do you want to do with your data in the ideal future? Where can this data bring the most value to your business? How could this support your organizational goals? Perhaps the data will help you demonstrate greater transparency in the face of increasing supply chain volatility. You may be planning aggressive business growth through increased bandwidth, customer acquisition, or infrastructure

projects. Perhaps this data will help you improve the quality of service and achieve greater customer loyalty in a highly competitive market. Start with your organization's goals and work backwards to prioritize data.

3. Create a framework
«efore starting a digital transformation initiative, focus on master data management (as defined above). Create a structure that manages all of your datasets to ensure that data is accurate, validated, consistent, and ready to support automation and analytics across different user groups. There is a valuable lesson to be learned from the first wave of industries that embarked on digital transformation, many of which skipped this foundational step and found that without the right data governance model, their data-driven initiatives were not delivering the expected value.

4. Embrace data as an asset
Organizations moving from manual to digital operations often find data management a burden. This approach leads to missed opportunities, inefficiency and unnecessary risk. With a structured data governance structure and a digital repository of trusted data, your organization can begin to use data to reduce risk, improve service delivery, and drive growth through efficiency, innovation, and continuous optimization. But first, you must accept data as an asset in your organizational culture. The understanding that data is an asset must be done from the top down by stakeholders who have both an impact on the organization and an understanding of the value that data brings to the organization.

5. Be realistic about your capabilities
For the maritime industry, data requirements are quickly becoming more complex than in-house development systems can meet. For many, maintaining these capabilities internally is challenging, time-consuming, and distracting from the core business. Outsourced data management can provide the best of both worlds by allowing users to access the data they need to get their jobs done, while facilitating the effort required to manage the underlying tools and technologies that consume, cleanse, aggregate, and distribute that data for adoption. solutions.

Практическая работа №133

Тема: Работа в сфере 3D-технологий. Диалоги (2 часа).

Цель: Совершенствование и развитие навыков устной и письменной речи, навыков чтения и перевода текста.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы:

1. Изучите материл.
2. Подготовьте сообщение о судостроительной компании СПб.

Some of the major shipbuilding companies are mentioned below.

1) Hyundai Heavy Industries Hyundai Heavy Industries The headquarters of Hyundai Heavy Industries is located in Ulsan city of South Korea which is located to the south-eastern tip of the Korean Peninsula. It is the largest shipbuilding organization in the world. Hyundai Heavy Industries was founded in 1972 by Chung Ju-Yung. HHI made its presence felt when it constructed the world's largest shipyard and two VLCCs in 1974. The area covered by the shipyard is 1780 acres. It acquired 200 million deadweight tonnes of production in 2017. The shipyard constructed over 2,191 ships for about 324 ship owners of 52 countries, in 2018. It also has 12,500 employees. It also boasts of 10 large-scale drydocks equipped with nine "Goliath cranes (Gantry Cranes)". HHI has built more than 2,200 ships and delivered them to 324 shipowners in 52 countries till now. The largest container ship CSCL Globe in the world was constructed by HHI in 2018. The different types of ships manufactured here are VLCC, tankers, multi-purpose cargo ships, product carriers, container ships, bulk carriers, ore-bulk-oil carriers, LPG carriers, chemical tankers, and many others. It occupies 10% of the market share. South Korea's Naval ships are also built by HHI. World's first T-shaped dry dock was built here in 2009. The shipyard is highly equipped with advanced technologies and facilities. The facilities include offline welding robots, a machine shop, and a crankshaft shop. Its revenue in 2016 was 33.89 billion USD. Official website: https://english.hhi.co.kr/

2) China Shipbuilding Group Two shipbuilding giants in China, CSIC and CSSC, merged to form a large shipbuilding corporation on 26 November 2019. The new company will manage the largest shipbuilding and repair facilities in China. With their combined shipping research and development abilities, the company will meet the global technical standard and safety agreements. China Shipbuilding Industry Corporation (CSIC) China Shipbuilding Industry Corporation (CSIC) It manages the shipbuilding work of western and northern China. It is the largest group in managing China's sector of designing, manufacturing, trade of military and civil ships, and marine equipment and engineering. CSICs main work consists of overseas investment and financing, scientific research and production of military products, production, and repair of large civil vessels, much more such activities. It is a well-developed and economically significant shipbuilding company. China State Shipbuilding Corporation (CSSC) China State Shipbuilding Corporation (CSSC) This firm operates the shipbuilding of the eastern and southern parts of China. The main work of CSSC previously focused on repair and shipbuilding in the areas of Dalian, Tianjin, Wuhan, Kunming, and Xi'an. Some institutes and enterprises have 97 member units with a turnover of RMB 11 billion. These organizations together had a revenue of about USD 72 billion in 2016. The aim of the merger was to stave off the competition from the planned merger of entity emerging out of South Korean Hyundai Heavy Industries and Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering.

3) Samsung Heavy Industries Samsung Heavy Industries Samsung Heavy Industries comes in the list of top shipbuilding companies in the world and is also considered in the “Big 3” shipbuilding companies of South Korea. Its largest shipyard is Geoje shipyard which is located on Geoje island. SHI has the largest dock turnover rate and highest production efficiency in the world. Special purpose vessels, LNG carriers, oil drilling ships, offshore related vessels, ultra-large container ships, and Arctic shuttle tankers are built by the industry. It mainly focuses on the engineering, construction, and delivery part of gantry cranes for fabrication yards, transportation of ships, drilling, and floating production units for the oil and gas sector and services. The company has also constructed the largest wind turbine in the world, the S7.0-171 which is still considered as one of the most powerful wind turbines in the world. The revenue of the industry as of 2020 was 6.14 billion USD which is down by 7% from the previous year’s revenue. The company is still one of the largest companies in shipbuilding. 4) STX Offshore and Shipbuilding STX Offshore and Shipbuilding STX Offshore and shipbuilding company comes under STX Group and the world’s 4th largest shipbuilder. The headquarters of the company is in Changwon. It also owns STX Europe which is the 2nd largest shipbuilding organization in Europe. The company is concentrated on manufacturing car and truck carriers, LNG and LPG carriers, tankers, product and bulk carriers, large ore carriers, container ships, special purpose ships, and naval ships. It managed to build 700 ships in the last 40 years in the area of Changwon and Busan. The shipyard also has offshore facilities. The other facilities are LNG floaters, support vessels, fixed platforms, drillships, semi-submersible rigs, and many other facilities. The revenue of the company in 2019 was 16.96 billion USD. 5) DSME DSME DSME stands for Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering. It is located on Geoje island alongside Samsung Heavy Industries. This is taken into account as South Korea’s “Big Three” including Hyundai Industries and Samsung Industries. It was founded in 1973 and the shipyard completed in 1981. The shipyard now spans an area of 4.9 million square meters with the world’s largest dock with a million-ton capacity equipped with a 900-ton goliath crane. DSME was ordered to give 10 large container ships by Maersk Group. It was ordered to have a capacity of 18,000 containers in each ship. Afterward, the Maersk group ordered 10 more such ships from DSME. The company is also constructing 15 LNG icebreakers or tanker ships FOr Yamal LNG for exporting LNG from the Russian Arctic. It also built 3 Indonesian submarines. The revenue value of DSME in 2019-2020 was about 12.8 billion USD. The company will soon be merged with the other Korean giant, HHI. The merger deal is in the last stages with regulatory approvals pending. The company is an Italian shipbuilding firm. It is based in Trieste city in northeast Italy. It is the largest shipbuilding in Europe and one of the largest in the world. The company mainly builds military and commercial ships. It also has a ship repair sector. The types of ships built by the firm are passenger ships, merchant vessels, naval ships, and offshore vessels. More than 19,000 employees work at 18 different shipyards across four continents. There is one research center, two design centers, and two production areas for mechanical parts. It acquired the Manitowoc Marine Group and also purchased a repair yard in Ohio and a production site in Wisconsin. Thus, it became the leading shipbuilder in the US for the government and commercial sector. It also acquired STX OSV from STX Europe in 2013 (renamed Vard) and STX France in 2018. The company received its biggest order for building 4 cruise ships worth 4 billion Euro by Carnival Corporation and plc. Its revenue in 2020 was 7.12 billion USD.

world.

Практическая работа №134

Тема: Составление монологического высказывания по теме.

Цель: совершенствование и развитие навыков устной и письменной речи, навыков чтения и перевода текста.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы:

1. Изучите информацию.
2. Составьте рассказ о предприятии, на котором проходили практику.

Joint Stock Company Shipbuilding plant "Severnaya verf"Contacts
The Severnaya Shipyard (the first name – “Putilovskaya”) was established on the 14th of November 1912. The yard is one of the leading enterprises of the Russian defense industry. During the centenary history of activity was built about 600 surface vessels and commercial ships for Russian Navy and civilian fleets, including missile cruisers, antiaircraft ships, major anti-submarine ships and torpedo boat destroyers, passengers and dry-cargo ships, container ships, ro-ro, dry bulk carriers, tugs, supply vessels, ferries and floating docks.

Nowadays stock of orders of the yard includes serial production of such classes as Corvette and Frigate, and also other vessels for different purposes.

Main trends of activity:
• serial production of military ships of such classes as Corvette, Frigate, Destroyer, Spetial-purpouse ships, Supply vessels for Russian Navy;
• repair and modernization of military ships for Russian Navy;
• construction, maintenance and modernization of military ships for Foreign Navy;
• commercial shipbuilding for domestic and foreing markets.

Baltic Shipyard JSC is a part of JSC “United Shipbuilding Corporation” (USC).
The yard builds naval and merchant ships, newgeneration nuclear and diesel-electric icebreakers, floating nuclear power plants, marine equipment as well as equipment for nuclear and chemical industries, machine building items.

Vyborg Shipyard PJSC is one of the largest shipbuilding companies of the North-Western Region of Russia with 65-years’ experience in shipbuilding. Since the Shipyard was founded (1948) there have been built more than 200 different vessels with deadweight up to 12000 tons, total displacement over 1,550,000 tons. Future prospects:
Construction of deep sea semi-submersible floatingdrilling & production platforms for exploration of oil & gas offshore fields
Construction of stationary production platforms
Construction of deep sea jack-ups of a new generation
Construction of icebreakers, icebreaking vessels

JSC "Sredne-Nevsky Shipyard" (is a part of United Shipbuilding Corporation) is one of the leading shipbuilders in Russia specializing in the construction of fiberglass warships and vessels of the next generation. Sredne-Nevsky Shipyard renders a full range of services in construction of ships and vessels of low-magnetic steel, aluminum and fiberglass: from documentation preparation to delivery of a warship or vessel.

The Shipyard produces warships and vessels for various purposes – missile boats (corvettes), mine ships, patrol ships, work and passenger vessels of the following dimensions: length up to 100 m, beam up to 16 m, draft up to 4.5 m, launching weight up to 2 700 t.
Besides, the Shipyard renders a wide range of services in machining, plating, sheet metal processing, fiberglass processing, and degaussing.

Практическая работа № 135

Тема: Обобщение и систематизация изученного материала по теме.

Цель: Развитие навыков чтения и осмысления текста после прочтения.

Перечень оборудования для проведения работы: Текст «Каждый за себя на тонущем корабле», тетрадь, письменные принадлежности.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомление с лексикой по теме «Корабль».

abandon - покидать (корабль)
chivalry - рыцарство, благородство, отвага
crew - судовая команда; экипаж (судна)
gush — хлынуть, литься потоком
outnumber - превосходить численно
proceedings - труды, протоколы
proverbial - вошедший в поговорку; общеизвестный
selflessly - самоотверженно, бескорыстно
shephered - вести, сопровождать
shipwreck - кораблекрушение
sink - тонуть (о корабле, морском судне), погружаться (под воду)
survivor - оставшийся в живых, уцелевший
torrent - поток, масса, натиск

2. Выполнение лексико-грамматических упражнений.

Упражнение 1. Напишите вторую форму глагола.

abandon	
gush	
outnumber	
shepherded	
sink	

Упражнение 2. Поставьте буквы в правильном порядке, чтобы получилось слово.

1. l a h c v y i r -
2. t t r r n o e -
3. c k h s r w e p i -
4. y s f s l s e l e l -
5. e w r c -

3. Чтение и перевод текста.

Every man for himself on sinking ships

As torrents of freezing water gushed onto the Titanic, its male passengers selflessly shepherded women and children to the few available lifeboats in what was described as a typically British act of chivalry. But although their gallantry was hailed as an example of a moral code shared by all mariners, a new study suggests the situation on board the Titanic, where female survivors outnumbered men three to one, was something of an exception. Although convention dictates that men should step aside and put "women and children first", history shows that the male attitude is better summed up as "every man for himself".

Researchers from Uppsala University in Sweden found that far from surrendering their lives so that others may live, most men respond to maritime disasters like the proverbial rats, and abandon the sinking ship as quickly as possible. An analysis of 18 shipwrecks from 1852 to 2011 found that on average, 35 per cent of male passengers survive compared with just 19 per cent of women.

Crew members, who are supposed to put the passengers first, were the most likely to escape with their lives and only in nine cases did the captains go down with their ships, according to the study in the Proceedings of the National Academy of Sciences journal.

Contrary to the notion of British gallantry, the results also showed that the survival rate among women on British ships was between 10 and 15 per cent lower than those from other countries.

4. Осмысление прочитанного текста.

Упражнение 3. Дайте ответы на вопросы.

What is a typically British act of chivalry?
What does convention dictate?
How many ships were taken for analysis?
Crew members must be saved first, don't they?

5. Выполнение упражнений в письменной форме.

Практическая работа №136

Тема: Контроль знаний. Устный опрос по пройденному материалу.

Цель: Контроль знаний лексико-грамматического материала

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

1.Выполните задания:

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Вариант № 1

I. *Put the verbs in brackets into the correct form*:

1. They never (tell) me anything.
2. I never (be) here before.
3. When I (come) home yesterday, my sister (watch) TV.
4. When we arrived at the station, our train already (leave).
5. Mary (write) English much better than she speaks.
6. Ann can't answer the phone now. She (take) a shower.
7. His elder sister (graduate) from the university next June.
8. Shakespeare was 18 years old when he (marry).
9. I don't see my pen. Anybody (take) it?
10. The boys (not / play) football now.
11. Hurry up, John. I'm waiting for you. You (have a bath) for an hour.
12. If Dad (buy) a new car, we (go) to the sea-side by car next summer.

II. *Put the parts of a sentence in the correct order (make questions):*

1. went/ in 1492/ Who/ to America ? (Columbus)
2. you/ Why/ looking/ out of the window/ were ?
3. slept/ ever/ in the park/ you/ Have ?
4. in London/ Does/ live/ your sister/ or in Moscow ?
5. beautiful eyes/ has got/ hasn't she/ Ann ?

III. *Put in **the** where necessary*:

1. …Vesuvius and …Etna are in the south of …Europe.
2. In our hotels you can buy such newspapers as …Times, …Daily Express and others.
3. We will go to … Black Sea next summer.
4. … Smiths live in a big house in the city centre.
5. She lives in …Canada and her parents live in …United States of America.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Вариант № 2

I. *Put the verbs in brackets into the correct form*:

1. It often (rain) in St. Petersburg in autumn.
2. My mother (come) back from Africa next week.
3. When Oleg called Peter, the latter (read) book.
4. She already (bake) a tasty fruit pie for dinner.
5. I'm very busy at the moment. I (prepare) for my English exam.
6. Your friend (do) his homework now?
7. Her father (go) on a business trip last month.
8. Jack London (become) a sailor when he was 15 years old.
9. This time tomorrow I (swim) in the Black Sea.
10. We (not/ be) to Moscow since 2001.
11. If I (hear) any news, I (phone) you.
12. Dora is playing the piano. She (play) the piano since I came.

II. *Put the parts of a sentence in the correct order (make questions):*

1. fought/ in South America/ Who/ against the Spanish ? (Bolivar)
2. any birds/ to your area/ migrate/ Do ?
3. are you/ aren't going/ today/ You/ to work ?
4. in class/ you/ Why/ eating/ were ?
5. Helen/ Did/ or to the meeting/ to the party/ come ?

III. *Put in **the** where necessary*:

1. …Great Britain is washed by the waters of … Atlantic Ocean.
2. … Samara is situated on … Volga.
3. … Tate Gallery is the main modern art museum in …London.
4. … Mont Blank is the highest peak of … Alps.
5. Ann graduated from … St. Petersburg University in 1996.

Практическая работа №137

Тема: Past Perfect. Образование. Употребление.

Цель: Изучить грамматический материал.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

1. Изучите правило.
2. Составьте собственные примеры.

Образование Past Perfect

Students (they) had done homework before the class started. — Студенты сделали домашнюю работу до того, как урок начался.

Bob arrived at the station, but the train (it) had left. — Боб приехал на станцию, но поезд уже ушел.

We had bought a new car before the crisis started. — Мы купили новую машину до того, как начался кризис.

Формула Past Perfect — совершенно простая. Самое сложное в этом времени — это глаголы. Нужно запомнить какие глаголы являются правильными, а какие неправильными, и корректно менять окончания и формы глаголов.

Правильные глаголы: добавляем окончание -ed

Look, play, call — все это правильные глаголы, так как они подчиняются правилу. А именно: в В Present Perfect к ним нужно добавлять окончание -ed:

look => looked (смотрел)

play => played (играл)

call => called (звонил)

Вспомним правила присоединения окончания -ed к глаголу.

Если глагол заканчивается на букву -y, а перед ней стоит согласная (study, try), буква -y меняется на -i: studied, tried.

Если глагол заканчивается на букву -y, а перед ней стоит гласгная (play, stay), буква -y не меняется: played, stayed.

Если глагол из одного слога заканчивается на согласную (кроме буквы -x), а перед ним стоит гласная (beg, stop), последняя буква удваивается: begged, stopped.

Если глагол из нескольких слогов заканчивается на согласную, а перед ним стоит ударная гласная (fulfil, refer), последняя буква удваивается: fulfilled, referred.

А еще окончание -ed звучит по-разному с разными глаголами. Тренируем произношение:

I had visited London before the epidemic started. — Я бывал в Лондоне до того, как началась эпидемия.

Mary (she) had already finished cleaning when Bob came home. — Мэри уже закончила убираться, когда Боб пришел домой.

Students (they) had tried to pass exam twice by the end of the academic year. — Студенты пытались сдать экзамен дважды к концу учебного года.

Неправильные глаголы: вспоминаем третью форму

Неправильные глаголы — одни из главных мучителей тех, кто учит английский. Их около 200, и их формы приходится запоминать наизусть.

Как запомнить. Объединяйте глаголы, которые похожи по звучанию, в группы и заучивайте их вместе.

bring => brought (принес)

buy =>bought (купил)

think => thought (думал)

fly => flown (улетел)

blow => blown (дул)

drew > drawn (рисовал)

come => came (пришел)

give => gave (дал)

Практическая работа №138

Тема: Past Perfect. Грамматический практикум.

Цель: Отработать грамматический материал.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

- ✓ *Выполните задания.*
- ✓ *Задание 1.*
- ✓ Переведите предложения на русский язык
- ✓ 1) Our main engine requires general overhaul.
- ✓ 2) There are such types of engines as “Burmeister and Wein”, “Sultzer”, “Pilstick”.
- ✓ 3) The part of the hull below water is the ship’s underwater body.
- ✓ *Задание 2.*
- ✓ Перепишите следующие предложения и переведите их, обращая внимание на особенности перевода на русский язык определений, выраженных именем существительным.
- ✓ 1) We shall make a complete repair of the camshaft drive.
- ✓ 2) Pressure also affects the boiling point.
- ✓ 3) The working steam pressure in the steam drum on nominal load is 44 kg/sm^2.
- ✓
- ✓ *Задание 3.*
- ✓ Перепишите следующие предложения, содержащие разные формы сравнения, и переведите их на русский язык.
- ✓ 1) The bigger the ship, the slower its speed.
- ✓ 2) The differences of these two substances are more noticeable than their similarities.
- ✓ 3) The Manfred Nystron is the newest and most powerful tug.

- ✓ *Задание 4.*
- ✓ Перепишите и письменно переведите предложения на русский язык, обращая внимание на перевод неопределенных и отрицательных местоимений.
- ✓ 1) Our main engine was in operation for some 10 years.

- ✓ 2) No expansion takes place as the steam flows through the blading.
- ✓ 3) Any ship has a hull.
- ✓ *Задание 5.*
- ✓ Перепишите следующие предложения, определите в них видовременные формы глаголов и укажите их инфинитив; переведите предложения на русский язык.
- ✓ 1) Heat changed water into vapour.
- ✓ 2) Tomorrow the representative of our company will come on board.
- ✓ 3) The air register has a diffuser.

Практическая работа №139

Тема: Времена группы Perfect Continuous.

Цель: Отработать грамматический материал.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

1. Изучите материал.
2. Составьте 10 примеров.

Значение Perfect Continuous

Времена Perfect Continuous нужны для обозначения действия, которое началось в прошлом, длилось какое-то время до некоего момента в прошлом (Past Perfect Continuous), настоящем (Present Perfect Continuous) или будущем (Future Perfect Continuous). Эти времена используются преимущественно в письменной речи, да и то нечасто, в устной встречаются очень редко, обычно в некоторых шаблонных выражениях (примеры будут ниже).

Примечание:

Я считаю, что времена Perfect Continuous — это не знание первой необходимости, вполне достаточно знать их не на уровне «отскакивает от зубов», а на уровне «пойму, что это, если встречу в тексте». В этом справочнике приведена только самая общая информация об этих временах.

Времена Perfect Continuous строятся с помощью глагола to have, причастия прошедшего времени (Past Participle) и причастия настоящего времени (глагол на -ing).

Пройдите тест на уровень английского:

Узнать свой уровень Present Perfect Continuous Утвердительная форма

	Единственное число	Множественное число
1 лицо	I have been waiting	We have been waiting
2 лицо	You have been waiting	You have been waiting
3 лицо	He/She/It has been waiting	They have been waiting

Возможны сокращения: I’ve, you’ve, he’s и т. д.

Отрицательная форма

	Единственное число	Множественное число
1 лицо	I have not been waiting	We have not been waiting
2 лицо	You have not been waiting	You have not been waiting

3 лицо	He/She/It has not been waiting	They have not been waiting

Возможны сокращения: I haven’t, you haven’t, he hasn’t и т. д.

Вопросительная форма

	Единственное число	Множественное число
1 лицо	Have I been waiting?	Have we been waiting?
2 лицо	Have you been waiting?	Have you been waiting?
3 лицо	Has he/she/it been waiting?	Have they been waiting?

Past Perfect ContinuousУтвердительная форма

	Единственное число	Множественное число
1 лицо	I had been waiting	We had been waiting
2 лицо	You had been waiting	You had been waiting
3 лицо	He/She/It had been waiting	They had been waiting

Возможны сокращения: I’d been, you’d bee, he’d been и т. д.

Отрицательная форма

	Единственное число	Множественное число
1 лицо	I had not been waiting	We had not been waiting
2 лицо	You had not been waiting	You had not been waiting
3 лицо	He/She/It had not been waiting	They had not been waiting

Возможны сокращения: I hadn’t been, you hadn’t been, he hadn’t been и т. д.

Вопросительная форма

	Единственное число	Множественное число
1 лицо	Had I been waiting?	Had we been waiting?
2 лицо	Had you been waiting?	Had you been waiting?
3 лицо	Had he/she/it been waiting?	Had they been waiting?

Future Perfect Continuous

Эта форма встречается крайне редко даже в письменно речи, а в устной вообще практически не встречается.

Утвердительная форма

	Единственное число	Множественное число
1 лицо	I will have been waiting	We will have been waiting
2 лицо	You will have been waiting	You will have been waiting
3 лицо	He/She/It will have been waiting	They will have been waiting

Отрицательная форма

	Единственное число	Множественное число
1 лицо	I will not have been waiting	We will not have been waiting
2 лицо	You will not have been waiting	You will not have been waiting
3 лицо	He/She/It will not have been waiting	They will not have been waiting

Вопросительная форма

	Единственное число	Множественное число
1 лицо	Will I have been waiting?	Will we have been waiting?
2 лицо	Will you have been waiting?	Will you have been waiting?
3 лицо	Will he/she/it have been waiting?	Will they have been waiting?

Примеры употребления времен Perfect Continuous

Чаще всего используется Present Perfect Continuous. Эта форма обозначает действие, которое началось в прошлом и закончилось только что или совсем недавно. Лично мне чаще всего встречалась эта фраза-шаблон:

I have been waiting for you — Я ждал тебя.

Например, человек пришел в назначенное место, сел на скамейку, раскрыл газету и терпеливо дожидался друга\наркоторговца\связного. А когда тот пришел, раздается эта фраза: I've been waiting for you. Мне эта фраза встречалась в фильмах, где описанная ситуация — одно из сюжетных клише.

Можно, кстати, эту фразу дополнить обстоятельством:

I have been waiting for you for two hours — Я ждал тебя два часа.

В разговорной речи встречается еще одна фраза-клише:

It's been a long time! — Давно не виделись!

Практическая работа №140

Тема: Согласование времен.

Цель: Изучение грамматического материала.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

1. Изучите материал.
2. Составьте примеры.

Согласование времен — это зависимость времени в одной части предложения от времени в другой части. То есть согласование используется в сложных предложениях, которые состоят из нескольких частей. Можно выделить 2 части сложного предложения:

Главную — она самостоятельная. Например: «Он хотел…».

Придаточную — это та часть, которая зависит от главной и к которой мы можем задать вопрос Например: «лн хотел (что именно?), чтобы я вернулась домой».

Обе эти части должны быть согласованы во времени. Правило согласования меняются в зависимости от того, в каком времени построена главная часть предложения.

Ниже мы разберем все случаи подробно. Но если обобщить — можно выделить две закономерности:

Если глагол в главном предложении имеет форму прошедшего времени, то и глагол придаточного предложения должен стоять в одном из прошедших времен. В этом случае в придаточных предложениях не могут употребляться формы настоящего и будущего времени глаголов, хотя речь может идти о действиях, которые совершаются в настоящем или планируются в будущем.

Если в главной части глагол используется в настоящем или будущем времени, то согласование не нужно.

Правила согласования

Большинство правил для грамотного согласования главного и подчиненного частей предложений касаются случаев, когда глагол в главной части стоит в прошедшем времени — об этом мы и поговорим подробнее.

Сначала разберем, как правильно согласовать прошедшее и настоящее, а также прошедшее и будущее времена. А затем разберем согласование прошедшего время с прошедшим — в каких случаях необходима именно эта конструкция и как правильно ее составить.

Согласование прошедшего и настоящего времени

Подробно рассмотрим, как происходит согласование прошедшего времени и настоящего простого времени (Present Simple). Есть такое предложение:

Rick thinks she drives a car. – Рик думает, что она водит машину.

Обе части этого предложения в настоящем времени. То есть в настоящий момент Рик думает, что она водит машину.

Сформулируем тоже самое, но в прошедшем времени. Меняем настоящее простое время (Present Simple) на прошедшее простое время (Past Simple). Чтобы это сделать, добавляем окончание –ed к правильному глаголу или ставим неправильный глагол во 2-ю форму.

Тогда получается, что у вас есть друг Рик и он рассказывает вам, что неделю назад он познакомился с девушкой и тогда подумал, что она водит машину. Но сейчас он уже знает, что это не так.

He thought she drove a car. – Он думал, она водит машину

А вот так не надо, это неправильно: He thought she drives a car. — Здесь согласование построено неверно.

Практическая работа №141

Тема: Прямая и косвенная речь. Основные правила.

Цель: Изучение грамматического материала.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

Прямая и косвенная речь в английском: основные правила

Для начала давайте разберемся с ключевыми терминами. Прямая речь или direct speech – это непосредственно реплика какого-либо человека, произнесенная им. Такие слова всегда берутся в кавычки, а перед прямой речью ставится запятая.
Lucy says, «I have good health». – Люси говорит: «У меня крепкое здоровье».
Косвенная речь или indirect speech передается собеседником не слово в слово, как прямая, а с использованием придаточных предложений. При этом кавычки и запятая уже не употребляются.
Nick said that he would buy a ticket to Egypt tomorrow. – Ник сказал, что купит билет в Египет завтра.
Как сделать грамотный перевод в косвенную речь? Итак, вот первое правило, которое нужно запомнить:
После вводных слов ставим союз that. Кстати, хоть это и считается правилом, но его нарушение не будет ошибкой. В отдельных случаях вы можете использовать косвенную речь и без союза that.
В главной части предложения временная форма сохраняется в неизменном виде, а вот в придаточной части работает правило «шага назад» или так называемое правило согласования времен. Оно гласит, что при переводе прямой речи в косвенную время в предложении меняется на то, которое ему предшествует.
Глагол to say меняем на to tell, если это больше подходит по смыслу.
Чтобы было понятнее, что имеется в виду, перед вами таблица косвенной речи:

Обратите внимание, что от Present Perfect и Past Simple в косвенной речи одинаково образуется Past Perfect. Да, это не опечатка в таблице, а исключение из правила.
Косвенная речь и согласование времен
Еще раз повторим, что одним из главных правил при переводе прямой речи в косвенную считается правильное согласование времен. Оно означает, что в придаточном предложении мы всегда указываем предшествующее время, за исключением отдельных случаев, указанных в таблице.
А теперь усвоим эту простую схему преобразования прямой речи в косвенную на примерах:
Настоящее время просто переводим в прошлое, как указано в таблице.
Maria said, «I go home from school at 2 P:M on Mondays». – Мария сказала: «Я прихожу домой со школы в 2 часа дня по понедельникам».
Maria said that she went home from school at 2 P:M on Mondays. – Мария сказала, что приходит домой со школы в 2 часа дня по понедельникам».
Present Continuous меняется на Past Continuous.
Alexandra said, «I am having a shower». – Александра сказала: «Я принимаю душ».
Alexandra said that she was having a shower. – Александра сказала, что принимает душ.
Вместо Present Perfect ставим Past Perfect. Но будьте внимательны: замена времени происходит только с модальным глаголом, все остальное остается неизменным.
Maria said, «I have eaten prawns with garlic two times». – Мария сказала: «Я ела креветки с чесноком 2 раза».
Maria said that she had eaten prawns with garlic two times. – Мария сказала, что ела креветки с чесноком 2 раза.
Present Perfect Continuous превращается в Past Perfect Continuous.
My friends said, «We have been studying Polish for 3 years». – Мои друзья сказали: «Мы изучаем польский три года».
My friends said that they had been studying Polis for 3 years». – Мои друзья сказали, что изучают польский 3 года.
Past Simple меняется на Past Perfect.

Shura said, «I passed my exam last week». – Шура сказал: «Я сдала экзамен на прошлой неделе».
Shura said that he had passed his exam the previous week. – Шура сказал, что он сдал экзамен на прошлой неделе.

Практическая работа №142

Тема: Прямая и косвенная речь. Грамматический практикум.

Цель: Отработать грамматический материал.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

1. Повторите материал.
2.Выполните упражнения.

Упражнение 1. Change the direct speech into reported speech. Переведите в косвенную речь.
Example “I work hard,” Jillian said.
— Jillian said that he worked hard.
“I am planning to go to Kenya,” Sally said.
“I take my little sister to school every day,” little Anthony said.
“You may take my textbook,” Nonna said.
“They are playing in the gym now,” Nick said.
“I don’t like chocolate,” Mary said.
“My sister is ready to go” Helen said.
“My mother usually goes shopping on Saturday,” the girl said.
“The birds build their nests among the trees,” the teacher said.
“I am not married,” Jimmy said.
“I can't read these books. I don’t like them,” Petra said.

Упражнение 2. Change the direct speech into reported speech. Переведите в косвенную речь.
Example 1: I have already finished the test. -> He said he had already finished the test.
We have gone on holiday.
Nelly can’t write; she has cut her finger.
The Ivanovs have travelled to many places.
Sam has already learnt the poem.
My sister has broken my pencil.
My dad has never travelled by plane.
Andrew has lost his keys.
Jill has never slept in a tent.
Example 2: The party finished late. —> He said (that) the party had finished late.
They lived in a camp when they were on holiday.
My brother got up early this morning.
Li was a famous sportsman.
The couple agreed to meet at six.
Yesterday, I saw Mary in the street.
Sammy arrived by train.
Nicky went home early yesterday.
The kids played tennis in the yard.
Example 3: I’ll meet them at school. —> He said he would meet them at school.
The match will take place next week.
This work will take little time.
My parents will come at 3.
Mike will do this exercise later.

My friend won’t be able to come.
They’ll build a new hotel here.
It will rain tomorrow.
Sandy won’t be able to come.
We’ll have examinations next year.
Упражнение 3. Imagine that you met your friend and he told you something. Write what he told you.
Example: I haven’t seen you for a long time.—> He told me that he hadn’t seen me for a long time.
I was away from school because I was ill.
I phoned you many times but you were out.
Some of the schoolmates came to see me.
I had a cold and stayed in bed.
I watched TV.
I’ll come to school next week.
I’ll be better I hope.
The doctor has given me many pills.
Упражнение 4. Перепишите предложения из косвенной речи в прямую.
Example: He said the meeting had finished. —> The meeting has finished.
He said that his bus hadn’t come in time the day before.
The boys said they would go to the football match.
He said their team hadn’t won the last game.
Molly said that she had gone to the library after school.
Liz said that she would go home early.
We said that we hadn’t made any plans yet.
Косвенная речь упражнения. Вопросительные предложения.
Переходим к упражнениям на отработку перевода вопросительных предложений из прямой речи в косвенную.
Упражнение 5. Imagine that you saw your doctor yesterday because you had a bad headache. Tell your partner what questions the doctor asked.
Example: Do you sleep well?
— The doctor asked me if I slept well.
Is anything wrong with you?
Do you sometimes have headaches?
Are you taking any medicine now?
Do you spend much time out- of-doors?
Do you do sports?
Have you a good appetite?
Do you usually go to bed late?
Will you follow my advice?

Практическая работа №143

Тема: Обобщение и систематизация грамматического материала.

Цель: Повторить грамматический материал.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

1. Повторите материал.
2. Выполните упражнения.

Памятка

Direct Speech (Прямая речь) – речь какого-либо лица, передаваеая буквально так, как была произнесена.

Reported speech (Косвенная речь) – это речь, которая передает содержание беседы от третьего лица.

Прямая речь Косвенная речь

John says, “I enjoy reading”. John says that he enjoys reading.

Запомни!
Из прямой речи в косвенную произведи следующие изменения:
- косвенная речь вводится глаголом to say и союзом (that)
- кавычки опускаются;
-личные и притяжательные местоимения прямой речи заменяются по смыслу, как и в русском языке.
Robert:” Reading plays an important role in my life.”
Robert says that reading plays an important role in his life.

Sequence of tenses (Согласование времен)

Direct speech	Reported speech
Present Simple ▬▬▬ V/Vs; am, is,are Molly said: “I like coffee” Peter: "I work in the garden."	Past Simple V2/Ved; was, were Molly said that she liked coffee. Peter said that he worked in the garden.
▬▬▬ Present Continuous Am / is are +Ving He said : “I am playing football”	Past Continuous was / were +Ving He said that he was playing football.
▬▬▬ Present Perfect Have / has + V3 I’ve bought you a car, he said.	Past Perfect had + V3 He said that he had bought me a car.
Past Simple ▬▬▬ V2/ed She said: “I watched the film”	Past Perfect had + V3 She said that she had watched the film.
▬▬▬ Past Perfect had + V3 Peter: "I had worked in the garden."	Past Perfect had + V3 Peter said that he had worked in the garden.
▬▬▬ Present Perfect Continuous Has, have + been +Ving Brian said: “I’ve been working here for 2 years”	Past Perfect Continuous Had + been +Ving Brian said that he had been working there for 2 years.
▬▬▬ Future Simple Will + V	Future Simple in the Past Would + V

Molly said: “I will have a coffee”.	Molly said she would have a coffee

Измени следующие модальные глаголы
can could
I can’t take part in this reality show next week. He said that he could not take part in that reality show the following week.
may might
You may watch this show. She said I might watch that show.
have to / has to had to
I have to switch to another channel. She said that she had to switch to another channel.
НЕ меняются следующие модальные глаголы :
should/could/might/had to/ought/must/need/needn’t.

Переход прямой речи в косвенную:
- прямая речь является вопросительным предложением.
Если прямой вопрос начинается с вспомогательного или модального глагола, то косвенный вопрос вводится союзами whether или if (в значении -ли); порядок слов повествовательного предложения.
Lisa asked, ”Are you leaving at midnight?” Lisa asked if I was leaving at midnight.
- если прямой вопрос начинается с вопросительного слова, то косвенный вопрос присоединяется к главному предложению при помощи того же вопросительного слова; порядок слов прямой, т.е. как в повествовательном предложении.
John asked, ‘What did he tell you about his trip?’ - John asked what he had told me about his trip.
-если прямая речь является повелительным предложением, то при переводе ее в косвенную речь производятся следующие изменения:
а) to say заменяется на to tell(велеть, сказать), to recommend(рекомендовать), to ask(просить), to advise(советовать)
б) повелительное наклонение заменяется в косвенной речи инфинитивом.
Отрицательная форма заменяется инфинитивом с частицей not
‘Will you open the window, please?’ Melany asked. - Melany asked to open the window.
‘Please don’t open the window,’ Melany asked. - Melany asked not to open the window.

Тренировочные упражнения.

1.Переведите предложения на русский язык, обращая внимание на употребление времен в русском и английском языках.

We did not know where our friends went every evening.

We did not know where our friends had gone.

She said that her best friend was a doctor.

She said that her best friend had been a doctor.

I didn’t know that you worked at the Hermitage.

I didn’t know that you had worked at the Hermitage.

I knew that you were ill.

I knew that you had been ill.

We found out that she left home at 8 o'clock every morning.

We found out that she had left home at 8 o'clock that morning.

2. Change the direct speech into reported speech. Переведите в косвенную речь.
Example "I work hard," Jillian said.
— Jillian said that he worked hard.

"I am planning to go to Kenya," Sally said.

"I take my little sister to school every day," little Anthony said.

"You may take my textbook," Nonna said.

"They are playing in the gym now," Nick said.

"I don't like chocolate," Mary said.

"My sister is ready to go" Helen said.

"My mother usually goes shopping on Saturday," the girl said.

"The birds build their nests among the trees," the teacher said.

"I am not married," Jimmy said.

"I can't read these books. I don't like them," Petra said.
3. Put these statements into Reported Speech.

'I can't swim very well', I said.

Andrew said: 'I don't want to go swimming'.

'I'll phone you later', Sarah said.

Annie said:'I'm hungry'.

I told him: ‘I don’t like tea’.

Olaf said: ‘My father does a lot of business with England’.

The woman said: ‘I will pay you two pounds’.

She said to Lilian: ‘You can come with me’

He said: ‘I don’t think it will be interesting’.

My friend told me: ‘You can go there for a year’.

She said: ‘Nothing will make me do it’

Mike said: ‘My friend is a painter’.

She said: ‘I am good at painting’.

4. Change the direct speech into reported speech. Переведите в косвенную речь.

A. Example 1: I have already finished the test. - He said he had already finished the test.

We have gone on holiday.

Nelly can’t write; she has cut her finger.

The Ivanovs have travelled to many places.

Sam has already learnt the poem.

My sister has broken my pencil.

My dad has never travelled by plane.

Andrew has lost his keys.

Jill has never slept in a tent.

B. Example 2: The party finished late. — He said (that) the party had finished late.

They lived in a camp when they were on holiday.

My brother got up early this morning.

Li was a famous sportsman.

The couple agreed to meet at six.

Yesterday, I saw Mary in the street.

Sammy arrived by train.

Nicky went home early yesterday.

The kids played tennis in the yard.

C. Example 3: I'll meet them at school. — He said he would meet them at school.

The match will take place next week.

This work will take little time.

My parents will come at 3.

Mike will do this exercise later.

My friend won't be able to come.

5. Imagine that you saw your doctor yesterday because you had a bad headache. Tell your partner what questions the doctor asked.

Example: Do you sleep well?

— The doctor asked me if I slept well.

Is anything wrong with you?

Do you sometimes have headaches?

Are you taking any medicine now?

Do you spend much time out- of-doors?

Do you do sports?

Have you a good appetite?

Практическая работа №144
Тема: Контрольная работа №5
Цель: Контроль лексико-грамматического материала
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

Вариант 1

Exercise 1. Translate from English into Russian.

Among various recent trends in the engineering profession computerization is the most widespread. The trend in modern engineering offices is also towards computerization. Computers are increasingly used for solving complex problems as well as for handling, storing, and generating the enormous volume of data modern engineers must work with.

Scientific methods of engineering are applied in several fields not connected directly to manufacture and construction. Modern engineering is characterized by the broad application of what is known as systems engineering principles.

Exercise 2. Answer the questions.

1. What is the most widespread trend in the engineering profession?
2. What are computers used for in modern engineering?

Exercise 3. Insert *somebody, anybody, nobody or everybody:*

l. The question was so difficult that... could answer it. 2.... left his bag in our classroom yesterday. 3. Has... in this group got a dictionary? 4. I am afraid there is... in the office now. It is too late. 5.... knows that water is necessary for plants. 6. Is there... here who knows English? 7. You must find... who can help you.

Exercise 4. Answer the following questions:

1. Do you study in your hometown or you just live here while studying?
2. Do you like the city where you study? Why and why not?
3. Do you know the history of your hometown?

Вариант 2.

Exercise 1. Translate from English into Russian.

Metals are materials most widely used in industry because of their properties. The study of the production and properties of metals is known as metallurgy**.**

The separation between the atoms in metals is small, so most metals are dense**.** The atoms are arranged regularly and canslide over each other. That is why metals are malleable (can be deformed and bent without fracture) and ductile (can bedrawn into wire)**.** Metals vary greatly in their properties. For example, lead is soft and can be bent by hand, while iron can only be worked by hammering at red heat.

Exercise 2. Answer the questions.

1. What are metals and what do we call metallurgy?
2. Why are most metals dense?
3. Why are metals malleable?

Exercise 3. Insert *much, many, little, a little, few, a few:*

1. I'd like to say... words about my travelling. 2. She gave him... water to wash his hands and face. 3. He had... English books at home, so he had to go to the library. 4. After the lesson everybody felt... tired. 5. Let's stay here... longer. I like it here. 6. There were... new words in the text and Peter spent... time learning them.

Exercise 4. Translate into Russian:

1. If I came later I would be late for the lesson. 2. If he had known the time-table he wouldn't have missed the train. 3. It would be better if you learned the oral topics. 3. I wish I had known this before the examination. 4. I would have come to you if you had not lived so far away. 5. If I had seen you

yesterday I would have given you my text-book. 6. If I were in your place I wouldn't buy the tickets beforehand. 7. If I had known that you needed help I would have helped you.

Вариант 3.

Exercise 1. Translate from English into Russian.

The most important metal in industry is iron and its alloy — steel. Steel is an alloy of iron and carbon. It is strong and stiff, but corrodes easily through rusting, although stainless and other special steels resist corrosion. The amount of carbon in a steel influences its properties considerably. Steels of low carbon content (mild steels) are quite ductile and are used in the manufacture of sheet iron, wire, and pipes. Medium-carbon steels containing from 0.2 to 0.4 per cent carbon aretougher and stronger and are used as structural steels. Both mild and medium-carbon steels are suitable for forging andwelding.

Exercise 2. Answer the questions.

1. What is steel?
2. What are the main properties of steel?
3. What kinds of steel do you know? Where are they used?

Exercise 3. Answer the following questions:

1. Is Russia the largest country in the world?
2. What oceans wash the borders of the Russian Federation?
3. How many countries have borders with Russia?
4. Are Russian flora and fauna various?

Exercise 4. Insert *somebody, anybody, nobody or everybody:*

l. The question was so difficult that... could answer it. 2.... left his bag in our classroom yesterday. 3. Has... in this group gota dictionary?

Вариант 4.

Exercise 1. Translate from English into Russian.

Metals are important in industry because they can be easily deformed into useful shapes. A lot of metalworking processes have been developed for certain applications. They can be divided into five broad groups:

1. rolling,
2. extrusion,
3. drawing,
4. forging,
5. sheet-metal forming.

During the first four processes metal is subjected to largeamounts of strain (deformation). But if deformation goes at a high temperature, the metal will recrystallize — that is, new strain-free grains will grow instead of deformed grains. For this reason metals are usually rolled, extruded, drawn, or forged above their recrystallization temperature. This is called hot working. Under these conditions there is no limit to the compressive plastic strain to which the metal can be subjected.

Exercise 2. Translate from Russian into English.

Станки, токарный станок, фрезерный станок, строгальный станок, шлифовальный станок.

Exercise 3. Write a short story about your visit to Moscow.

1) Have you ever been to Moscow?
2) If yes, when was it?
3) Was it a business trip or a pleasure tour?
4) Did you fly, take a bus or a train to Moscow?
5) What railway station (airport) did you arrive at?
6) What places of interest have you visited?
7) Where did you stay in Moscow?
8) How long did you stayed in Moscow?
9) Did you enjoy your visit to Moscow?

Практическая работа №145

Тема: Введение лексики по теме «Карьера».

Цель: Изучение лексического материала.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

Ознакомление с лексикой по теме «Карьера»

Составить 10 предложений с новыми словами.

choosing a career — выбор профессии
matter — вопрос, дело
to examine — изучать
thoroughly — тщательно
ability — способность
strength — сильная сторона
weakness — слабая сторона
to take into account — принимать во внимание
preference — предпочтение
particularly — особенно
to follow in the footsteps of — идти по стопам
blindly — слепо
to base on — основываться на
opinion — мнение
turn of mind — склад ума
to work out — разрабатывать
occupation requirements — требования к профессии
variety — разнообразие
pay — зарплата, жалованье
salary — зарплата
generally speaking — вообще говоря
independent — независимый
successful — успешный
wealthy — состоятельный
well-paid — хорошо оплачиваемый
to support a family — содержать семью
breadwinner — кормилец
condition — условие
to enter — поступать
prestigious — престижный
further training — дальнейшее обучение
promotion prospects — перспективы на повышение
to graduate — окончить (университет)
plum job — «тёплое местечко» (несложная работа с хорошим заработком)
to respond — отвечать, соответствовать
monotonous — монотонный
tedious — нудный, скучный, утомительный
clerical job — офисная работа
capable — способный
hard-working — трудолюбивый
to climb the ladder — делать карьеру
firefighter — пожарный
estate agent — агент по недвижимости
full-time job — работа на полную ставку, предполагающая полную занятость

part-time job — работа на полставки, предполагающая неполную занятость
flexitime job — работа со скользящим графиком
set — установленный, неизменный
pattern — график, расписание
involve — включать, содержать
to juggle — совмещать
employee — служащий, работник
to appeal — привлекать, нравиться
sociable — общительный
on the contrary — напротив, наоборот
timid — робкий, застенчивый
diffident — неуверенный в себе
frankly speaking — откровенно говоря
communication skill — навык общения
business trip — командировка
to imply — подразумевать
to turn out — оказываться
exhausting — изнуряющий, изматывающий, утомительный
stressful — напряжённый
ambitious — целеустремлённый, честолюбивый
creative — творческий
tailor — портной
well-paid — хорошо оплачиваемый
bodyguard — телохранитель
lifeguard — спасатель
rewarding — полезный, стоящий
demanding — требующий много усилий или времени
to devote — посвящать
aspiring — устремлённый, честолюбивый
reliable — надёжный
laborious — трудолюбивый, старательный
to be a matter of future prestige and wealth — быть вопросом будущего престижа и благополучия

Практическая работа 146.
Тема: Основы заключения деловых контрактов.
Цель: Совершенствование лексических навыков говорения.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал.

Порядок выполнения работы:
Изучите материал.
Составьте собственный контракт.

КОНТРАКТ №	CONTRACT No
Москва “____” _____ 20__ г. _____, именуемый в дальнейшем Продавец, с одной стороны, и _____, именуемый в дальнейшем Покупатель, с другой стороны, заключили настоящий контракт о нижеследующем:	Moscow “_____” _____ 20__ _____ hereinafter referred to as on the one hand and _____, he referred to as the Buyers, on the other hand have the present Contract as follows:
1. Предмет контракта	1. Subject of the Contract

Продавец продал, а Покупатель купил на условиях (ФОБ) _____(порт) товаров на сумму _____ в количестве, ассортименте, по ценам и в соответствии с техническими условиями, указанными в приложениях № 1,2,…, являющихся неотъемлемой частью настоящего контракта.	The Sellers have sold and the Buyers have bought _____(port) basis the goods to the a _____ in the quantity, assortment, at p according to technical conditions as stated in Supp 1,2… which are the integral part of the present Co
2. Цена и общая сумма контракта	2. Price and Total Amount of the Contract
Цены на товары устанавливаются в _____(валюта) и понимаются _____(ФОБ, СИФ…), включая стоимость тары, упаковки и маркировки. Общая сумма настоящего контракта составляет _____	The prices for the goods are fixed in _____(currency) and are to be und _____(FOB, CIF…) packing and mark included. The Total Amount of the present Contract is _____
3. Сроки поставки	3. Dates of delivery
Поставка товаров по настоящему контракту будет произведена в сроки, указанные в Приложении № ___ к данному контракту. Датой поставки считается дата коносамента и/или дата штемпеля на железнодорожной накладной.	Delivery of the goods under the present Contract s effected within the dates stipulated in the Supplem ____ to the present Contract. The data of the Bill of Lading and/or the date of f station stamp of the Sellers' country stated in (rail to be considered as the data of delivery.
4. Качество товара	4. Quality of the goods
Качество поставляемых изделий будет соответствовать техническим условиям, указанным в Приложении № ___.	The quality of the goods should conform to the te conditions stated in the Supplement No __ .
5. Упаковка и маркировка	5. Packing and Marking
Тара и внутренняя упаковка обеспечат полную сохранность и предохранят товар от повреждений при транспортировке всеми видами транспорта с учетом перевалок. На каждом месте несмывающейся краской наносится маркировка, содержащая следующие данные: Место N _____ Контракт N _____ Грузоотправитель _____ Грузополучатель _____ Вес брутто _____ Вес нетто _____	Tare and inner packing should secure full safety o and protect the goods from any damages during tr by all kinds of transportation means taking into co transshipments. Each case is to be marked with indelible paint as f Case N. _____ Contract N. _____ Consignor _____ Consignee _____ Gross weight _____ Net weight _____
6. Сдача и приемка товаров	6. Delivery and Acceptance of Goods
Товар считается сданным Продавцом и принятым Покупателем: по качеству – согласно качеству, указанному в сертификате о качестве, выданном Продавцом; по количеству – согласно количеству мест и весу, указанным в железнодорожной накладной или коносаменте.	The goods shall be considered as delivered by the accepted by the Buyers: in respect of quality – according to the Certificate issued by the Seller; in respect of quantity – according to the number o weight as shown in way-bill or Bill of Lading.
7. Платеж	7. Payment
Расчеты за поставленный товар производятся в _____(валюта) по безотзывному, подтвержденному, делимому аккредитиву, открытому Покупателем в _____(банк). В аккредитиве предусматривается	Payment for the goods delivered is effected in ___ under an irrevocable, confirmed divisible Letter o established by the Buyer with the Bank _____ The Letter of Credit to allow transshipment and p shipment and to stipulate that all the expenses cor

возможность перегрузок и частичных отгрузок, а также в него включается условие о том, что все расходы, связанные с открытием и продлением аккредитива, и все другие банковские расходы оплачиваются Покупателем. Аккредитив действителен в течение _____ дней. Условия аккредитива будут соответствовать условиям контракта; условия, не включенные в контракт, в аккредитив не включаются. Платеж с аккредитива производится против документов: 1. Полного комплекта чистых бортовых коносаментов, выписанных на имя _____(покупатель) на отгрузку товара в _____(порт назначения). 2. Счета в 3-х экземплярах. 3. Спецификации в 3-х экземплярах с указанием номера контракта, номеров отгруженных ящиков. 4. Сертификата о качестве товара, выданного Продавцом в 2-х экземплярах, подтверждающего, что качество товара соответствует условиям настоящего контракта. 5. Расписки капитана в получении для сдачи с грузом в порту назначения 4-х копий коносамента и 4-х копий спецификаций. Продавец предъявит вышеперечисленные документы в Банк для оплаты в течение _____ дней после погрузки товара. В случае нарушения данного условия, Продавец несет расходы по пролонгации аккредитива.	the opening and the extension of the Latter of Cre other bank charges to be for the Buyers' account. of Credit is to be valid for _____ days. The terms and conditions of the Letter of Credit s correspond to the terms and conditions of the Con terms which are not included in the Contract to be inserted in the Letter of Credit. The Letter of Credit to be available against presen following documents: 1. Full set of clean on board Bills of Lading issue name of _____(Buyer) for shipment of _____(destination port); 2. Invoice in triplicate; 3. Specification in triplicate stating Contract No, shipped cases; 4.Quality Certificate issued by the Seller in duplic confirming that the quality of the goods correspon conditions of the present Contract; 5. Master's Receipt confirming the receiving for non-negotiable copies of Bill of Lading and 4 cop specification together with the goods. The Sellers should submit the above said docume Bank for payment within _____ days after loa goods. Should the Seller fails to do this he is to bear the e prolongation of the Letter of Credit.
8. Рекламации	8. Claims
Рекламации в отношении количества, в случае внутритарной недостачи, могут быть заявлены Покупателем Продавцу в течение _____ дней, а в отношении качества товара, в случае его несоответствия качеству, обусловленному в Контракте, в течение _____ дней с момента поступления товара в порт назначения. Содержание и обоснование рекламации подтверждается либо актом экспертизы, либо актом, составленным с участием незаинтересованной организации. Продавец рассмотрит полученную рекламацию в течение _____ дней, считая с даты получения. Если по истечении указанного срока, от Продавца не последует ответа, рекламация считается признанной Продавцом. Покупатель имеет право вернуть Продавцу забракованный товар для его замены товаром должного качества. Все транспортные и другие расходы, связанные с поставкой и возвратом дефектного товара, оплачиваются Продавцом.	Claims in respect of the quantity in case of shorta case may be submitted by the Buyers to the Seller than _____ days and in respect of the quality in case of non-conformity of same to that stipulate Contract not later than _____ days after the arriv goods at the port of destination. Contents and ground of the claim should be certif Expert's Report or by a Report made up with the of a representative of an uninterested competent o The Sellers should consider the received claim wi days counting the date of its receipt. In case of no the Sellers after expiration of the said date the cla considered as admitted by the Sellers. The Buyers have the right to return to the Sellers goods for their replacement by the goods of prope All the transport and other expenses connected wi and return of defective goods are to be paid by the
9. Арбитраж	9. Arbitration
Все споры и разногласия, которые могут возникнуть по настоящему контракту или в связи с ним, разрешаются, с исключением обращения сторон в общие суды, в	All disputes and differences which may arise out present Contract or in connection with the same a settled without application to State courts by Arbi

арбитражном суде при Торгово-Промышленной Палате в г. Москве, в соответствии с Правилами производства дел в этом суде, решения которого будут окончательными и обязательными для обеих сторон.	Court at Chamber of Commerce, Moscow in acco the Rules of procedure of the above Court the awa which are final and binding upon both Parties.
10. Форс-мажор	10. Force-majeure
При наступлении обстоятельств невозможности полного или частичного исполнения любой из сторон обязательств по настоящему контракту, а именно: пожара, стихийных бедствий, войны, военных операций любого характера, блокады, запрещений экспорта или импорта, или других, не зависящих от сторон обстоятельств, срок исполнения обязательств отодвигается соразмерно времени, в течение которого действуют такие обстоятельства. Если эти обстоятельства продолжаются более _____ месяцев, каждая из сторон имеет право отказаться от дальнейшего исполнения обязательств по контракту, и в этом случае ни одна из сторон не будет иметь права на возмещение другой стороной возможных убытков. Сторона, для которой создалась невозможность исполнения обязательств по контракту, будет немедленно извещать другую сторону о наступлении и прекращении обстоятельств, препятствующих исполнению обязательств. Надлежащим доказательством наличия указанных выше обстоятельств и их продолжительности будут служить справки, выдаваемые соответственно Торговой Палатой страны Продавца или Покупателя.	Should any circumstances arise which prevent co partial fulfillment by any of the Parties of their res obligations under the present Contract, namely: fi God, war, military operations of any kind, blocka prohibition of export or import or any other circu beyond the control of Parties, the time stipulated f fulfillment of such obligations shall be extended f period equal to that during which such circumstan remain in force. Should the above circumstances continue to be in more than _____ months, each Party shall have th refuse any further fulfillment of the obligations un Contract and in such case neither of the Parties sh right to make a demand upon the other Party for t compensation of any possible damages. The Party for whom it becomes impossible to me obligations under the present Contract, shall imm advise the other Party as regards the beginning an cessation of the circumstances preventing the fulf their obligations. The certificates issued by the respective Chamber Commerce of the Sellers' or of the Buyers' countr sufficient proof of such circumstances and their d
11. Другие условия	11. Other Conditions
Все сборы (включая портовые и доковые), налоги и таможенные расходы на территории страны Продавца, связанные с выполнением настоящего контракта, оплачиваются Продавцом и за его счет. Получение экспортных лицензий, если таковые потребуются, является обязанностью Продавца. С момента подписания настоящего контракта все предыдущие переговоры и переписка по нему теряют силу. Ни одна из сторон не вправе передать свои права и обязательства по контракту без письменного на то согласия другой стороны. Всякие изменения и дополнения к настоящему контракту будут действительны лишь при условии, если они совершены в письменной форме и подписаны должным образом уполномоченными на то лицами обеих сторон. Настоящий контракт составлен в двух экземплярах, причем оба экземпляра имеют одинаковую силу.	All dues (including port and dock ones), taxes and duties levied in the territory of the Sellers' countr with execution of the present Contract are to be pa Sellers and for their account. The Seller is bound to obtain Export Licenses if s required. From the moment of signing the present Contract previous negotiations and correspondence connec same are null and void. None of the Parties has the right to assign their rig obligations under the present Contract without wr consent of the other Party. Any amendments and supplements to the present valid only if made in writing and signed by duly a representatives of both Parties. The present Contract is made up in two copies bo the same value.
12. Юридические адреса сторон	12. Legal Addresses of the Parties

Практическая работа 147.

Тема: Написание делового письма.

Цель: Совершенствование навыков чтения с полным пониманием.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал.

Порядок выполнения работы:

Изучите материал.

Составьте собственное письмо-заявку.

Адрес и дата.

Письмо начинается с указания Вашего адреса в верхнем правом углу. Но в отличие от российских правил оформления, адрес пишется не от большего к меньшему, а наоборот. То есть, квартира, дом, улица, город, округ/республика, страна.

Сразу под адресом записывается дата. Возможны следующие форматы:

Месяц число, год (April 7th, 2016)

Число месяц год (7 April 2016)

дд/мм/гг (07/04/2016)

Обращение.

Как и во многих странах, в Англии принято начинать письмо с обращения.

Пример: «Dear Mr Black,» или «Dear Anna,»

Если Вы не знаете имя получателя, то можете написать «Dear Sir/Madam,». Запятая обязательна!

; Причина письма.

Дальше следует объяснить, с какой целью Вы обращаетесь. Можно использовать следующие фразы:

I am writing to apply for the… — Я пишу с целью...

With reference to your advertisement in… — Ссылаясь на Ваше объявление...

Пример:

I am writing this letter to apply for the programme in which you are conducting. — Я пишу Вам, чтобы подать заявку на программу, которую Вы проводите.

Описание конкурса/программы, в которых Вы желаете участвовать.

Можно использовать следующие фразы:

I would like to participate in this program because… — Я хотел бы участвовать в этой программе, потому что...

I also appreciate the opportunity to… — Я также ценю возможность…

Пример:

I would like to participate in this program because it’s a great opportunity to improve my English and to find foreign friends. — Я хотел бы участвовать в этой программе, потому что это отличная возможность улучшить мой английский и найти иностранных друзей.

I also appreciate the opportunity to get information about British culture and mentality. — Я также ценю возможность получить информацию о британской культуре и менталитете.

Почему именно Вы должны участвовать?

А вот тут можно себя расхвалить, только не перестарайтесь, а то будет выглядеть неправдоподобно. Вы можете написать, какие языки знаете, какими способностями обладаете, каков Ваш характер.

Пример:

I am studious, responsible and I am very quick on the uptake. — Я прилежный, ответственный и

схватываю на лету.
Также можно добавить, что такая практика необходима Вам, ведь Вы... (собираетесь стать переводчиком/собираетесь уехать в Англию и так далее)

Заключение
Вы должны выразить свою надежду на ответ.
Можно воспользоваться такой фразой:
I look forward to hearing from you. — С нетерпением жду Вашего ответа.
Затем нужно написать:
«Yours faithfully,» (если Вы не знаете имени получателя и в самом начале обращались на Sir/Madam)
«Yours sincerely,» (если Вы знаете имя получателя)
Запятая обязательна!
И осталось указать своё имя (только имя!).

Практическая работа 148.

Тема: Письмо-запрос.
Цель: Совершенствование навыков чтения с полным пониманием.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал.

Порядок выполнения работы:
Изучите материал.

Пример письма-просьбы на английском, letter of request с переводом

Mr Michael Smith

Greenhouse-corporation
Office 513, Entrance 2B
Main Street
Bristol
Great Britain
25 November 2017

Mr Smith,
I would like to remind you that we met on Friday at Collins. You mentioned that I could ask you for help in learning English language. You said that you could give me some lessons of English grammar. I would like to begin this Monday, if you can. Thank you very much for your help. Hope to see you soon.
Yours sincerely,
David Collins
University Student

—
Перевод:

Майкл Смит
Корпорация Гринхаус
Офис 513, Вход 2В
Главная улица
Бристоль
Великобритания
25 ноября 2017

Мистер Смит,

Я бы хотел напомнить вам, что мы встречались с вами в пятницу в семье Коллинс. Вы упомянули, что я могу попросить вас о помощи в изучении английского языка. Вы сказали, что можете преподать мне несколько уроков по английской грамматике. Я бы хотел начать в этот понедельник, если вам удобно. Большое спасибо вам за помощь. Надеюсь, вскоре мы с вами увидимся.
Искренне ваш,
Дэвид Коллинс
Студент Университета

Практическая работа 149.
Тема: Письмо-предложение.
Цель: Совершенствование навыков чтения с полным пониманием.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал.

Порядок выполнения работы:
Порядок выполнения работы:
Изучите материал.
Составьте собственное деловое письмо.

Ведение деловой переписки на английском — важный навык, который придётся освоить, если вы работаете в иностранной компании или общаетесь с зарубежными партнёрами. Пригодится этот навык и при поступлении в зарубежный университет.
Большинство деловых писем пишут по шаблону. Не нужно бояться использовать клише и стандартные фразы — это признак хорошего тона, уважения к адресату и достойного образования.
В деловых письмах желательно соблюдать структуру:
Greeting (Приветствие)
Opening (Вступление)
Main part (Основная часть)
Ending (Заключение)
Farewell (Прощание)
ПриветствиеЕсли обращаетесь к одному человеку:
Формально (к боссу, заказчику, клиенту, партнёру):
Dear Sir/Madam, — Уважаемый/уважаемая,
Dear Mr/Ms Musk, — Уважаемый мистер Маск / уважаемая мисс Маск,
Неформально (к коллегам):
Hi/Hello Sam, — Привет, Сэм
Если обращаетесь к группе лиц:
Dear all/colleagues, — Уважаемые коллеги,
Hi everyone, — Всем привет,
Hi there, — Всем привет,
Если не знаете имя собеседника или пишете на общий адрес вроде info@support.com:
Greetings, — Здравствуйте,

В английском, как и в русском, после приветствия можно поставить запятую, однако это необязательно. Восклицательный знак ставить не следует — это придаёт письму чрезмерную эмоциональность.

После приветствия вам нужно представиться или напомнить адресату, кто вы, если вы общались ранее. Даже если в графе «От кого» указаны ваши имя и фамилия, вашему собеседнику это может ни о чём не говорить.

I am Marina Mogilko from LinguaTrip.com. We have met at the Apple event last week. — Это Марина Могилко из LinguaTrip.com. Мы пересеклись на презентации Apple на прошлой неделе.
Если вы уже ведёте переписку и хотите поблагодарить собеседника за предыдущие письма:
Thank you for contacting us. — Спасибо, что связались с нами.
Thank you for your prompt reply. — Спасибо за ваш быстрый ответ.
Thanks for getting back to me. — Спасибо, что ответили мне.
Thanks for your email. — Спасибо за ваше письмо.
Когда нужна обратная связь от собеседника:
Any feedback you can give me on this would be highly/much appreciated. — Я буду благодарен любому отзыву, который вы оставите.
Когда вы хотите, чтобы адресат присылал вам обновления по проекту/задаче:
Keep me posted/informed. — Держите меня в курсе.
Иногда адресата нужно поторопить , потому что дедлайн уже скоро или вовсе прошёл, а ответ запаздывает. Тогда напишите:
I would appreciate your immediate attention to this matter. — Я буду признателен за ваше немедленное внимание к этому вопросу.
Тон у этой фразы серьёзный, поэтому учитывайте контекст, чтобы не показаться сердитым без причины.
Прощаемся
Наконец вам нужно попрощаться. В деловых письмах нельзя просто отправить Bye! (Пока!) или See you later! (Увидимся позже!). Вот несколько вариантов, как закончить формальное и неформальное письмо.
Формально
Best / Kind / Warm regards — С наилучшими / добрыми / тёплыми пожеланиями
Самое распространённое прощание в деловой среде. Подойдёт для писем заказчикам и клиентам.
Sincerely (AmE) — С уважением
Формальное прощание в американском варианте, которое всегда будет к месту.
Yours sincerely (BrE) — С искренним уважением
Прощание в британском английском, которое используют в письмах, когда собеседники знакомы лично.
Yours faithfully (BrE) — С глубоким почтением

Практическая работа №150

Тема: Чтение и перевод текста профессиональной направленности «Устройство на работу».

Цель:Совершенствование навыков чтения с полным пониманием.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

Прочитайте, переведите текст

Getting a job is a very hard period in the life of most people. Companies choose an employee from hundreds of candidates according to special rules, that is why there are special «typical» factors, influencing on employer's choice. Among such factors are: age, sex, experience, family background and marital status, personality and references.

If you are to go to an interview tomorrow, sleep well before it and do not forget your CV at home — is the basic rule. Moreover, there are some recommendations, which can help you. For example, read annual report, or a newspaper of the company to show your understanding of the corporate strategy on

the interview. What is more, you should choose corresponding dress code for the interview. Even such advices are to help you make a good impression; some companies do not want to hire a man, who follows every advice. To illustrate this, I can quote Artemiy Lebedev, the most famous Russian web-designer: «If you enclose a standard stupid resume, written by the rules of American bureaucracy, we would delete it immediately after receiving. If your CV is composed according to all rules, we would not choose you, as we might think, that your profession is to acquire a job».

After getting a job, you may have some unexpected troubles with boss, too: e.g. if you dye your hair or wear something not appropriate. The best solution of such situation is to ask a trade union for advice, which can always help you in your fight with an employer. Of course, if you affect company discipline not coming in time or working badly, your dismissal would not be unfair.

Практическая работа №151

Тема: «В деловой командировке». Выполнение лексических упражнений.

Цель: Изучение лексического материала.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

1. Прочитайте, переведите текст.
2. Сделайте пересказ.

Business trip

Employees of different countries usually go on business trips. Any firm chooses only best export for it. Companies can arrange such trips both in and outside the country. There are many reasons of going on business there are to make a contract, to discuss different terms of delivery, payment or shipment, to have tests, to do consultancy, to improve once professional skills, to work etc. Represent - natives of the companies make preliminary arrangements in order to meet.

Usually itinerary of the trip is carefully planned by the head of the department or an executive. A business trip can be a long term or a short term one. Often an employee must give a financial report to the chief. As a rule businessman has a chance to go sightseeing or to visit theatres, or just have some rest after the working day.

They also try to buy gifts or presents to relatives, friends and colleagues business trips contribute to extension of business relationship of a company and help to succeed in the world market. Business today is international, so business people often have to travel. On a business trip people may meet colleagues and business partners for a first time.

It is usual for colleagues from different countries to experience cultural difficulties. In other words, they may be surprised by foreign social conventions that is the different ways that other nationalities or different cultures do things. Management styles are also differed from country to country. In some cases it is useful to get a piece of advice from a special agency, consulting on the questions of international business.

Business trip are very important nowadays because face to face contracts are more valuable and useful for the matter, make a cal so in order not to spoil business people will go on traveling on business.

Практическая работа №152

Тема: Написание резюме. Основные фразы и клише.

Цель: Научить составлять резюме.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

Работа с лексическим материалом. Переведите. Запишите о себе

Application Form

First name

Surname

Address

Tel

E-mail

Date and place of birth

Citizenship

Marital status

Occupation

Hobby

Signature

Date

You are going to the International Camp. Fill in the following Application Form.

Переведите. Заполните анкету

Application Form

Surname (in BLOCK CAPITALS) _____

First name_____

Age _____

Sex M□ F □

Date and place of birth_____

Citizenship_____

College_____

Foreign languages _____

Hobby_____

Address_____
Telephone_____

Signature_____ Date_____

Составьте собственное резюме

Практическая работа №153

Тема: Составление резюме.

Цель: Научить составлять резюме.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

Изучите полное резюме. Составьте собственное резюме

Objective	**Sales Manager**
Personal Details	Date of birth: 12 April 1973 Marital status: married Children: son, 10 years old
Summary of Qualifications	6 years experience as a Sales Manager. Provide sales, sales promotion, customers counselling, sales forecasting, new advertising strategies, sales increasing. Proficient with Windows, Microsoft office programs, and use of database programs.

Education	1990–1995 **Student** Kiev State University
Additional Education	1990–1991 **Course of French** Kiev school of foreign languages
Professional Experience	2006–present **Sales Manager** ABC Company, Kiev
	Recommended computerized bookkeeping and supervised all data entry, resulting in reduced bookkeeping time, detailed department reports, improved sales projections, and enhanced business, advertising and budget planning. 5. **Accomplishments:** Organized special holiday sales promotion and recommended special holiday gift line, which increased sales by 35%.
	2000–2006 **Sales Manager** FDG Company, Kiev
	Handled sales of company products. Counseled customers on company products. Forecasted sales revenue, volumes, discounting and profit. 6. **Accomplishments:** Increased number of customers by 20% in two years. Initiated new advertising strategies, which enhanced customer image of store and increased customer traffic. Recognized as one of company's top 10 salespeople each year since 1992.
	1996–2000 **Manager Assistant** JSM Company, Kiev
	Provided customer service via telephone. Ascertained order accuracy. Tracked orders. Cooperated in team.
Additional Skills	**Languages:** English – Intermediate Level German – Elementary Level
	Computer skills: Windows, Word for Windows, Excel, Outlook Express, Internet Explorer
	Driving Licence: Driving Licence Category B
References	References are available on request

Практическая работа № 154

Тема: Сопроводительное письмо.

Цель: : Отработать лексические единицы, совершенствовать навыки монологической речи.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с правилами написания своих данных.

Анкетные данные (с переводом)	Пример ответов
Name/Имя	Viktor Ivanov/Виктор Иванов
Address/Адрес	38 Arbat Street, Moscow, 225230, Russia/ ул. Арбат 38, Москва, 225230, Россия
Phone number/Номер телефона	home/домашний: +7-XXX-XXX-XXXX mobile/мобильный: +7-XXX-XXX-XXXX
Marital status/Семейное положение	Single/Не женат
Date of birth/Дата рождения	29th July 1991/29 июля 1991 года
Nationality/Национальность	Russian/русский

Анкетные данные (с переводом)	Пример ответов
Email/Электронный адрес	your.name@gmail.com

2. Запишите о себе.

Практическая работа №155

Тема: Собеседование при приеме на работу. Что нужно и нельзя делать.

Цель: Изучение лексического материала.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

1. Изучите материал.
2. Сделайте пересказ.

Interviewing guidelines: Dos and don'ts in an interviewWhat to do in an interview:

1. Know what your profile is: one of the first do's of a job interview is to know everything about the job that you are looking for – what this job is all about. One should first differentiate between job skills and the job description itself. One may have the skill sets to perform various jobs duties pertaining to various positions. Meaning, each position has a different life of itself, and it is necessary for a person to be comfortable with the responsibilities and other collaterals that come with a position.

Refer to the article: examples of competency based questions , competency based interview and examples of strengths and weaknesses .

2. Rehearse the Interview: the truth be said, there are several staple questions that an interviewer asks to a prospective employee. These questions are dependent on the position that you are looking at. Therefore, try to get a hold of the related questions that are generally asked during the said job interview. In this case, you might come across at best as someone who has done his homework properly and at worst as a person who goes into too much of details.

3. Dress the Part: the attire is one of the most important parts of your professional life, unless and until you gain that 'name and fame' that just your name is enough to open the doors for new opportunities. Therefore, make sure that you dress and look perfectly for the job that you have applied for. In any case, be sure that you are dressed in comfortable formals, and are clean shaven and presentable enough to handle your first interaction with a company that you wish to work for.

Refer to the article: job interview dress code .

4. Create an Impression: when attending an interview, speak to everyone in the office with the same respect and comfort levels that you would show to the interviewer. Make sure that you greet the receptionist, or the hospitality manager who introduces you into the company.

Apart from the do's, there are several don'ts that should be adhered in the job interview.

Here are some don't s that one should keep in mind while going through the job interview.

What not to do in an interview:

1. Do Not Over rehearse: be yourself – do not over-rehearse and do not be too nervous during the interview. The HR department exists to differentiate between the professionals who will be valuable to

the company and those who are not. Therefore, the HR department is versatile in finding the correct resource for the company. If you come too prepared, or are a bag of nerves during the interview, the interviewer may think you are a person who tries too hard. Therefore, the best bet is to be yourself.
Refer to the article: how to relax before an interview .
2. Do Not Act Over-smart: with confidence comes obnoxiousness, but the same obnoxiousness can have you lose the said job even before you get it. Make sure that you do not come across as an obnoxious wannabe who believes he or she will flit through the job interview to the job position – it won't happen.
3. Do Not Bring Up Personal Issues: It is very wrong for you to bring up personal issues pertaining to any matter. In fact, if you have dropped out of college and not completed your education and if you have left the previous company under dubious circumstances, these questions can be answered with a subtle 'for personal reasons', better than going into a litany of sorts about why you have left the company or why you did not complete your education.

Практическая работа №156

Тема: Развитие диалогической речи «На собеседовании».

Цель: Развитие диалогической речи.

Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал

Порядок выполнения работы

1. Изучите диалоги.
2. Составьте собственный диалог.

Dialogue – Job interview.
– Exuse me, may I come in?
– Yes, of course. Sit down. So, what's your name?
– My name is James Smith.
– How old are you?
– I am 20 years old.
– Well, James, where did you work before?
– I worked as a cashier in McDonald's.
– Are you quit yourself or somebody fired you?
– I quit myself. The work distracted me.
– Okay. So you haven`t got experience in selling cars.
– That's right.
– You must understand that we need skilled workers.
– It seems to me, that I won`t get this job. But, I think that there is a good candidate for this place!
– Who are you talking about?
– My father knows the machines well. Moreover, he has a lot of free time!
– Okay, how old is your father?
-He is 45.
– Hmm … I think we'll call you back later.
– Okay. Be sure to call. Here is his number: 81341341313.
– I need to write down his name and surname.
– Oh sure. His name is George Smith.
– Thank you so much.
– Thank you.
– Have a nice day!
– Bye!
– Bye!

Job Interview

Good morning, Miss Jones. So you applied for a job in our team. Am I right?
Yes, I did. I sent my resume for a position of a restaurant manager.
That`s good. I`d like to know a bit more about you. Probably you could tell us about your education first.
Well, I left school at 17 and then for the next five years I studied at Kazan Federal University. I graduated the Department of economics with high honors and was qualified as a manager of enterprise. And after that I did a one-year computer course.
Well. Your education sounds great, Miss Jones. And have you got any experience? Have you worked before?
Certainly. First I worked as a manager at children's clothes shop. I stayed there for four years and then I moved on to my present company. They offered me a job of a manager in a big cafe.
That`s very interesting. Why aren't you happy with your present job, Miss Jones? Why are you going to leave them?
Well. The salary isn't so bad, I must admit. But the work schedule isn't convenient for me. And I often do a lot of overtime there. Besides you have an excellent reputation and I hope to have more opportunity and growth potential in your company.
I see. Do you mind business trips? And are you fluent in Italian or German?
Oh, foreign languages are my favorites. We did Italian and German at the University and I use them when I travel.
Very good. Can you tell me about your good points then?
Well… I start my work on time. I learn rather quickly. I am friendly and I am able to work under pressure in a busy company.
OK. That's enough I think. Well, Miss Jones. Thank you very much. I am pleased to talk to you and we shall inform you about the result of our interview in a few days. Good-bye.

Практическая работа 157.
Тема: Контрольная работа №6.
Цель: Контроль знаний лексико-грамматического материала.
Перечень оборудования для проведения работы: Тетрадь, письменные принадлежности, раздаточный материал.

Порядок выполнения работы:
Выполните контрольную работу.

Test

1. Match Russian and English equivalents in the both columns:

single screw a) очистка танков

segregated ballast b) регистр судостроения

tank washing c) одновинтовой

to pollute water d) противопожарное оборудование

Register of shipping e) загрязнять воду

firefighting equipment f) изолированный балласт

- Make up true sentences with the words given below:

1) Is; one-deck; a; the; single-screw; „Pobeda"; motor ship.

2) Six-tier; a; there; superstructure; is; this; on; tanker.

3) Is; into; is; dated; double-side; ballast; pumped; double-bottom; spaces.

- Translate from English into Russian:

anti pollution equipment

a bulb bow

to maintain temperature

a cargo hatch

risk of oil spillage

arrangement of a ship

a fuel purification plant

a lubricating oil pump

a firefighting crew

- Translate from Russian into English:

чистый регистровый тоннаж

осадка

длина максимальная

мощность главного двигателя

высота борта

водоизмещение

ширина максимальная

Приложение 2.1.21
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ОП.15

Психология общения

2025

Методические рекомендации по проведению практических работ разработаны на основе рабочей программы по **ОП.15 Психология общения** для специальности среднего профессионального образования (далее СПО), входящей в состав укрупнённой группы профессий **15.02.09 Аддитивные технологии**

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Имамбаева Л.М., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Содержание

		Стр.
	Пояснительная записка	3
П.р.№1	Общение как восприятие и понимание людьми друг друга	4
П.р.№2	Общение как взаимодействие	5
П.р.№3	Общение как коммуникация	6
П.р.№4	Способы убеждения, связанные с воздействием слова.	8
П.р.№5	Анализ личностных особенностей с учетом социальных ролей.	9
П.р.№6	Анализ конфликтных ситуаций	10
П.р.№7	Основы профессионального общения (групповая дискуссия, ролевые игры)	11
П.р.№ 8	Человек в зеркале природы, значимость этических норм.	12
П.р.№9	Проективные методы исследования жизненного пути: методика рисуночных метафор «жизненный путь»	13
П.р.№10	Психологические факторы семейного благополучия.	14
	Список литературы	15

Пояснительная записка

Методические рекомендации по выполнению практических работ составлены в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Психология общения»

Выполнение практических работ является одним из важнейших условий по реализации программы учебной дисциплины «Психология общения», которая является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности среднего профессионального образования (далее СПО), **15.02.09 Аддитивные технологии**

Цель дисциплины – обеспечить овладение студентами кругом вопросов психологии общения, коммуникативной компетентностью и психологическим видением роли общения при взаимодействии в группе и социуме.

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Психология общения» предусмотрено проведение практических занятий.

В результате их выполнения обучающийся должен:

уметь:

- применять техники и приемы эффективного общения в профессиональной деятельности;
- использовать приемы саморегуляции поведения в процессе межличностного общения.

Выполнение обучающимися практических работ по учебной дисциплине «Психология общения» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как коммуникативность, ответственность, рефлексия, творческая инициатива.

Практическая работа № 1
Общение как восприятие и понимание людьми друг друга.

Цель: выяснение причин поведения другого человека?
Каковы закономерности механизма прогнозирования поведения человека? Как называется механизм познания самого себя?
Возможно ли общение без перцептивной стороны? Объясните свой ответ.
Понятийный аппарат: Что такое интроверсия и экстраверсия?
Постижение эмоционального состояния другого человека, понимание его эмоций, чувств и переживаний: форма познания другого человека, основанная на формировании привязанности, устойчивого позитивного чувства к нему.
Описание занятия: выполнение задания
Задание: Проанализируйте особенности вашего общения в начале разговора, при его поддержании и окончании. Для этого вспомните, как чаще всего вы общаетесь. Прочитайте и выделите ответы, соответствующие вашему стилю ведения беседы.
Способы начала разговора
А. Начало разговора зависит от:
> собеседника, если он первый с вами заговорил;
> ситуации, если она требует от вас активности;
> цели, если она предусматривает совместное действие.
Б. Начало разговора зависит от:
> вашего желания общаться с этим человеком;
> вашего настроения вне зависимости от ситуации;
> вашей активности вне зависимости от цели, которая может и не предусматривать партнерского взаимодействия.
Поддержание разговора
А. Для поддержания разговора вы:
> искренне интересуетесь мнением собеседника;
> задаете вопросы, побуждающие собеседника поделиться с вами его знаниями;
> внимательно прислушиваетесь к проблемам вашего собеседника.
Б. Для поддержания разговора вы:
> рассказываете забавные случаи из жизни своей или других людей;
> делитесь своими проблемами;
> рассказываете о своих увлечениях, интересах.
Завершение разговора
А. Завершая разговор, вы:
> отдадите инициативу первым попрощаться своему собеседнику;
> ориентируетесь на реализацию целей своего собеседника;
> будете вежливо ждать, пока ваш собеседник выскажется, даже если спешите.
Б. Завершая разговор, вы:
> являетесь инициатором его прекращения;
> прощаетесь с собеседником, если ваша цель реализована;
> можете прервать его на полуслове, если потеряли интерес к собеседнику.

Если ваши ответы чаще совпадали с вариантами А, то у вас есть явный талант слушателя. Однако замечали ли вы за собой напряжение, если беседа излишне затянулась? Проанализируйте эти случаи и попробуйте найти новые способы ведения беседы.

Если ваши ответы совпадали с вариантами Б, то вы — доминантный собеседник, однако обратите внимание на навыки слушания. Может быть, за излишней активностью в разговоре вы пропускаете ценную информацию от своих собеседников.

Практическая работа № 2
Общение как взаимодействие

Цель: сформировать понятия аспектов общения, сформировать понятия о психологической сущности общения.

Понятийный аппарат: общение, феноменология общения. основные виды общения

Вопросы для обсуждения

1. Определите понятие «общение». В чем заключается феноменология общения?
2. Охарактеризуйте основные виды общения. Приведите примеры.
3. Назовите типы общения и дайте им характеристику.
4. Какие функции выполняет общение? Приведите примеры.
5. Можно ли развивать общительность? Каким образом? Назовите качества приятного собеседника. Какие приемы можно использовать, чтобы быть в центре общения?
6. Какова взаимосвязь деятельности и общения?

Описание занятия: выполнение задания

Задание

1. Назовите не менее трех факторов или особенностей, влияющих на восприятие и оценку людьми друг друга.

Кратко раскрыть 3 схемы формирования первичного впечатления:

а) фактор привлекательности;

б) фактор превосходства;

в) фактор отношения к нам

2. Правильно распределить механизмы познания и понимания людьми друг друга:

а) постижение эмоционального состояния другого человека, понимание его эмоций, чувств и переживаний:

б) форма познания другого человека, основанная на формировании привязанности, устойчивого позитивного чувства к нему;

в) наиболее простой способ понимания другого человека через уподобление себя ему.

А) каузальная атрибуция; Б) идентификация;

В) эмпатия; Г) подражание;

Д) аттракция; Е) конформность

3.Распределить аспекты общения:

а) осознанный образ предвосхищаемого результата, на достижение которого направлено действие человека;
б) способы кодирования, передачи, переработки и расшифровки информации;
в) информация, передаваемая в межиндивидуальных контактах от одного к другому.
А) содержание; В) средства; С) цели.
4. Привести конкретные примеры данных мотивов, побуждающих человека взаимодействовать с окружающими:
а) мотив кооперации;
б) мотив конкуренции;
в) альтруистический мотив
5. Правильно назвать типы или стратегии поведения:
а) партнеры мешают друг другу, препятствуют достижению целей каждого;
б) собеседники взаимно избегают друг друга;
в) партнеры помогают друг другу, способствуют достижению общих целей;
г) один собеседник содействует, помогает другому, а второй активно ему противодействует.

Практическая работа № 3
Общение как коммуникация.

Цель: развитие навыков общения в условиях взаимодействия и сотрудничества в разных сферах жизнедеятельности человека.
Понятийный аппарат: функции и структура коммуникаций, вербальное и невербальное общение, непосредственное и опосредованное воздействие друг на друга.
Описание занятия
Дать аргументированные ответы на вопросы
1. Общение - это:
а) склонность человека входить в контакт с другими людьми, потребность находиться в обществе и взаимодействовать;
б) процесс установления контактов между людьми, включающий в себя обмен информацией, выработку единой стратегии взаимодействия, восприятия и понимания других;
в) процесс непосредственного или опосредованного воздействия друг на друга, порождающий их взаимную обусловленность и связь.
2. Назовите стороны общения:
а) организация взаимодействия между общающимися участниками общения, построение общей стратегии поведения;
б) обмен информацией между общающимися индивидами, выработка единой точки зрения;
в) процесс восприятия и понимания друг друга, установление эмоциональных отношений.
3. В чем проявляется взаимосвязь общения и деятельности?

4. Назовите виды общения по содержанию:
а) обмен предметами и продуктами деятельности, которые служат средством удовлетворения актуальных потребностей;
б) обмен психическими и физическими состояниями;
в) обмен побуждениями, целями, интересами, потребностями;
г) обмен действиями, умениями, навыками;
д) обмен знаниями, информацией.
5. Назовите функции общения:
а) функция общения, стимулирующая активность собеседника;
б) функция общения, цель которой - обмен сообщениями, мнениями, замыслами, решениями;
в) обмен эмоциями, изменение с помощью партнера собственных состояний, переживаний.
6. Какие еще функции общения вам известны? (Карпенко). Перечислите.
7. Приведите примеры основных невербальных средств общения:
а) кинесические средства;
б) просодические средства;
в) такесические средства;
г) проксемические средства.
8. Как вы понимаете? Конгруэнтный человек - это...

3. Сущность, цели, структура и уровни общения.

1.Какие формы общения вам известны?
2.Какие виды межличностного общения вы знаете?
3.Назовите профессии, в которых императивный тип общения используется эффективно?
4.Назовите сферы человеческих отношений, где применение императива неуместно?
5.Назовите функции, которые проявляются в общении?
6.Какие виды общения вам известны?
7.Какие стороны общения составляют его структуру?

4. Вербальные и невербальные средства общения.

1.Что такое общение? Какова основа общения?
2. В чём заключается основная задача делового общения?
3. Что означает уметь общаться?
4. Какие «абстрактные» типы собеседников вам известны?
5. Какие из этих типов собеседников вам встречались чаще всего? Приведите пример

Практическая работа № 4
Способы убеждения, связанные с воздействием слова.

Цель: сформировать умение использовать самоприказы в качестве сознательного механизма самовнушения для выполнения необходимых заданий.

Понятийный аппарат: Известно, что «слово может убить, слово может спасти». Вторая сигнальная система есть высший регулятор человеческого поведения. Словесное воздействие задействует сознательный механизм самовнушения, идет непосредственное воздействие на психофизиологические функции организма. Формулировки самовнушений строятся в виде простых и кратких утверждений, с позитивной направленностью (без частицы «не»).

Описание занятия

Самоприказ — это короткое, отрывистое распоряжение, сделанное самому себе. Применяйте самоприказ, когда убеждены в том, что надо вести себя определенным образом, но испытываете трудности с выполнением. «Разговаривать спокойно!», «Молчать, молчать!», «не поддаваться на провокации!» - это помогает сдерживать эмоции, вести себя достойно, соблюдать требования этики и правила работы с другим человеком.

Сформулируйте самоприказ.

Мысленно повторите его несколько раз.

Если это возможно, повторите его вслух.

Самопрограммирование.

Во многих ситуациях целесообразно «оглянуться назад», вспомнить о своих успехах в аналогичном положении. Прошлые успехи говорят человеку о его возможностях, о скрытых резервах в духовной, интеллектуальной, волевой сферах и вселяют уверенность в своих силах.

— Вспомните ситуацию, когда вы справились с аналогичными трудностями,

_ Сформулируйте текст программы, для усиления эффекта можно использовать слова «именно сегодня»:

«Именно сегодня у меня все получится»;

«Именно сегодня я буду самой спокойной и выдержанной»;

«Именно сегодня я буду находчивой и уверенной»;

«Мне доставляет удовольствие вести разговор спокойным и уверенным голосом, показывать образец выдержки и самообладания».

- Мысленно повторите его несколько раз.

Самоодобрение (самопоощрение)

Люди часто не получают положительной оценки своего поведения со стороны. Это, особенно в ситуациях повышенных нервно-психических нагрузок, — одна из причин увеличения нервозности, раздражения. Поэтому важно поощрять себя самим.

- В случае даже незначительных успехов целесообразно хвалить себя, мысленно говоря:

«Молодец!», «Умница!», «Здорово получилось!»

— Находите возможность хвалить себя в течение рабочего дня не менее 3-5 раз.

Способы, связанные с использованием образов

Использование образов связано с активным воздействием на центральную нервную систему чувств и представлений. Множество наших позитивных ощущений, наблюдений, впечатлений мы не запоминаем, но если пробудить воспоминания и образы, с ними связанные, то можно пережить их вновь и даже усилить. И если

словом мы воздействуем в основном на сознание, то образы, воображение открывают нам доступ к мощным подсознательным резервам психики.

Практическая работа № 5
Анализ личностных особенностей с учетом социальных ролей.

Цель: развитие навыков саморегуляции на основе анализа своих личностных особенностей, поведения и социальных ролей, развитие способности к эмпатии
Понятийный аппарат: Эмпатия Социальные роли. Множественность ролевых позиций человека. Ролевые ожидания. Социальный контроль ролей.
Описание занятия
Подготовить ответы на следующие вопросы:
- Понятие и виды личностных ресурсов.
- Понятие саморегуляции.
- Основные приемы саморегуляции и отреагирования негативных эмоций.

В течение недели вести рефлексивный дневник. Приблизительные темы для рефлексии:
- мои чувства и эмоции…
- мое отношение к другим людям…
- мое отношение к себе…
- мое отношение к учебе…
- какие события вызывают у меня позитивные эмоции…
- какие события вызывают у меня отрицательные эмоции…
- что я хочу…
- чего я не хочу и т.д.

Обсуждение вопросов, обобщение знаний по теме.
Отработка практических навыков саморегуляции на основе анализа своих личностных особенностей и поведения, развитие способности к эмпатии.
Задание 1. Проанализируйте перечень личностных особенностей, и профессиональных умений специалиста в сфере человек-человек, предложенных Р.В.Овчаровой. Оцените себя на предмет выраженности данных качеств (используйте для этого 10-бальную шкалу оценки). Обозначьте для каждого качества мероприятия для развития/поддержания/усиления данных качеств.
Перечень личностных особенностей и профессиональных умений специалиста, работающего в сфере человек-человек (Овчарова Р.В., 1996):
1. Стремление понять позицию другого.
2. Дружелюбие, общительность.
3. Способность стать лидером.
4. Вежливость.
5. Руководство здравым смыслом, следование предписаниям.
6. Жизнерадостность.
7. Терпеливость, упорство.
8. Большое чувство ответственности.
9. Способность выполнять разнообразную работу.

10. Энтузиазм в трудовой деятельности.
11. Тщательность действий.
12. Самостоятельность суждений.
13. Аккуратность и последовательность в работе.
14. Способность к планированию своего будущего.
15. Способность к устным высказываниям.
16. Хорошая память.
17. Способность обучать других.
18. Умение заботиться о людях.

Задание 2. Упражнение «Поставь себя на место другого»

Вспомните свой недавний конфликт с коллегой по работе, в котором вы начали общение с позиции «над». А теперь расслабьтесь, закройте глаза и представьте себя на место того человека, с кем вы разговаривали. Представили? Внутренне, про себя спросите у него, какие впечатления он получил от общения с вами? Подумайте, что бы мог о вас сказать ваш бывший собеседник. Затем проиграйте в своем воображении вашу беседу таким образом, чтобы оставить у вашего партнера приятные воспоминания о себе. Что изменилось?

Задание 3. Упражнение «Я люблю», «Я не люблю».

Особое внимание уделить колонке «Я люблю», выделить и обосновать внутренние и внешние ресурсы для личностного развития.

Задание 4. Анализ личностных ресурсов.

Проанализировать свои личностные ресурсы, обозначить различные кризисные ситуации и группы личностных ресурсов, приводящие к успешному преодолению их.

Практическая работа № 6
Анализ конфликтных ситуаций.

Цель: развитие коммуникативных умений и навыков, развитие навыков анализа и разрешения конфликтных ситуаций профессиональной деятельности.

Понятийный аппарат Понятие и виды конфликтов. Содержание и структура конфликта. Динамика поведения в конфликте. Способы разрешения конфликтов.

Ход работы

Изучить отражение различных видов конфликтов в СМИ (динамику, формы и содержание) на примере одного телевизионного канала в течение одного дня.

Подобрать примеры конфликтных ситуаций, связанных с выполнением профессиональной деятельности.

Отработка практических навыков анализа и разрешения конфликтных ситуаций профессиональной деятельности.

Анализ конфликтных ситуаций: определение формулы конфликта, инициатора, конфликтогена, позиций сторон.

Моделирование конфликтных ситуаций и поиск способов их разрешения.

Ответить на вопросы и сделать обобщение

1.Перечислите 5 стратегий поведения в продуктивном конфликте.

2.какая стратегия характерна для вас?
3.Охарактеризуйте структурный метод устранения конфликтов
4. Что такое толерантность?
5. Каким образом можно предотвратить превращение спора в ссору?
6. Назовите отличие противоречивых отношений от конфликтных?
7. Что такое конфликтоген? Назовите основные типы конфликтов.

Практическая работа № 7
Основы профессионального общения (групповая дискуссия).

Цель: сформировать у студентов представление об общении как коммуникативной деятельности и об особенностях профессиональной коммуникации

Понятийный аппарат: общение, коммуникация, коммуникативная компетентность,
профессионально важные качества.

Описание занятия: Работа с раздаточными материалами преподавателя. Самостоятельное прочтение текста, обсуждение поставленных преподавателем вопросов. Обсуждение вопросов:
проблема общения в социальной психологии; структура и функции общения; коммуникативный, интерактивный, перцептивный аспекты общения; виды и уровни общения; средства общения; модели и формы коммуникативной деятельности; особенности
коммуникативного воздействия; особенности аргументации; барьеры общения; коммуникативная компетентность; профессиональное общение.

Групповая дискуссия – способ организации общения участников группы, который
позволяет сопоставить противоположные позиции, увидеть проблему с разных сторон.

Дискуссия возникает тогда, когда каждый участник высказывает свое мнение по той или иной
теме на основании своих знаний и опыта. Это обмен мнениями. Дискуссия обучает групповому
решению проблем и способствует анализу различных вариантов решения проблем.

Тема для дискуссии: «Общение как составляющая профессиональной компетентности конфликтолога».

Ролевая игра – это метод, при котором реальное поведение имитируется участниками в соответствии с заданными ролями и ситуацией. Ролевые игры – это небольшие сценки произвольного характера, отражающие модели жизненных ситуаций.

В ролевых играх участникам предоставляется возможность:
- показать существующие стереотипы реагирования в тех или иных ситуациях;
- разработать и использовать новые стратегии поведения;
- отработать, пережить свои внутренние опасения и проблемы.

Ситуации для ролевых игр (установление контакта)

Нужно поговорить с очень пожилым человеком. Этот человек находится в затруднительном положении: 1) не может найти в сберкассе нужный образец написания какого-
то документа для оплаты или 2) плохо видит либо не может выбрать нужный товар, чтобы
сделать покупку, а вы стоите за ним в очереди. 3) нужно заговорить с человеком противоположного пола. Ситуация социальная. Члены группы сами моделируют контекст. Это может быть ситуация, когда нужно что-то спросить у незнакомого человека.

Практическая работа № 8
Человек в зеркале природы, значимость этических норм.

Цель: формирование представлений о психологической сущности человека и о личности как культурного, тактичного члена социума.
Понятийный аппарат: человек, личность, индивидуальность, индивид, субъект. Культура поведения личности.
Описание занятия: Обсуждение вопросов по теме.
Вопросы для подготовки
1. Человек и его сущностные характеристики. Жизненное пространство человека. Особенности взаимодействия человека с миром.
2. Индивид как представитель вида и продукт биологической эволюции. Развитие особенностей индивида в онтогенезе.
3. Общее понятие личности. Личность как продукт историко-эволюционного и онтогенетического развития.
4. Понятие индивидуальности и ее характеристики.
5. Этические нормы и условия их выполнения.
Требования к подготовке к занятию: Студенты обращаются к справочным пособиям, словарям, учебникам, отобрав в них 4-5 определений личности с условием их поведения в социуме. Определения классифицируются по типам: социологическое, социально-психологическое, педагогическое и т.п.
Занятие проводится в форме просмотра и анализа мультфильма «Винни-Пух» (реж. Ф.Хитрук). Студентам дается задание выделить и перечислить защитные механизмы, этические и речевые нормы, которые используются героями фильма. Определить и оценить репутацию героев.

Практическая работа № 9
Проективные методы исследования жизненного пути: методика рисуночных метафор «жизненный путь».

Целью данного занятия является знакомство с методикой рисуночных метафор «Жизненный путь» (А.И. Соломин).

Понятийный аппарат

информативный рисунок, интерпретация. Конструктивность взаимодействия

В процессе работы с данной методикой студенты знакомятся с принципами проведения, обработки и интерпретации рисуночных проективных методик. Работа проводится в несколько этапов. На первом этапе студенты получают задание и в индивидуальном порядке приступают к его выполнению. На втором этапе студенты объединяются в группы по 4-5 человек, получают учебные материалы и приступают к обработке и анализу выполненных рисунков. Задачей для третьего этапа является выбрать наиболее информативный рисунок и представить его подробную интерпретацию для группового обсуждения. В конце занятия студенты делятся впечатлениями по поводу конструктивности взаимодействия в группе на этапе обработки результатов, этапе представления выводов, а также делятся общими впечатлениями.

Ход работы:

Рисовать необходимо на чистом листе бумаги А4. Уменьшение площади недопустимо по причине ограничения амплитуды графических движений. Следует рисовать только простым карандашом или ручкой.

Испытуемому дается следующая инструкция:

Путник шел по дороге, которая называлась «Жизнь». Дорога привела его к перекрестку. Путник остановился, осмотрелся и задумался по какому пути идти дальше?

Представьте себя на месте этого путника.

О чем вы думаете?

Что вы чувствуете?

Перед вами чистый лист бумаги. Возьмите карандаш и изобразите на листе свою прошлую историю, сове положение в данный момент и варианты своей будущей жизни.

Используйте свои воспоминания, переживания, фантазии, мечты.

Куда вы хотите прийти?

Что вы возьмете с собой в дорогу?

С чем встретитесь на своем пути?

Чему вам предстоит научиться?

Обработка результатов: дается интерпретация рисунка с опорой как на общие принципы

интерпретации проективных рисуночных методик (формальные показатели), так и учитывая психологическое содержание самого рисунка (содержательные показатели). В конце дается целостное заключение о представлении личности о собственном жизненном пути и личностных

особенностях испытуемого.
Вопросы для обсуждения:
1. Перечислите, в каких случаях Вы считаете целесообразным использовать проективные методы исследования?
2. Для каких целей используется методика «метафорический жизненный путь»? Как можно использовать методику в исследовательской деятельности и консультативной практике?
3. В чем особенность проведения проективных рисуночных методик?
4. Каковы принципы интерпретации рисуночных методик?

Практическая работа № 10
Психологические факторы семейного благополучия.

Цель - анализ результатов новейших отечественных и зарубежных исследований факторов, детерминирующих семейное благополучие.
Понятийный аппарат: готовность к браку, материнство, отцовство, супружеская совместимость.
Вопросы для обсуждения
1. Предпосылки построения благополучной семьи.
2. Мотивация вступления в брак и готовность к браку.
3. Особенности коммуникации в благополучной семье.
4. Супружеская совместимость.
5. Готовность к материнству и отцовству и зрелая родительская позиция как фактор семейного благополучия.
Способы урегулирования конфликтных ситуаций в семье
Ситуация №1
Участники конфликта: муж, жена, мать мужа, мать и брат жены.
Ситуация: в семье отсутствует взаимопонимание между мамами мужа и жены, каждая из которых пытается управлять молодой семьей и одновременно влиять на сознание другой матери. Проживают все на разных жилых площадях, но в пределах одного города. Муж находится в положении, когда нужно сохранить семью и не рассорить окончательно мать и тещу. Жена каждый раз рассказывает своей матери о действиях и поступках свекрови. Все очень любят двухлетнего ребенка, поэтому не могут «уйти в тень».
Ситуация №2.
Ситуация: в семье две дочери. Одна учится в университете, вторая уже работает. Живут все вместе. Младшая сестра учится в другом городе, и, сдав сессию досрочно, приехала на каникулы на полтора месяца. Старшая сестра считает, что раз младшая дома, то именно она должна взять на себя обязанности по дому. (Все же работают). Младшая считает, что она и так достаточно потрудилась, чтобы досрочно сдать сессию и сейчас имеет полное право отдыхать. Сестры в ссоре.
Ситуация №3.
Участники: муж и жена.
Муж: хочет на выходных поехать с друзьями покататься на лыжах.

Жена: хочет провести все выходные с мужем.
Муж считает, что 3-4 часа в выходной день на природе – лучший отдых, и еще останется куча времени на супругу.
Жена не любит снег, холод и считает, что такой отдых опасен для здоровья, да и друг ей не очень нравится. И вообще муж должен хотя бы один день в неделю полностью посвятить ей.

Список литературы

Основные источники

1. Корягина М.А., Антонова Н.В. Психология общения. М.: Изд. Юрайт, 2019
2. Корягина М.А., Антонова Н.В. Социальная психология. М.: Изд. Юрайт, 2019
3. Кузнецов И.Н. Деловое общение. Ростов н/Д: Феникс, 2018
4. Панфилова А.П. Психология общения. М.: ОИЦ «Академия», 2018.
5. Панфилова А.П. Теория и практика общения. - М.: «Академия», 2019.
6.Столяренко Л.Д. Психология общения: учебник / Л.Д.Столяренко, С.И.Самыгин. Изд. 2-е. –Ростов н/Д: Феникс, 2017. (Среднее профессиональное образование).

Дополнительные источники:

1. Анцупов А.Я., Баклановский С.В. Конфликтология: учебное пособие. СПб: Питер, 2018
2. Зарецкая И.И. Основы этики и психологии делового общения: учеб.пособие для студ.учреждений сред.проф.образования / И.И.Зарецкая. – М.: Оникс, 2018.
3. Майерс Д. Социальная психология. СПб.: Питер, 2019

Интернет-ресурсы:
- http://claw.ru/ - Образовательный портал.
- http://ru.wikipedia.org/ - Свободная энциклопедия.
- http://msdn.microsoft.com/ru-ru/gg638594 - Каталог библиотеки учебных курсов.
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования: http://window.edu.ru.

Приложение 2.1.21
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ОП 16 «ОСНОВЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА»

2025

Методические рекомендации по выполнению практических работ разработаны на основе рабочей программы и Федерального государственного образовательного стандарта для специальности среднего профессионального образования (далее СПО) **15.02.09 Аддитивные технологии.**

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Алексашина С.О. преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Пояснительная записка

Практические работы по дисциплине «ОП16 Основы бережливого производства» – это планируемая учебная работа обучающихся, выполняемая в аудитории по заданиям и при методическом руководстве преподавателя.

Выполнение практических работ по учебной дисциплине «Основы бережливого производства» обеспечивает достижение обучающимися следующих результатов:

Личностных:

- способность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, профессиональные и культурные различия;
- готовность и способность к саморазвитию и самовоспитанию, к самостоятельной и ответственной деятельности;
- Относится к изменениям позитивно, настраивается на изменения, преодолевает внутреннее сопротивление.

Метапредметных:

- владеть навыками разрешения проблем; способностью и готовностью к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания
- анализировать достоинства и недостатки организации производства и обслуживания;
- Соблюдает нормы экологической безопасности.

Предметных:

- способность применять теории и методы теоретической и прикладной инноватики, систем и стратегий управления, управления качеством инновационных проектов;
- раскрывать на примерах изученные теоретические положения и понятия социально-экономических и гуманитарных наук;
- разрабатывать методики внедрения бережливого производства в процесс управления персоналом;
- проводить анализ существующих потерь в планировании персонала предприятия;
- Правильно и эффективно организовывает свое рабочее место, используя принципы визуального контроля;
- Устраняет потери с помощью организации потока единичных изделий.

Видами занятий для практических работ являются:

- *для владения знаниями:* чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), просмотр обучающих видео-лекций, ознакомление с нормативными документами и др.

- *для закрепления и систематизации знаний* проработка конспекта лекций, учебников, учебных пособий и обязательной литературы, составление глоссария,

составление таблиц, выполнение тестовых заданий, решение практических заданий, выполнение учебно-познавательных заданий и др.

- *для формирования умений:* проведение исследований, умение анализировать и находить пути решения, разработка проекта внедрения принципов бережливого производства на предприятии или в офисе.

- *для использования приобретённых знаний и умений в практической деятельности и повседневной жизни:* совершенствование собственной познавательной деятельности; решение практических жизненных проблем, возникающих в социальной деятельности; приведение возможных последствий, определённых экологических действий.

Формы контроля практических работ:

- просмотр и проверка выполнения практической работы преподавателем;
- организация взаимопроверки выполненного задания в группе;
- обсуждение результатов выполненного задания в группе;

Критерии оценки результатов практической работы:

- уровень освоения учебного материала;
- уровень владения умениями применять полученные знания при выполнении заданий;
- обоснованность и чёткость изложения материала;
- уровень владения базовым понятийным аппаратом по изучаемой теме;
- уровень умения сформулировать собственную позицию, оценку и аргументировать её.

Перечень практических работ

1	**Практическая работа №1-2:** «Составление глоссария по теме»
2	**Практическая работа №3-4:** «Кейс «Анализ потерь в производственном процессе»
3	**Практическая работа №5-6-7:** Создание интеллект-карты по теме «Инструменты бережливого производства»
4	**Практическая работа №8-9:** «Построение карт потока создания ценности»
5	**Практическая работа №10-11:** Деловая игра-практика «Шесть сигм»
6	**Практическая работа №12-13:** Мозговой штурм «Визуализация для эффективности»
7	**Практическая работа №14-15:** Решение кейсов «Мой вариант визуализации процессов на выбранном предприятии»
8	**Практическая работа №16-17:** «Измерение результатов эффективного управления персоналом в бережливом предприятии»
9	**Практическая работа №18-19:** «Анализ проблемы внедрения бережливого производства на предприятии»
10	**Практическая работа №20-21:** Доклады «Российский и зарубежный опыт внедрения системы бережливого производства. Сравнительный подход»

Практическая работа №1-2

«Составление глоссария по теме»

Цель работы:

1.Закрепить и совершенствовать знания и умения по теме; выработать практические навыки работы с источниками, нормативно-правовыми актами; умения по систематизации информации.

2. Формировать умения анализировать актуальную информацию о правовых объектах, выявляя их общие черты и различия; устанавливать соответствия между существенными чертами и признаками изученных явлений.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с ГОСТ Р 56020-2020
2. Выписать в тетрадь основные термины и определения, и их значение.

Практическая работа №3-4
Кейс «Анализ потерь в производственном процессе»

Цель работы: исследовать предложенную ситуацию (кейс), собрать и проанализировать информацию, предложить возможные варианты действий и выбрать из них наиболее предпочтительный вариант.

Порядок выполнения работы: Прочтите и выполните задание. В предложенной таблице, предложенным действиям присвойте статус (значимые, незначимые, потери)

Перед поездкой в аэропорт, Петр заехал в офис. Получив деньги в кассе, он поднялся на второй этаж, чтобы подписать приказ о командировке, но кабинет был закрыт. Петр подождал 7 мин., но безрезультатно, вышел из офиса и отправился в аэропорт

Задание:

	Действие	Значимые	Незначимые	Потери
1	Секретарь уведомляет Петра о командировке			o Перепроизводство o Лишние движения o Ненужная транспортировка o Излишние запасы o Избыточная обработка o Ожидание o Переделка / Брак
2	Пётр звонит Андрею			o Перепроизводство o Лишние движения o Ненужная транспортировка o Излишние запасы o Избыточная обработка o Ожидание o Переделка / Брак
3	Петр пересматривает предложенные Светланой несколько вариантов проживания на выбор			o Перепроизводство o Лишние движения o Ненужная транспортировка o Излишние запасы o Избыточная обработка o Ожидание o Переделка / Брак

4	Петр заехал в офис, получил деньги в кассе			o Перепроизводство o Лишние движения o Ненужная транспортировка o Излишние запасы o Избыточная обработка o Ожидание o Переделка / Брак
5	Поднялся на второй этаж, чтоб подписать приказ о командировке, кабинет был закрыт			o Перепроизводство o Лишние движения o Ненужная транспортировка o Излишние запасы o Избыточная обработка o Ожидание o Переделка / Брак
6	Вышел из офиса и отправился в аэропорт			o Перепроизводство o Лишние движения o Ненужная транспортировка o Излишние запасы o Избыточная обработка o Ожидание o Переделка / Брак

Практическая работа №5-6-7
Создание интеллект-карты по теме «Инструменты бережливого производства»

Цель работы: систематизация имеющихся знания обучающихся по теме «Инструменты бережливого производства»

Порядок выполнения работы:
1. Изучите таблицу и нарисуйте на листе А4 интеллект-карту по теме «Инструменты бережливого производства». После чего вклейте лист А4 в тетрадь.
Таблица:

Классические инструменты Бережливого Производства		
1	Кайдзен	Kaizen
2	Точно в срок	Just in Time
3	Потери	Muda
4	5С	5S
5	Гемба	Gemba
6	Стандартизация	Standardization
7	Инновации (БРИ), Лучшие практики	Innovation
8	5 Почему	5 why
9	Время такта	Takt time
10	Канбан	Canban

Практическая работа №8-9
«Построение карт потока создания ценности»

Цель работы:

1. Определение потребителя, материальных и информационных потоков;
2. Изучить типовое содержание карточки наблюдения и карты анализа потока создания ценности;
3. Исследовать предложенную ситуацию (кейс), собрать и проанализировать информацию, предложить возможные варианты действий и выбрать из них наиболее предпочтительный вариант.

Порядок выполнения работы:

Карта потока создания ценности – это графическая схема, в которой поэтапно расписан процесс создания продукта. Этот метод является первоначальным при внедрении бережливого производства на предприятии.

Кейс 1. Групповые решения задачи «Визит к врачу»

Цель задания. Закрепление теории по базовым понятиям Бережливого производства: ценности, потери, кайдзен.

Комплектация задания: бланки диаграммы «спагетти», бланки лист наблюдения, карандаши, ластики (стирательные резинки), линейки.

1. Изучите действия:

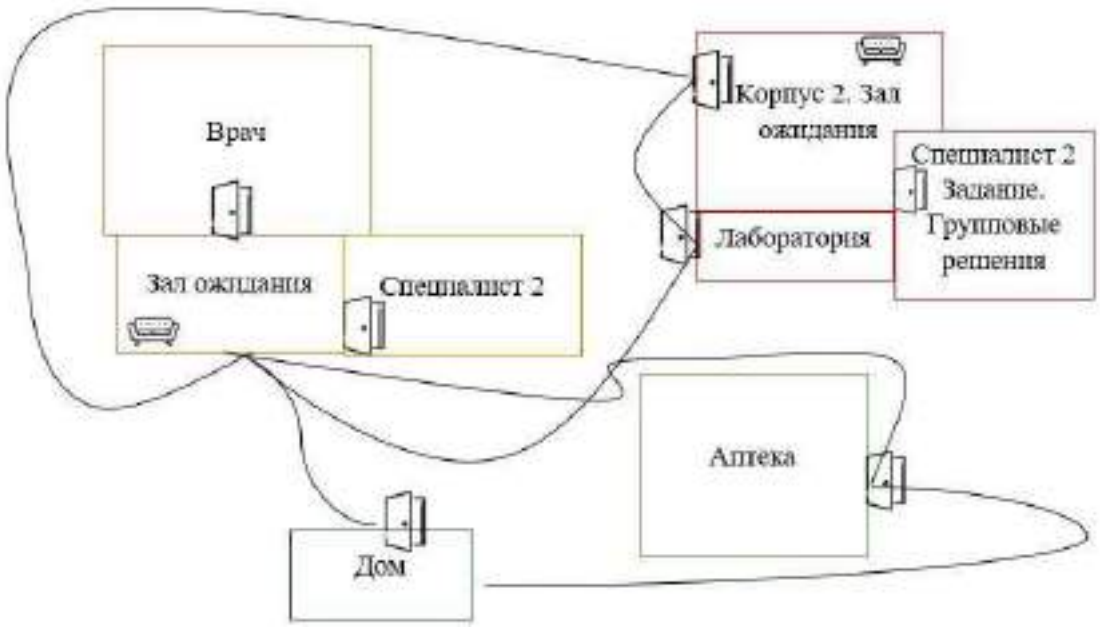
1. Вы договариваетесь о приеме за несколько дней
2. Придя в назначенное время, вы усаживаетесь в кресло в комнате ожидания (доктор принимает с опознанием)
3. Оценив ваше состояние, доктор ставит предполагаемый диагноз и отправляет к другому специалисту
4. На следующий день, перед тем как попасть к узкому специалисту, нужно некоторое время ждать перед дверью
5. Этот специалист требует необходимых исследований. Выписывает направление.
6. На следующий день Вы идете в соседний корпус в лабораторию
7. Проводится исследование
8. Ждете, когда будут готовы анализы
9. Результаты анализов передают врачу
10. Приходите к врачу
11. Ждете некоторое время
12. Врач сообщает вам диагноз и назначает лечение
13. Идете в аптеку за лекарствами
14. Стоите в очереди
15. Покупаете лекарства
16. Проходите курс лечения

2. Выполните следующие шаги:

1. Поставьте для каждого действия категорию: Ц - ценность, П1 - потери (муда) первого рода, П2 - потери (муда) второго рода.
2. Заполните диаграмму «спагетти». Для этого схематично укажите все объекты, между которыми перемещается пациент (дом, поликлиника, лаборатория и т.д.).

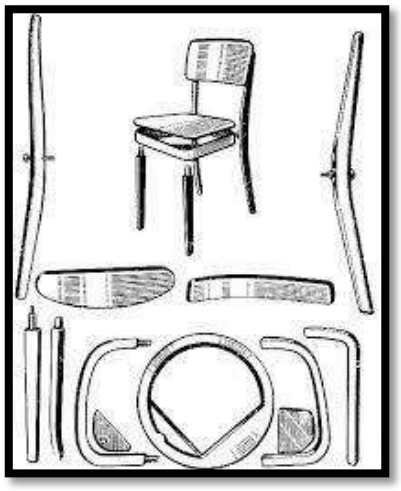
Укажите расстояние между объектами. Обозначьте в диаграмме отдельной стрелкой каждое перемещение пациента.
3. Заполните лист наблюдения, указав в нем номер действия пациента; время действия (день первый, 8.00 и т.д.), длительность действия в минутах; расстояние, которое проходит пациент при выполнении данного действия; кайзен предложения по каждому действию. При определении длительности действия исходите из того, что пациент в среднем движется со скоростью 5 км./час.

3. Обсудите ваши кайзен предложения в группе



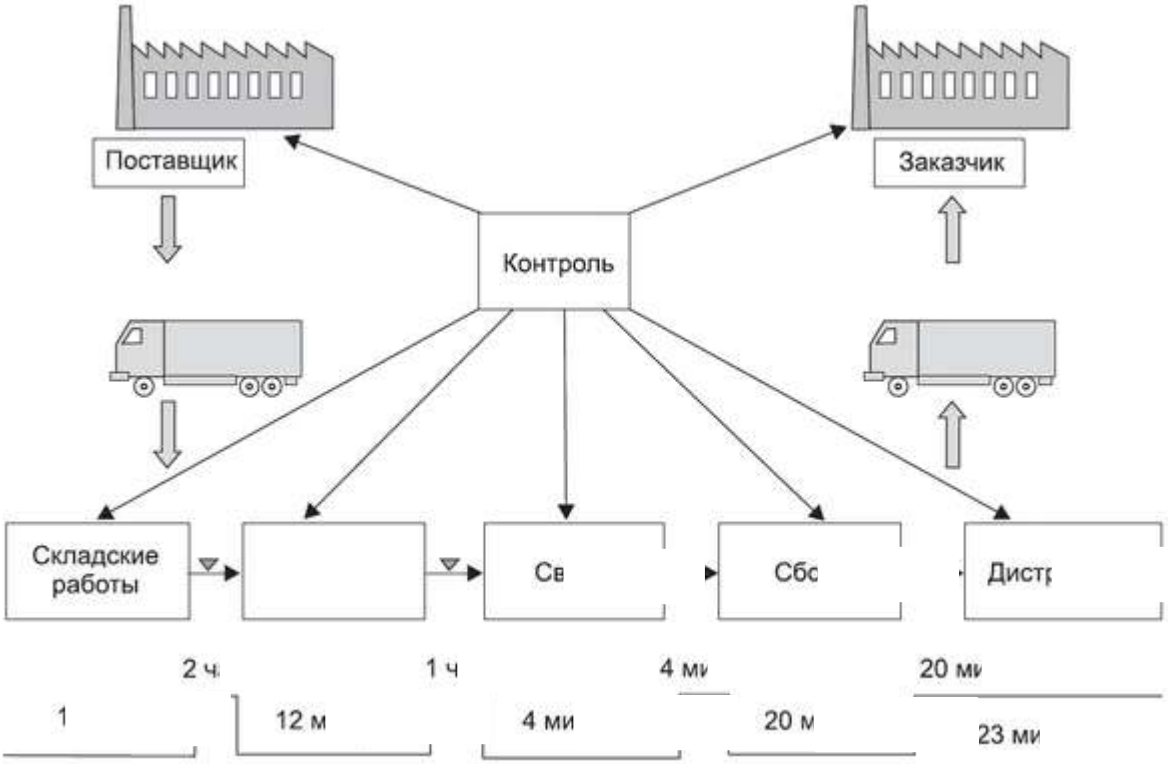
Кейс 2 «Стул»:

Инструкция:
1. Разделитесь на команды. Прочитайте описание процесса изготовления деревянного стула. Постройте карту потока создания ценности текущего состояния (материальный поток). Участие в работе над созданием карты принимают все члены команды.
Описание ситуации:
Стул - мебельное изделие для сидения одного человека, с твёрдой спинкой и твёрдым сиденьем, с высотой сиденья, функционально удобной при соотношении его с высотой стола. Основными частями стула является сиденье и спинка. В типичном стуле сиденье опирается на четыре ножки, иногда в конструкцию входят подлокотники. Спинка может иметь незаполненный промежуток до сиденья или выполняться на всю высоту, без промежутка. Также промежуток между спинкой и сиденьем может быть заполнен декоративным элементом.



Операции по изготовлению стула занимает приблизительно 3-4 дней с учетом смены 8 часов. В ходе процесса на разных его стадиях возникают ряд проблем, которые отражены в таблице

Основные дефекты	- поломка ножек, спинки, подлокотников, стенок; - деформация сиденья стула - заметные дефекты обивки или окраски (лакировки); - изменение цвета или прочности обивки (например, в результате воздействия солнечных лучей).
Основные операции	1) Изготовление заготовок 2) Фрезерование, зачистка 3) Разметка шипов и отверстий 4) Пазы и их выборка 5) Закругление шипов 6) Подготовка места для шкантов 7) Шлифование простых и сложных элементов стула 8)Сборка стула из отдельных элементов 9) Выравнивание, торцовка ножек 10) Окраска стула лаком или краской 11) Сдача ОТК



Проанализируйте полученную карту текущего состояния:

1. Чего не хватает в карте?
2. найдите потери (потери) в производственном цикле
3. определите характер потерь
4. укажите возможные причины потерь.

Также предложите действия по минимизации (устранению) потерь и составьте производственный цикл с учетом этих действий (карта идеального состояния).

Практическая работа №10-11
Деловая игра-практика «Шесть сигм»

Цель работы:

1. Получение расширенных знаний и навыков по методологии «6 сигм»;
2. Формирование общего языка и культуры непрерывных улучшений бизнес-процессов.

Правила игры №1:

Подготовка. Вам понадобится примерно 50 листов белой бумаги и немного бумаги другого цвета, например зеленого.

Условия. Поставьте четырех игроков перед столом в ряд так, чтобы перед каждым было достаточно места, чтобы можно было передавать бумагу. Выходное пространство первого игрока должно быть входным пространством второго и т.д.

Процесс игры. Найдите несложную схему оригами или какое-либо задание, заключающееся в складывании бумаги (например, изготовление шапки), и объясните каждому участнику его роль в процессе. Пусть первый игрок делает

легкую работу (например, только один раз складывает бумагу), второй - работу чуть труднее (складывает два раза), третий - пусть делает всю (!) оставшуюся работу, а последнему опять дайте очень легкое задание (например, положить готовую шапку в лоток).
Объясните игрокам, что они будут играть по правилам двух типов: для выталкивающего и вытягивающего производства.
Начните игру с правил метода "выталкивание" (партии и очереди) и запустите процесс на некоторое время. После этого примените правила "вытягивающего" (бережливого) метода.
Конец игры. В конце происходит обсуждение результатов.
Выталкивающее производство (метод партий и очередей)
- Когда рабочее пространство перед игроком пусто, он берет деталь (лист бумаги) из входного пространства.
- Когда игрок выполнил свою часть работы, он перекладывает деталь в выходное пространство.

Правила игры №2 «5С»:

На распечатке шесть областей с цифрами и символами. По очереди в каждой области обучающиеся вычеркивают цифры от 1 до 20 по порядку: 1, 2, 3 и т. д. На каждую область выделяется по 20 секунд. Время засекает тренер.
Первый раунд - «Беспорядок».
Засеките 20 секунд. Участники вычёркивают цифры по порядку.
По окончании времени посчитайте средний результат для всей группы и занесите на флипчарт (можно не считать точно, а услышать у кого сколько цифр вычеркнуто и записать примерно).
Проведите второй раунд - «1С. Сортируй».
Запишите средний результат на флипчарт. Обсудите, что изменилось по сравнению с предыдущим шагом. Попросите обучающихся рассказать, как они применят данный шаг для своего рабочего места (необходимы конкретные примеры с указанием объектов - «Я бы убрал разводной ключ, я им не пользуюсь» и т. п.).
Проведите третий раунд - «2С. Свои места для всего».
Запишите средний результат на флипчарт. Обсудите, что изменилось по сравнению с предыдущим шагом. Попросите обучающихся рассказать, как они применят данный шаг для своего рабочего места («Я бы разложил ключи не по порядку возрастания размера, а по частоте использования» и т. п.).
Проведите четвёртый раунд - «3С. Соблюдай порядок».
Запишите средний результат на флипчарт. Обсудите, что изменилось по сравнению с предыдущим шагом. Попросите обучающихся рассказать, как они применят данный шаг для своего рабочего места («Мне необходимо протирать оснастку каждый день, а стеллаж раз в неделю» и т. п.).
Проведите пятый раунд - «4С. Стандартизируй».
Запишите средний результат на флипчарт. Обсудите, что изменилось по сравнению с предыдущим шагом. Попросите обучающихся рассказать, как они применят данный шаг для своего рабочего места («Для ключей я сделаю маркировку в виде теней, а запас гаек отмечу красной чертой» и т. п.).

Проведите шестой раунд игры - «5С. Совершенствуй».
Запишите средний результат на флипчарт. Обсудите со обучающимися, что изменилось по сравнению с предыдущим шагом.
Попросите обучающихся рассказать, как они применят данный шаг для своего рабочего места («Можно проводить дни 5С каждую последнюю пятницу месяца» и т. п.). Попросите обучающихся придумать для своей компании систему поддержания и совершенствования системы 5С (мотивация, конкурсы, периодичность, аудиты и т.п.). Вместе с аудиторией сравните получившиеся результаты и обсудите почему они меняются от шага к шагу. Попросите кого-то из аудитории рассказать про каждый шаг 5С для закрепления теории.

Практическая работа №12-13
Мозговой штурм «Визуализация для эффективности»

Цель работы:

1. Вовлечь и придать импульс заинтересованности в освоении «Бережливого производства»;
2. Дать методику решения проблем с использованием инструментов бережливого производства;
3. Исследовать предложенную ситуацию (кейс), собрать и проанализировать информацию, предложить возможные варианты действий и выбрать из них наиболее предпочтительный вариант.

Порядок выполнения работы:

Визуализация, т.е. метод представления информации в виде оптического изображения (рисунков, диаграмм, графиков, структурных схем, карт, таблиц и т. д.), является наиболее простым и эффективным способом передачи информации.

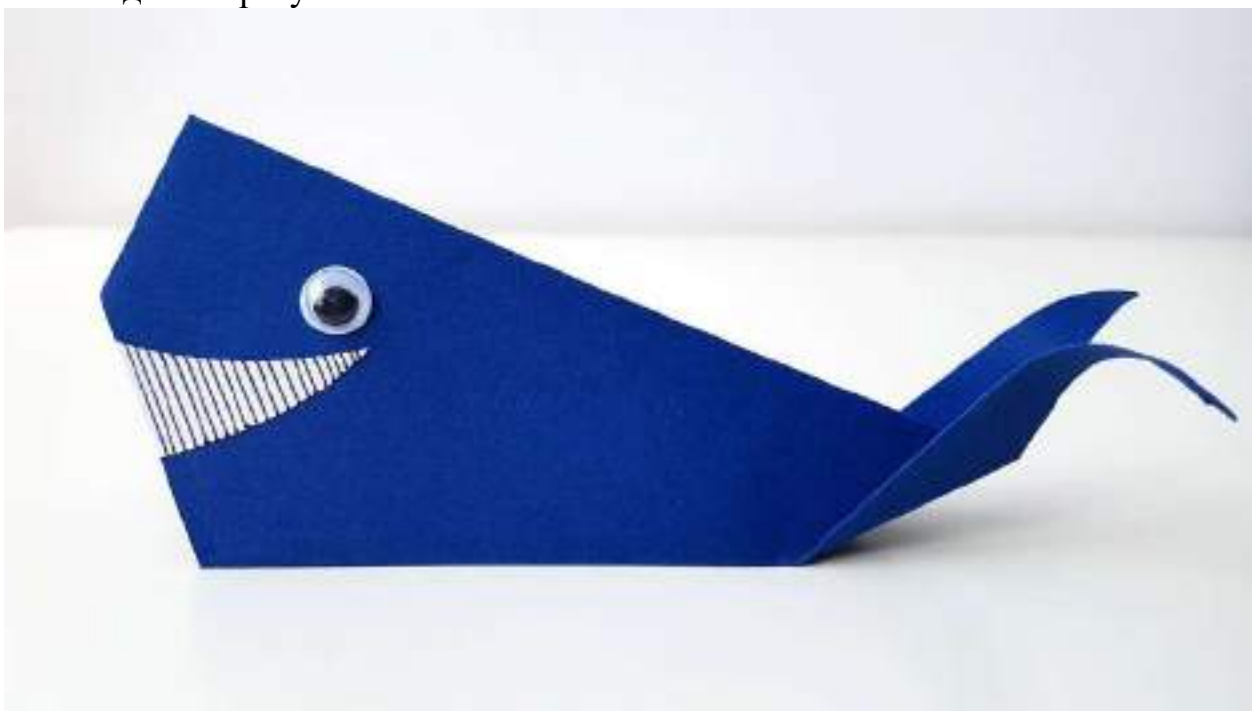
Требования к средствам визуального контроля:

1. описывают потенциальные неисправности и возможные остановки в работе;
2. просты для понимания, учитывают разный уровень образованности и владения языками;
3. видны издалека;
4. содержат актуальную информацию, обновляются периодически и своевременно;
5. понятны с первого раза.

Кейс 1. «Оригами»

Условия: Участники учатся секретной технологии создания оригами по текстовой, визуальной и видео-инструкции и определяют какой тип инструкции работает лучше.

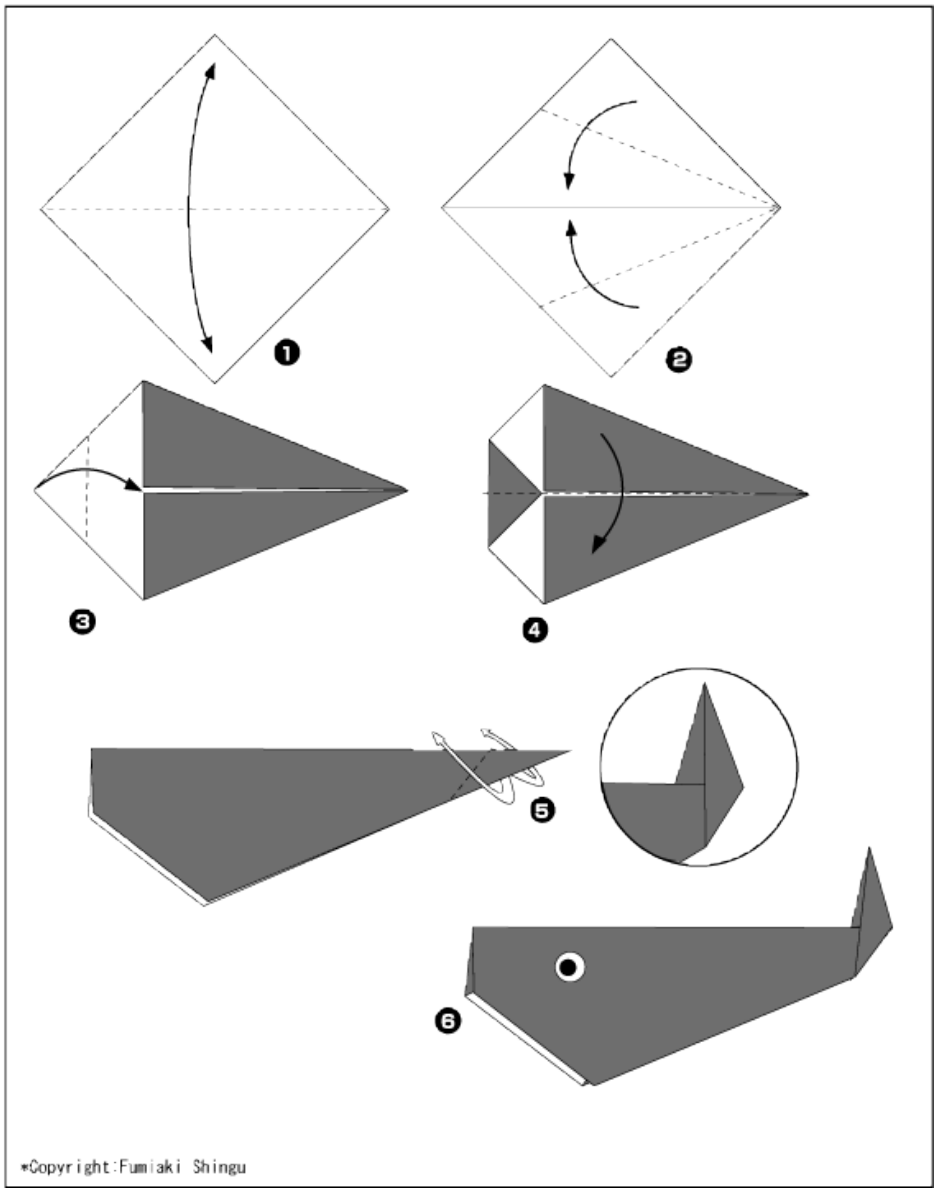
Необходимый результат:



Текстовая информация:

1. Используем квадрат двухсторонней бумаги 15х15 см.
2. Совмещаем противоположные углы, чтобы наметить диагональ.
3. Возвращаем фигуру в исходное положение.
4. Верхний и нижний угол складываем к намеченной в шаге 1 линии.
5. Переворачиваем заготовку.
6. Правый угол совмещаем с левым.
7. Переворачиваем изделие ещё раз.
8. Сгибаем края к центральной линии по указанному на схеме пунктиру.
9. Раскрываем заготовку.
10. Расправляем изнутри указанный стрелкой «карман».
11. Растягиваем его.
12. И сплющиваем. Повторяем тот же алгоритм для второй половины.

Визуальная информация:



Видео-инструкция:

Кейс 2 «Соблюдение порядка (Метод спагетти)»

Цель работы: исследовать предложенную ситуацию (кейс), собрать и проанализировать информацию, предложить возможные варианты действий и выбрать из них наиболее предпочтительный вариант.

Порядок работы:

1. определить место для каждого отдела производства и управления;
2. визуализировать места хранения предметов;
3. расположить оборудование и инструмент таким образом, чтобы каждый работник мог легко их найти, использовать и возвращать на место после использования;
4. отделить друг от друга цветом места для размещения сырья, незавершенного производства, готовой продукции, несоответствующей продукции.

Исходные данные:

Практическая работа №14-15

Решение кейсов «Мой вариант визуализации процессов на выбранном предприятии»

Цель работы: исследовать предложенную ситуацию (кейс), собрать и проанализировать информацию, предложить возможные варианты действий и выбрать из них наиболее предпочтительный вариант.

Порядок выполнения работы:

Выберите любую ситуацию предприятии (определяется случайным образом). Определите проблему визуализации на предприятии и предложите свой вариант исправления:

1. Сделайте разметку полос движения транспорта и пешеходных дорожек, разметку мест хранения;
2. Промаркируйте складское оборудование или места хранения;
   Создайте зоны для бракованной продукции и продукции, удержанной на контроль качества;
3. Визуализация контроля материально-производственных запасов;
4. Визуализация эксплуатационных инструкций;
5. Создайте памятку, наклейки с памятками, визуализируйте информацию о запчастях;
6. Визуальные инструкции по техобслуживанию оборудования (ТРМ);
7. Визуализация инструкций по безопасности;
8. Создайте доску идей Кайдзен.

furon
MACROMERIC
A.SCHULMAN

Практическая работа №16-17
«Измерение результатов эффективного управления персоналом в бережливом предприятии»

Цель работы:

1. Развитие у обучающихся критического мышления для решения различных проблем в профессиональной деятельности и в практических жизненных ситуациях
2. Развивать умение убедительно обосновывать и аргументировать свою точку зрения;
3. Совершенствовать коммуникативные умения и навыки;
4. Способствовать воспитанию личности, способной на самостоятельную деятельность.

Порядок выполнения работы:

1. Повторить:

ГОСТ Р 56407-2015 Бережливое производство. Основные методы и инструменты.
ГОСТ Р 57523-2017 Бережливое производство. Руководство по системе подготовки персонала.

2. Проанализировать историю развития 2–3 крупных и динамично развивающихся производственных компаний на выбор. Выделить и рассмотреть личности лидеров в разные периоды развития компаний. Определить и назвать особенности их действий в обозначенный период, а также качества лидера, которые помогли им справиться с поставленными задачами.

3. Выбрать одну из указанных исторических личностей, проанализировать ее деятельность во главе промышленного производства, используя доступные источники. Выбрать и обозначить лидерские компетенции (по рейтингу), позволившие им совершить прорыв в развитии вверенных им команд:

1. Генри Форд,
2. Стив Джобс,
3. Ефим Славский,
4. Тайити Оно.

Выполненными будут считаться задания (2 и 3), если в каждом из них соблюдены следующие критерии:

1) обозначены лидерские качества;
2) дана развернутая характеристика лидеров;
3) упомянуты достижения лидеров.

4. Ответить на вопросы:

1. Что означают понятия «Интегратор», «Предприниматель», «Администратор», «Производитель», «Генератор идей»?
2. Назовите не менее восьми отличий менеджера от лидера.
3. Какие критерии определяют эффективность работы команды?
4. Какие геометрические фигуры и как именно (согласно тесту Диллинджера) определяют ролевые функции в команде исполнителей?

Практическая работа №18-19

«Анализ проблемы внедрения бережливого производства на предприятии»

Цель работы:

1. Развитие у обучающихся критического мышления для решения различных проблем в профессиональной деятельности и в практических жизненных ситуациях
2. Развивать умение убедительно обосновывать и аргументировать свою точку зрения;
3. Совершенствовать коммуникативные умения и навыки;
4. Способствовать воспитанию личности, способной на самостоятельную деятельность.

Порядок выполнения работы: рассмотрите проблему на выбранном предприятии. Предложите инструменты и предположительный эффект от внедрения. Составьте треугольник развития, предварительно оценив экологическую обстановку в указанном регионе, тренды социального развития в указанном регионе, перспективы развития производства указанного профиля.

Задание считается выполненным, если представлен соответствующий заданию треугольник развития с гармоничными очертаниями (равномерно и точно составлены все три стороны – экосоциум, стейкхолдеры, производственная система).

Пример 1.

АО «ЧЕБОКСАРСКИЙ ЭЛЕКТРОАППАРАТНЫЙ ЗАВОД»

Чувашская Республика

Производство электрического оборудования

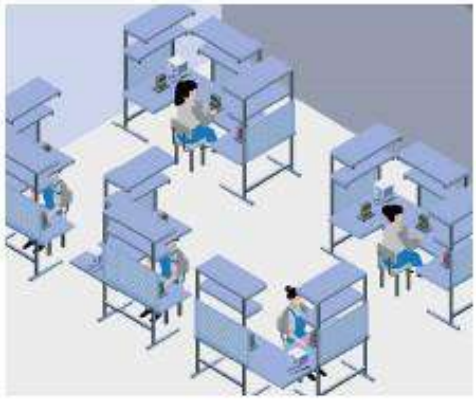
Пилотный поток: производство низковольтных комплектных устройств

ЗАДАЧА

Сокращение запасов незавершенного производства с целью высвобождения оборотных средств.

ПРОБЛЕМА

На участке было организовано 32 узкоспециализированных сборочных поста. Сборку изделий производили 5 операторов партиями по 50 штук. При этом в рабочей зоне скапливались запасы незавершенного производства, а на перемещения, поиск и транспортировку комплектующих между операциями уходило до 20% рабочего времени персонала.

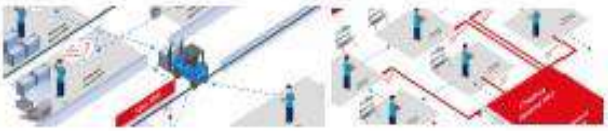


Пример 2.

АО «ТУЛАЖЕЛДОРМАШ»
Тульская область

Производство транспортных средств для ремонта и технического обслуживания железнодорожных, трамвайных и прочих путей

Пилотный поток: сборка стоек крана ГПК-30



ЗАДАЧА
Повышение производительности на участке изготовления стоек крана без увеличения численности персонала.

ПРОБЛЕМА
На ожидание заготовок из соседнего цеха, их перемещение с помощью кран-балки, поиск и транспортировку комплектующих у операторов сборочного цеха уходило до 65% рабочего времени.

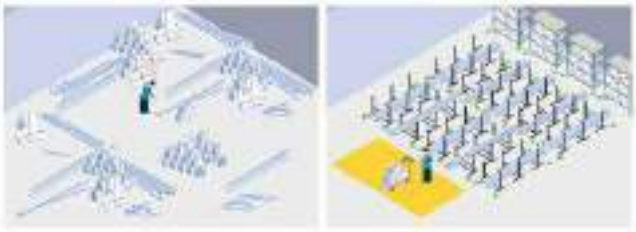
Задания на смену операторы получали в нормо-часах без привязки к номенклатуре, что приводило к нехватке «нужных» и изготовлению «лишних» деталей, и как следствие – к загромождению площадей.

Пример 3.

ООО «ПО «МЕЖРЕГИОН-ЭНЕРГОСЕРВИС»
Алтайский край

Производство паровых котлов и их частей

Пилотный поток: изготовление коллектора



ЗАДАЧА
Увеличение производительности потока производства коллекторов за счет снижения времени изготовления.

ПРОБЛЕМА
Так как заказ направлялся кладовщику в начале каждой смены, простои работников и оборудования в ожидании завоза материалов по заказу составляли 90 минут. При комплектации заказа кладовщиком на поиск и перекладку материалов уходило 80% времени его выполнения.

Пример 4.

ООО «ЗАВОД ПРИБОРОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ «ЭЛЕСИ» Томская область

Производство контрольно-измерительных и навигационных приборов и аппаратов; производство часов

Пилотный поток: производство плат

ЗАДАЧА
Сокращение запасов незавершенного производства с целью высвобождения оборотных средств.

ПРОБЛЕМА
Каждый оператор на своем рабочем месте производил полный цикл сборки изделия. При этом количество запасов незавершенного производства в межоперационных зонах более чем в 3 раза превышало норму, а персонал тратил на поиск и транспортировку необходимых материалов до 60 минут в смену.

Пример 5.

ООО «СИБЭНЕРГОМАШ - БКЗ»
Алтайский край

Производство паровых котлов, кроме котлов центрального отопления

Пилотный поток: изготовление коллектора

ЗАДАЧА
Повышение производительности участка изготовления коллекторов в связи с ростом заказов.

ПРОБЛЕМА
На перемещения между станками и ожидание комплектующих у операторов уходило более 20% рабочего времени. Еще 15% времени сотрудники тратили на поиск и подбор нужных инструментов из-за загромождения рабочих зон.

Пример 6.

Две бригады наносят порошковое красящее покрытие на металлическую заготовку. Для этого заготовка с красителем помещается в термопечь. Работы изначально ведутся без соблюдения формальных стандартных операционных процедур. В процессе работы бригада №1 руководствуется требованиями профильного ГОСТа и выдерживает заготовку в печи 8 минут. Бригада №2 занялась внедрением предложений по улучшениям и сократила время покраски до 6 минут. При этом у 1,8% заготовок отмечено отслоение краски.

Опыт какой из бригад следует принять при составлении документов СОП?

1. Нефтедобывающее предприятие, расположенное на севере Ханты-Мансийского автономного округа;
2. Рыборазводящее хозяйство (профиль – выведение осетровых пород), расположенное в Ростовской области;
3. Производство химических волокон, расположенное на востоке Ленинградской области.

Практическая работа №20-21
Доклады «Российский и зарубежный опыт внедрения системы бережливого производства. Сравнительный подход»

Цель работы:

1. Организация выполнения обучающимися творческих заданий, обсуждения проблем в инициативных группах;
2. Сформировать умение видеть связи между основными понятиями дисциплины «Основы бережливого производства»;
3. формирование стремления к профессионализму в работе, к качественному ее выполнению
4. Развитие стремления давать явлениям самостоятельную критическую оценку;
5. Развитие познавательных интересов и других мотивов учения;
6. Применение принципов построения бережливого производственного потока и инструментария, направленного на определение, нейтрализацию и предупреждение определенных видов потерь в процессе преобразования производства в бережливое;
7. Формирование практических навыков внедрения бережливого производства в проектах.

Порядок выполнения:

1. Объединение в группы по 2-3 человека;
2. Информационно – поисковая работа в сети Интернет;
3. Подготовка презентаций (изучение и анализ дополнительной литературы и информационных источников);
4. Групповое выступление;
5. Оценка результатов выполнения практической работы.

Темы докладов:

1. Основные научно-технические открытия и изобретения в судостроительной отрасли;
2. Основные отрасли-драйверы бережливого производства;
3. Страны - лидеры промышленного развития;
4. Программы социальной поддержки на судостроительном предприятии;
5. Разработки А. Гастева и современный опыт Toyota;
6. Особенности соблюдения чистоты и отличия от уборки;
7. Ошибки при внедрении 5С на судостроительном предприятии;
8. Бережливое производство: история и современность;
9. Бережливая компания как система: организация и управление на судостроительном предприятии;
10. Брак, как наиболее опасная из 8 видов потерь;
11. Статистика У. Деминга в управлении качеством;
12. Принцип «трех НЕ» и система «Бриллиант»;
13. Отказ от репрессивного менеджмента и этика доверительных отношений;

14. Вертикальные и горизонтальные коммуникации в производственной системе;
15. Источники доверия и модели обмена информацией;
16. Индикаторы доверия и уважения в компании;
17. Конфликты между участниками проекта, распад первоначальной команды проекта и способы их преодоления;
18. Модель клиентоориентированности Н. Кано на примере судостроительного предприятия;
19. Принципы У. Деминга и задачи топ-менеджмента в развитии человеческого капитала на судостроительном мероприятии;
20. Проблемы неустойчивости во времени и невоспроизводимости в пространстве большинства программ развития производственных систем;
21. Внедрение Бережливого производства как инструмент повышения эффективности АО «Адмиралтейские верфи»;
22. Внедрение Бережливого производства как инструмент повышения эффективности ООО «Кингисеппский машиностроительный завод»;
23. Внедрение Бережливого производства как инструмент повышения эффективности АО «Балтийский Завод»;
24. Внедрение Бережливого производства как инструмент повышения эффективности ПАО Судостроительный завод «Северная верфь»;
25. Организация потоков единичных изделий изготовления днищевых секций;
26. Визуализация хранения на складах судостроительных предприятий;
27. Примеры практических проектов и решений по оптимизации численности персонала (описание исходной ситуации, какими методами действовали);
28. Автоматизация организационной структуры и штатного расписания. Продуктовый подход в производстве: внедрение и управление;
29. Использование средств компьютерного моделирования для проектирования потоков создания ценности.

Список литературы

1. Основные печатные издания

1. Зинчик Н.С., Бережливое производство : учебник / Н.С. Зинчик, О.В. Кадырова, Ю.И. Растова, ; под общ. ред. А.Г. Бездудной. — Москва: КноРус, 2022. — 203 с.
2. Клюев А.В. Бережливое производство: учебное пособие для СПО / Клюев А.В.. — Саратов, Екатеринбург: Профобразование, 2019. — 87 с.
3. Шмелёва А. Н. Методы бережливого производства : учебно-методическое пособие / А. Н. Шмелёва. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 38 с. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система

2. Основные электронные издания

1. Лайкер Дж., Морган Дж. Система разработки продукции в Toyota: люди, процессы, технология /Перевод с английского. — М.: Альпина Паблишер,

2020. — 435 с. — С. 39 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://mega-eworld.com/upload/iblock/5c1/pdf_bk_229G_sistema_razrabotki_produkcii_v_toyota

2. Студнев С.В. Применение инструментов бережливого производства при подготовке судостроительного производства / С.В. Студнев, Е.Г. Бурмистров // Великие реки-2019. Труды 21-го международного научно-промышленного форума. -2019. - С. 28.

3. Энциклопедия производственного менеджмента [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.up-pro.ru/encyclopedia/5s-sistema.html, свободный.

3. Дополнительные источники

1. Горюшкин, А.А. Организация производства: Учебное пособие / Н.И. Новицкий, А.А. Горюшкин // Под ред. Н.И. Новицкий. - М.: КноРус, 2020. - 350 с.

2. Лайкер Дж. Л18 Система разработки продукции в Toyota: люди, процессы, технология / Джеффри Лайкер, Джеймс Морган; Пер. с англ. - 3-е изд. - М.: Альпина Паблишерз, 2020. - 440 с. - (Серия «Модели менеджмента ведущих корпораций»). ISBN 978-5-9614-1454-7.

3. Святохо, Н. В. Система экологического менеджмента промышленного предприятия: сущность, стандарты, этапы внедрения / Н. В. Святохо, Р. А. Тимаев // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. - 2020. - № 1(50). - С. 178-186.

Приложение 2.1.3
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО СГ 03 «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

2024

Методические рекомендации по выполнению практических работ разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта в соответствии с программой по СГ.03 «Безопасность жизнедеятельности» для специальности **15.02.09 Аддитивные технологии.**

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Крюков А.В., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

СОДЕРЖАНИЕ

№ 1,№ 2 «Отработка действий при ЧС» 4
№ 3 «Разработка мероприятий по повышению устойчивости объекта экономики» 7
№ 4 «Отработка действий по тревогам и с ПСП» 10
№ 5 «Отработка действий с СИЗ и СКЗ» 14
№ 6 «Изучение факторов производства.» 16
№ 7 «Отработка действий при травмах на рабочем месте» 16
№ 8 «Отработка разборки и сборки АК» 20
№ 9 «Отработка подготовки АК к стрельбе» 21
№ 10 «Отработка приёмов стрельбы» 23
№ 11 «Отработка основных строевых приёмов» 26
№ 12 «Ориентирование без карты» 30
№ 13 «Работа с картой» 36
№ 14, № 15 «Отработка действий солдата в бою и обороне» 37
№ 16 «Отработка остановки кровотечений» 39
№ 17 «Отработка наложения повязок» 40
№ 18 «Отработка иммобилизации.» 41
№ 19 «Отработка СЛР» 42
№ 20 «Отработка транспортировки пострадавшего» 42

Методические указания по выполнению практической работы на тему:
№ 1, № 2 «Отработка действий при ЧС»

Цель:

ознакомиться с основными мероприятиями по экстренной защите населения и с основными видами спасательных работ, организация подготовки к действиям при ЧС, осуществление мероприятий по защите персонала объекта при угрозе и возникновении ЧС, спасательные и другие неотложные работы в очагах поражения

Задание на практическую работу

Изучить теоретические материалы по действиям в ЧС

Составить памятку

Ответить на вопросы

Указания по выполнению работы

Действие в чрезвычайных обстоятельствах начинается со следующих мероприятий.

1. Организация подготовки к действиям при ЧС. Отработка документов по организации и проведению мероприятий предупреждения и ликвидации ЧС, управления силами должна начинаться с разработки плана действий объекта по предупреждению и ликвидации ЧС.

Основные задачи подготовки, в том числе и в военное время, следующие:

1. Обучение населения правилам поведения и основам защиты от ЧС, приемам оказания первой медпомощи пострадавшим, правилам пользования защитными сооружениями и индивидуальными средствами защиты;

2. Обучение и переподготовка руководителей и специалистов объекта и выработка навыков по подготовке и управлению силами и средствами для ликвидации ЧС;

3. Практическое освоение руководящим составом служб ГО объекта, личным составом формирований своих обязанностей при аварийно-спасательных (АС) и других неотложных работ (ДНР) и методов их проведения.

4. Подготовка специальных невоенизированных формирований проводится непосредственно на объекте по действующим программам.

5. Разработка материально-технической базы КЧС:

− создание и совершенствование систем оповещения, связи и управления, включая локальные;

− создание требуемого запаса средств индивидуальной и медицинской защиты (запасы средств размещаются с учетом возможности быстрой их выдачи сотрудникам объекта и населению). Для обеспечения производства работ по дезактивации, дегазации и дезинфекции территорий, зданий и сооружений заблаговременно создают запасы дезактивирующих,

− накопление фонда защитных сооружений в соответствии с требованиями норм инженерно-технических мероприятий ГО. (Проводится инвентаризация подвальных и других помещений, которые можно приспособить для укрытия. Осуществляется контроль за готовностью имеющихся убежищ и укрытий к приему населения);

− приобретение необходимой техники и оборудования для специальных (невоенизированных) формирований ГО (обеспечение техники горюче-смазочными материалами).

− рассматривают и решают вопросы материально-технического обеспечения, связанные с возможной эвакуацией людей.

2. Осуществление мероприятий по защите персонала объекта при угрозе и возникновении ЧС. Мероприятия по защите персонала:

1. С получением информации об угрозе возникновения чрезвычайной ситуации КЧС объекта начинает функционировать в режиме повышенной готовности и принимает на себя непосредственное руководство всей деятельностью объектового звена РСЧС.

2. Дежурная служба докладывает обстановку председателю КЧС и оповещает членов комиссии. Председатель КЧС проверяет достоверность полученных данных и

дополнительных сведений об обстановке. При необходимости срочно вызывает оперативную группу непосредственно на место, где создалась угроза ЧС.

3. Комиссия по ЧС с момента получения данных об угрозе возникновения ЧС − усиливает дежурно-диспетчерскую службу;

− осуществляет наблюдение и контроль за состоянием окружающей среды, обстановкой на потенциально опасных участках объекта и прилегающих к ним территориях;

− прогнозирует возможность ЧС на объекте, ее масштабы и последствия;

− проверяет системы и средства оповещения и связи;

− принимает меры по защите персонала и населения, территории и повышению устойчивости работы объекта;

− повышает готовность сил и средств, предназначенных для ликвидации возможной чрезвычайной ситуации, уточняет планы их действий и при необходимости производит выдвижение к участкам предполагаемых работ (действий);

− готовит к возможной эвакуации персонал и население прилегающих к объекту участков города (поселка), а при необходимости проводит ее (в загородную зону — только ПО распоряжению вышестоящей КЧС).

− информирует КЧС и управление ГО и ЧС города (района) о возникшей угрозе.

4.С возникновением ЧС по распоряжению руководителя объекта вводится чрезвычайный режим функционирования объектового звена РСЧС и организуется выполнение мероприятий по двум этапам:

4.1. На первом этапе:

− принимаются экстренные меры по защите персонала, предотвращению развития ЧС и осуществление АСР (оповещение об опасности и информирование о правилах поведения; медицинская профилактика и использование средств защиты, исходя из обстановки; эвакуация работников с участков, на которых существует опасность поражения людей; оказание пострадавшим первой медицинской и других видов помощи).

− Для предотвращения или уменьшения последствий ЧС осуществляют предусмотренные планом действия по локализации аварии при остановке или изменении технологического процесса производства, а также по предупреждению взрывов и пожаров.

4.2. На втором этапе решаются задачи:

− по первоочередному жизнеобеспечению населения, пострадавшего в результате бедствия (временное размещение населения, оставшегося без крова;

- обеспечение людей незагрязненными (незараженными) продуктами питания, водой и предметами первой необходимости, транспорта и учреждений здравоохранения; расселения эвакуируемого населения в безопасных районах

− Проводятся работы по восстановлению энергетических и коммунальных сетей, линий связи, дорог и сооружений в интересах обеспечения спасательных работ и первоочередного жизнеобеспечения населения.

− Осуществляется санитарная обработка людей, дезактивация, дегазация, дезинфекция одежды и обуви, транспорта, техники, дорог, сооружений, территории объекта.

Спасательные и другие неотложные работы в очагах поражения (АСиДНР).

В условиях ликвидации последствий применения потенциальным противником оружия массового поражения и стихийных бедствий, аварий и катастроф основной задачей гражданской обороны является проведение спасательных и других неотложных работ в очагах поражения. В мирное время спасательные работы проводятся в районах стихийных бедствий: наводнений, землетрясений, массовых пожаров, селей и т.д.

Уровень организации аварийно-спасательных и других неотложных работ при ликвидации ЧС и их последствий во многом зависит от четкой работы начальника ГО объекта, председателя комиссии по чрезвычайным ситуациям (КЧС), органа управления (штаба, отдела, сектора по делам ГО и ЧС) и командиров формирований.

Порядок же организации работ, их виды, объем, приемы и способы проведения зависят от сооружений, технологического оборудования и агрегатов, характера повреждений на коммунально-энергетических сетях и пожаров, особенностей застройки территории объекта, жилого сектора и других условий.

Аварийно-спасательные работы приходится проводить при взрывах, пожарах, обрушениях, обвалах, после ураганов, смерчей, сильных бурь, при наводнениях и других.

Экстренная медицинская (доврачебная) помощь должна быть оказана непосредственно на месте работ, затем — первая врачебная и эвакуация в лечебные учреждения для специализированного лечения.

Оказание помощи пострадавшим людям в большинстве случаев не терпит промедления, так как по истечении даже незначительного времени всесилия могут оказаться бесполезными.

Специфика спасательных работ состоит в том, что они должны выполняться в сжатые сроки. Для конкретных условий они определяются различными обстоятельствами:

1. В одном случае — это спасение людей, оказавшихся под обломками конструкций зданий, среди поврежденного технологического оборудования, в заваленных подвалах.

2. В другом — это необходимость ограничить развитие аварии, чтобы предупредить возможное наступление катастрофических последствий, возникновение новых очагов пожаров, взрывов, разрушений.

3. В третьем — быстрейшее восстановление нарушенных коммунально-энергетических сетей(электричество, газ, тепло, канализация, водопровод).

Работы, которые необходимо производить при АС и ДНР?

1. Устройство проездов и проходов к местам аварий, поврежденным и разрушенным зданиям, подготовка площадок для работы средств механизации.
2. Выявление здании и сооружений, их отдельных конструкции, которые создают для оставшихся в этих зданиях людей и для самих спасителей серьезную опасность.
3. Обрушение неустойчивых конструкций, разборка завалов и подготовка территории для восстановительных работ или нового строительства.
4. Организация комендантской службы (охрана, оцепление, ограничение доступа посторонних и любопытных) в районе аварии и на прилегающей территории.
5. С целью обеспечения охраны общественного порядка и сохранности имущества выставляются комендантские посты, посты регулирования, охраны и оцепления, а также организуются контрольно-пропускные пункты и патрулирование.

Неотложные работы при ликвидации ЧС— это деятельность по всестороннему обеспечению аварийно-спасательных работ, оказанию населению, пострадавшему в ЧС, медицинской и других видов помощи, созданию условий, минимально необходимых для сохранения жизни и здоровья людей, поддержания их работоспособности.

К спасательным работам относятся:

1. разведка маршрутов движения и участков (объектов) работ;
2. расчистка проходов (проездов) в завалах;
3. локализация и тушение пожаров;
4. розыск и спасение пострадавших:
- поисково-спасательные мероприятия,
- горноспасательные мероприятия,
- газоспасательные мероприятия,
- противофонтанные мероприятия (на нефтяных скважинах),
- а также аварийно-спасательные мероприятия, связанные с тушением пожаров,
5. вскрытие заваленных защитных сооружений и извлечение пострадавших;

6. оказание первой медицинской помощи пострадавшим и эвакуация их в лечебные учреждения.

7. работы по ликвидации медико-санитарных последствий ЧС.

Контрольные вопросы

1. Основные задачи при ЧС.
2. Организация мероприятий по этапам.
3 Спасательные работы в очагах поражения.
4. Специфика спасательных работ.
5. Виды спасательных работ.
6. Неотложные работы при ликвидации ЧС.

Методические указания по выполнению практической работы на тему: № 3 «Разработка мероприятий по повышению устойчивости объекта экономики»

Цель:

Изучить планирование устойчивости объекта экономики

Задание на практическую работу:

Ознакомиться

- с основными планирующими документами
- с исходными данными для планирования
- с порядком оформления характеристики ОЭ
- с порядком разработки, согласования, утверждения, корректировки, хранения планов и пользования ими

Указания по выполнению работы

В целях заблаговременного проведения мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций и максимально возможного снижения размеров ущерба и потерь в случае их возникновения осуществляется планирование ГО (действий) организаций и объектов. Объем и содержание указанных мероприятий определяются исходя из принципов необходимой достаточности и максимально возможного использования имеющихся сил и средств.

Основными планирующими документами по предупреждению и ликвидации ЧС на ОЭ являются:

1) План действий по предупреждению и ликвидации ЧС природного и техногенного характера на объекте экономики (предприятии, учреждении, организации) на ... год;

2) План гражданской обороны на ОЭ (предприятии, учреждении, организации) на ...год;

3) Планы служб ОЭ (предприятия, учреждения, организации) на ... год;

4) План эвакокомиссии ОЭ (предприятии, учреждении, организации) на ... год;

5) Планы приведения в готовность (боеспособность) и действий нештатных аварийно-спасательных формирований

6) План повышения устойчивости функционирования ОЭ (предприятии, учреждении, организации) на ... год.

7) Вместе с тем осуществляется планирование текущей работы органов управления и служб на ОЭ (предприятии, учреждении, организации) на ...год (период), представляющие собой текстуальные планы на формализованных бланках со следующими разделами:

- № № п\п;
- наименование мероприятий (выполненных работ);
- ответственные исполнители; сроки выполнения;
- отметка о выполнении; примечание.

К планам этой группы относятся:

- план работы КЧС и ПБ и к нему календарный план основных мероприятий;
- план работы штаба (отдела, сектора) по делам ГО и ЧС и к нему календарный план основных мероприятий;

- план работы служб;

- план работы в каждом нештатном АСФ.

8) Комплект документов планирования и учета обучения по ГО и ЧС на ОЭ:

- организационный приказ председателя КЧС и ПБ - руководителя ОЭ по обучению по делам ГО и ЧС. В нем определяется: количество групп, их списочный состав и руководитель; какие виды учений, тренировок, в какие сроки провести с органами управления, нештатными АСФ и на каком объекте; какими руководящими (нормативными) документами пользоваться.

Исходные данные для планирования ГО и действий по предупреждению и ликвидации ЧС на ОЭ (предприятии, в учреждении, организации)

Исходными данными для планирования ГО и действий по предупреждению и ликвидации ЧС на 0Э (предприятии, в учреждении, организации) являются:

1. Указания, рекомендации и информационные материалы по планированию вышестоящего органа управления, КЧС и ПБ, УГОЧС;

2. Характеристика ОЭ (предприятия, учреждения, организации) и состояние на нем ГО и всех мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС;

3. Решение и указания руководителя КЧС и ПБ ОЭ (предприятия, учреждения, организации) по планированию.

Указания, рекомендации и информационные материалы по планированию вышестоящего органа управления, КЧС и ПБ имеют свои *самостоятельные разделы по планированию мероприятий КЧС и ПБ и по ГО*. В них обычно указываются:

- какими документами следует руководствоваться при разработке планирования;

- сроки разработки планирования;

- перечень и характеристика потенциально химически, взрыво-, пожаро-, радиационно-, эпидемиологически опасных объектов, при авариях на которых возможно их влияние на жизнедеятельность ОЭ (предприятия, учреждения, организации) - возможные поражения людей, заражение, разрушения, возгорания элементов предприятия и т.п.;

- меры защиты и проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ городом, административным округом, районом и опасным объектом в интересах нашего ОЭ (предприятия, учреждения, организации);

- способы оповещения и получения информации об аварийных ситуациях, их предотвращению и локализации, а также по принятию мер защиты;

- направления, способы эвакуации (отселения) и ее обеспечение при авариях на химически опасных объектах;

- масштабы и характер последствий нападения возможного противника;

- информация по способам радиационной и химической защиты (РХЗ), инженерной, пожарной, медицинской защите;

- вопросы взаимодействия органов управления, сил и средств;

- другая необходимая информация.

Характеристика ОЭ (предприятия, учреждения, организации) и **состояние на нем ГО** и всех мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС обычно оформляется следующим образом:

- вычерчивается в масштабе территориальный план 0Э (предприятия учреждения, организации) и в легенде к нему в виде инженерной и пожарной карточек описывается состояние всех элементов, а на плане наносятся мероприятия и состояние ГО и ликвидации ЧС, т.е. это выкопировка из генерального плана объекта (в масштабе) со всеми его:

- зданиями (цехами) и их характеристиками;

- типы, количество АХОВ в элементах объекта;

- защитными сооружениями;

- коммуникациями;

- складами и открыто размещенными возгораемыми материалами;

- взрывопожароопасными технологическими трубопроводами на эстакадах и системой пожарного, а также производственного водоснабжения;

- другими элементами, аварии на которых могут грозить жизни людей, затруднить ведение спасательных и других неотложных работ, т.е. наглядно к выкопировке в виде таблиц оформляются данные, характеризующие объект по их аварийным и защитным свойствам.

В решении и указаниях председателя КЧС и ПБ (руководителя) ОЭ (предприятия, учреждения, организации) по планированию определяются объем, содержание, порядок и сроки разработки документов штабом, службами по ГО и ЧС, ставятся задачи исполнителям, определяются вопросы взаимодействия (согласования).

Порядок разработки, согласования, утверждения, корректировки, хранения планов и пользования ими

Для обеспечения организованности и полноты разработки всех разделов планирования штабом (отделом, сектором) по делам ГО и ЧС составляется, а руководителем ОЭ (предприятия, учреждения, организации) утверждается *календарный план*. Обычно он имеет три раздела:

1. Подготовительный. Определяется состав исполнителей. Устанавливаются сроки изучения руководящих документов и всех исходных данных для планирования.
2. Разработка документов планирования.
3. Согласование, рассмотрение, доработка и утверждение планов.

Каждый из планов подписывается НШ ГО и ЧС ОЭ (предприятия, учреждения, организации, в службах еще и начальником службы), после согласования с вышестоящим органам ГО и ЧС административного округа, городского района и органом отраслевой принадлежности и утверждается руководителем 0Э (председателем КЧС и ПБ).

Необходимое количество экземпляров плана определяется председателем КЧС и ПБ ОЭ (предприятия, учреждения, организации).

Степень секретности плана определяется в соответствии с ведомственным перечнем сведений, подлежащих засекречиванию. Корректировка планов производится с появлением изменений в исходных данных для планирования, в исполнителях, привлекаемых силах и средствах. Запись о согласовании, корректировке, уточнении производится каждый раз по выполнении этой работы, а также к началу года и полугодиям.

На ОЭ (предприятиях, в учреждениях, организациях), прекращающих производственную деятельность или переносящих ее в загородную зону в угрожаемый период, планирование гражданской обороны разрабатывается с учетом соответствующих особенностей.

В подразделения (цеха, лаборатории и др.) выдаются, в части их касающейся, выписки из планирования ГО и ликвидации ЧС на ОЭ (предприятия, учреждения, организации).

Контрольные вопросы

1. Основные планирующие документы
2. Исходные данные для планирования
3. Порядок оформления характеристики ОЭ
4. Порядок разработки, согласования, утверждения, корректировки, хранения планов и пользования ими

Методические указания по выполнению практической работы на тему:

№ 4 «Отработка действий по тревогам и с ПСП»

Цель:

Отработка действий при тревогах

Задание на практическую работу

Ознакомиться с инструкцией

Изучить устройство и принцип действия огнетушителей

Отработать порядок применения огнетушителей

Отработать алгоритм действий, указанных в инструкции

Оборудование

1. Первичные средства пожаротушения
2. Средства для розжига пламени
3. Плакаты по пожарной безопасности
4. Плакаты по ГОиЧС

Указания по выполнению работы

ИНСТРУКЦИЯ

по действиям персонала организации, учреждения, предприятия при угрозе или возникновении ЧС природного и техногенного характера и выполнении мероприятий гражданской обороны

Инструкция хранится в папке руководителя малого объекта. Ее содержание доводится до всего персонала. Для ответственных лиц делаются выписки из календарного плана с перечнем выполняемых ими задач в ЧС.

1. Действия персонала при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера

1.1. Возможная обстановка на объекте при возникновении крупных аварий, катастроф и стихийных бедствий

Перечень потенциально опасных объектов, которые могут оказывать воздействие на нормальное функционирование малого объекта.

Объект _____ территориально расположен в границах _____. Вблизи от объекта расположены следующие потенциально опасные объекты: (перечислить)

Примечание. Сведения о потенциальных источниках и характере их воздействия на предприятие могут быть получены в территориальном управлении (отделе) местных органов власти по ГО и ЧС.

1.2. Порядок оповещения администрации и персонала об угрозе возникновения ЧС

Оповещение администрации и персонала предприятия о ЧС на занимаемой предприятием территории производится по разработанной схеме оповещения. (приложение 1).

Оповещение администрации и персонала предприятия о ЧС в нерабочее (ночное) время производится по телефону (указать должность ответственного за оповещение сотрудника).

В первую очередь оповещается администрация предприятия, а затем, в зависимости от обстановки, остальной персонал.

В рабочее время сотрудники предприятия оповещаются ____(указать каким способом).

При приеме городского предупредительного сигнала «Внимание всем» (вой сирен) все радиоточки, телевизоры и радиоприемники предприятия перевести в режим приема речевых сообщений, передаваемых главным управлением по делам ГО и ЧС города (области, края и т.д.).

1.3. Порядок выделения автотранспорта для проведения эвакуационных мероприятий

При проведении экстренной эвакуации персонала из опасной зоны привлекается весь имеющийся в наличии служебный автотранспорт, а также личный автотранспорт сотрудников предприятия.

Сотрудники предприятия, имеющие личный автотранспорт, должны беспрекословно представлять его в распоряжение администрации для осуществления экстренной эвакуации сотрудников, посетителей предприятия из опасной зоны.

1.4. Требования к персоналу предприятия по соблюдению противоэпидемических мероприятий при угрозе распространения особо опасных инфекционных заболеваний

В случае выявления на территории предприятия или вблизи него опасности распространения особо опасных инфекционных заболеваний все сотрудники обязаны строго выполнять требования санитарно-эпидемиологической службы по проведению экстренной профилактики и иммунизации, по изоляции и лечению выявленных больных, соблюдать режим, предотвращающий занос и распространение инфекции.

При необходимости все сотрудники должны проходить по прибытию на работу санитарную обработку (указать место проведения), дезинфекцию или смену одежды, а водители транспортных средств проводить специальную обработку автомобилей (указать место проведения), а также выполнять другие требования, препятствующие распространению особо опасных инфекционных заболеваний.

1.5. О мерах по сохранению материальных ценностей в период угрозы и возникновения ЧС

Все сотрудники предприятия должны принимать меры по сохранению материальных ценностей при угрозе или возникновении ЧС.

В период поведения мероприятий по защите от ЧС или ликвидации их последствий должны приниматься меры по предотвращению или уменьшению возможного материального ущерба предприятию, по охране имущества и оборудования.

Ответственность за организацию охраны материальных средств в период угрозы и возникновения ЧС возлагается на (указать должность и фамилию).

При угрозе взрыва

I. Сообщить о полученной информации в УВД муниципального образования, оперативному дежурному управления по делам ГО и ЧС муниципального образования и в окружную аптеку

Ч + 15 мин.

2 Безаварийно приостановить все работы (указать где), эвакуировать посетителей и сотрудников из помещений (указать каких), проверить наличие всех сотрудников работающей смены в установленном месте сбора

Ч + 30 мин.

3 Встретить прибывшее спецподразделение органов внутренних дел и обеспечить обследование территории и помещений (указать каких). Работу возобновить после получения от командира подразделения разрешающего документа

По прибытию и проведению работ

При угрозе возникновения пожара

1 Организовать наблюдение за обстановкой в помещениях и на прилегающей территории постоянно

2 Привести в готовность пожарные расчёты и имеющиеся средства пожаротушения

Ч + 20 мин.

3 Приготовиться к экстренной эвакуации персонала (посетителей и т.д.), имущества, материальных ценностей и необходимой документации

Ч + 2 час.

При угрозе возникновения аварии на энергетических, инженерных и технологических системах

1 Оценить обстановку и её возможные последствия в случае аварии

Ч + 15 мин.

постоянно

2 Организовать наблюдение за опасным участком, вывод сотрудников и _____из опасной зоны

При угрозе химического заражения (подхода облака, зараженного АХОВ)

I Организовать наблюдение за обстановкой в районе объекта. Оповестить и привести сотрудников и _____в готовность к возможным действиям в условиях ЧС, сократить до минимума присутствие в аптеке посетителей

постоянно

2 Организовать выдачу сотрудникам СИЗ (сохранность СИЗ обеспечивать в режиме повседневной деятельности)

Ч + 3 час.

Подготовиться к возможной герметизации помещений объекта, отключению вентиляции и кондиционеров, создать на объекте запас воды или готовиться к экстренной эвакуации Ч + 4 час.

Подготовить медикаменты и имущество для оказания первой медицинской помощи пострадавшим Ч + 1 час.

При угрозе радиоактивного заражения

1 Постоянно прослушивать городские программы радиовещания и телевидения для получения информации Управления по делам ГО и ЧС по вопросам РЗМ (радиоактивного заражения местности)

постоянно

2 Через Управление по делам ГО и ЧС организовать периодическое (через 1 час или другой промежуток времени) получение информации об уровне РЗМ в районе объекта

Ч + 1 час.

3 Выдать сотрудникам СИЗ, организовать, при необходимости, изготовление ватно-марлевых повязок

Ч + 2 час.

4 Подготовиться к отключению вентиляционных систем и кондиционеров, создать на объекте запасы материалов для герметизации помещений, запас воды в герметичной таре, быть в готовности к эвакуации

Ч + I час.

5 Организовать накопление необходимых количеств препаратов стабильного йода

Ч + 24 час.

6 Обеспечить постоянное взаимодействие с управлением по ГОЧС и комиссией по ЧС муниципального образования

постоянно

При угрозе возникновения стихийных бедствий (резком изменении температуры воздуха, сильном ветре. ливневых дождях, снегопадах и т..п.)

1 Организовать наблюдение за состоянием окружающей среды;

постоянно

2 Организовать на объекте посменное круглосуточное дежурство руководящего состава

Ч + 1 час.

3 Оценить противопожарное состояние объекта, провести мероприятия по повышению уровня готовности пожарного расчёта, противопожарной защищённости объекта, подготовительные мероприятия по безаварийной остановке работы аптеки;

усилить контроль за состоянием коммунально-энергетических сетей
Ч + 3 час.

4 Организовать взаимодействие с управлением по ГОЧС и комиссией по ЧС муниципального образования. Быть в готовности к эвакуации
постоянно

При получении анонимной информации об угрозе на территории предприятия или вблизи него террористической акции

1 Немедленно доложить руководителю предприятия и в правоохранительные органы и действовать согласно полученных от них распоряжений и рекомендаций

В качестве первичных средств пожаротушения применяют воду, песок, асбестовое полотно (или куски кошмы, грубого сукна), различные огнетушители.

Вода обладает хорошими огнегасящими свойствами вследствие высокой теплоемкости и большой теплоты парообразования. Резервуар для воды должен быть объемом не менее 0,2 м3 и укомплектован ведрами. Воду нельзя применять для тушения легковоспламеняющихся жидкостей, имеющих меньшую, чем у воды, плотность (бензин, керосин, минеральные масла) и для тушения пожара в электроустановках, находящихся под напряжением.

Песок используют для тушения небольших очагов воспламенения электропроводки и горючих жидкостей (мазута, красок, масла и т. п.). Хранят его в ящиках (вместимостью 0,5, 1 или 3 м3) вместе с совковой лопатой во всех цехах и производственных помещениях.

Асбестовое полотно должно быть размером не менее 1х1 м. В местах хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей оно может быть увеличено до 2х1,5 м или 2х2 м. Асбестовое полотно набрасывают на горящую поверхность и тем самым изолируют ее от окружающей среды. Используют его также для защиты от огня ценного оборудования, закрытия печей и отверстий в трубах с горючими материалами. Хранят в водонепроницаемом футляре (чехле), один раз в три месяца просушивают и очищают от пыли.

Огнетушители являются наиболее надежным средством при тушении загораний до прибытия пожарных подразделений.

- предназначаются для тушения очагов горения в начальной их стадии, а также для противопожарной защиты небольших сооружений, машин и механизмов.

По виду применяемого огнетушащего вещества огнетушители подразделяют на:

- водные (ОВ);
- порошковые (ОП);
- пенные,
- газовые, которые подразделяются на:

а) углекислотные (ОУ);

б) хладоновые (ОХ); комбинированные.

Порошковые огнетушители (ОП) предназначены для тушения пожаров твердых, жидких и газообразных веществ (в зависимости от марки используемого огнетушащего порошка), а также электроустановок, находящихся под напряжением до 1 кВ (1000 В). Принцип работы передвижного огнетушителя ОП-50(З) основан на вытеснении огнетушащего порошка (при открытом клапане запорного устройства) сжатым воздухом, находящимся в емкости. Для приведения огнетушителя в действие необходимо выполнить следующее:

убедиться, что огнетушитель заряжен (посмотреть на датчик давления);

подкатить огнетушитель на расстояние 5-8 метров к очагу пожара (в зависимости от от размеров загорания и тепловыделения) и установить его в вертикальном положении;

снять и проложить без перегибов и скручиваний шланг подачи порошка;

выдернуть чеку и повернуть рычаг запорной головки на 180^0;

открыв выпускной клапан, направить струю порошка в зону пожара зигзагообразными движениями для достижения большего охвата пламени порошковым облаком.

Тушение производить с наветренной стороны. Допускается многократное открытие и закрытие выпускного клапана при тушении пожара. При наличии горящего пролива около технологического оборудования тушение начинать с пролива с последующим переходом непосредственно на оборудование. Принцип работы переносного огнетушителя ОП-10(З) аналогичен ОП-50(З). После окончания тушения давление в огнетушителе должно быть снижено за счет открытия выпускного клапана.

При тушении пожара порошковыми огнетушителями необходимо применять дополнительные меры по охлаждению нагретых элементов оборудования или строительных конструкций.

Углекислотные огнетушители (ОУ) предназначены для тушения загораний различных веществ и материалов, а также электроустановок, кабелей и проводов, находящихся под напряжением до 1 кВ (1000 В).

Заряд углекислотных огнетушителей находится под высоким давлением, поэтому корпуса (баллоны) снабжаются предохранительными мембранами, а заполнение диоксидом углерода допускается до 75%.

Для приведения в действие ручных углекислотных огнетушителей ОУ-2, ОУ-5,ОУ-8 и ОУ-10 необходимо:

используя транспортную рукоятку, снять и поднести огнетушитель к месту горения;

направить раструб на очаг горения и открыть запорно-пусковое устройство (вентиль или рычаг).

Запорно-пусковое устройство позволяет прерывать подачу углекислоты.

При работе углекислотных огнетушителей всех типов запрещается держать раструб незащищенной рукой, так как при выходе углекислоты образуется снегообразная масса с температурой минус 80°С.

При использовании огнетушителей ОУ необходимо иметь в виду, что углекислота в больших концентрациях к объему помещения может вызвать отравления персонала, поэтому после применения углекислотных огнетушителей небольшие помещения следует проветрить.

Контрольные вопросы

1. Действия персонала при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера
2. Действия персонала при получении анонимной информации об угрозе на территории предприятия или вблизи него террористической акции
3. . Какие существуют первичные средства пожаротушения?
4. Как устроены ручные огнетушители?
5. Каков принцип действия каждого огнетушителя?
6. Какие существуют ограничения использования указанных огнетушителей?

Методические указания по выполнению практической работы на тему: № 5 «Отработка действий с СИЗ и СКЗ»

Цель:

Отработать применение средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожи.

Отработать последовательность заполнения убежища и закрепить правила поведения в них.

Задание на практическую работу

Ознакомиться с порядком применения СИЗ

Отработать алгоритм применения СИЗ

Заполнить убежище на время

Оборудование

1. Противогазы ГП-7
2. ОЗК
3. Плакаты по ГОиЧС «Средства индивидуальной защиты»

4. Имитация убежища

Указания по выполнению работы

Для перевода противогаза в "боевое" положение необходимо:

- задержать дыхание и закрыть глаза;
- снять головной убор и зажать его между коленями;
- вынуть маску из сумки, взять ее обеими руками за височные и затылочные лямки так, чтобы большие пальцы рук были обращены внутрь, приложить нижнюю часть маски к подбородку и натянуть ее на лицо, заводя затылочные тесьмы за уши, свободные концы затылочных тесемок затянуть так, чтобы маска плотно прилегала к лицу;
- сделать полный выдох, открыть глаза и возобновить дыхание;
- надеть головной убор.

Противогаз снимается по команде "Противогазы снять".

Чтобы снять шлем-маску (маску) с головы, необходимо правой рукой приподнять головной убор, а левой взяться за клапанную коробку, слегка оттянуть шлем-маску (маску) вниз и движением руки вперед и вверх снять ее, тщательно протереть и уложить в сумку.

Порядок надевания ОЗК:

- Надеть защитные чулки
- Надеть сумку противогаза
- Надеть плащ в рукава с откинутым капюшоном и не застёгнутыми верхними шпеньками
- Надеть противогаз, надвинуть капюшон и застегнуть все шпеньки плаща
- Надеть перчатки под обшлага рукавов и застегнуть рукава

Заполнить убежище имитации убежища, соблюдая Правила

Правила поведения укрываемых в защитных сооружениях.

Укрываемые в защитных сооружениях ОБЯЗАНЫ:

- быстро и без суеты занять указанные места в помещении;
- выполнять правила внутреннего распорядка, все распоряжения личного состава группы (звена) по обслуживанию защитного сооружения;
- соблюдать спокойствие, пресекать случаи паники и нарушения общественного порядка, оставаться на своих местах в случае выключения освещения;
- оказывать помощь престарелым, женщинам, детям, инвалидам и больным;
- поддерживать чистоту и порядок в помещениях;
- содержать в готовности средства индивидуальной защиты;
- по распоряжению командира группы (звена) выполнять работу по подаче воздуха в убежище с помощью электровентилятора с ручным приводом;
- оказать помощь группе (звену) по обслуживанию защитного сооружения при ликвидации аварий и устранении повреждений инженерно-технического оборудования;
- соблюдать правила техники безопасности (не входить в фильтровентиляционное помещение и помещение ДЭС, не прикасаться к электрорубильникам и электрооборудованию, к баллонам со сжатым воздухом и кислородом, регенеративным патронам, гермоклапанам, клапанам избыточного давления, шиберам, запорной арматуре на водопроводе и канализации, к дверным затворам и другому оборудованию).

Укрываемым в защитных сооружениях ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

- курить и употреблять спиртные напитки;
- приводить (приносить) в сооружение домашних животных (собак, кошек и др.);
- приносить легковоспламеняющиеся, взрывоопасные и имеющие сильный, специфический запах вещества, а также громоздкие вещи;

- шуметь, громко разговаривать, ходить по сооружению без особой надобности, открывать двери и выходить из сооружения;
- включать радиоприемники, магнитофоны и другие радиосредства;
- применять источники освещения с открытым огнем (керосиновые лампы, свечи, карбидные фонари и др.). Указанные источники освещения применяются только по разрешению командира группы (звена) по обслуживанию защитного сооружения на короткое время в случае крайней необходимости - при проведении аварийных работ, оказании помощи пострадавшим и др.

Контрольные вопросы

1. Порядок перевода противогаза в боевое положение
2. Порядок надевания ОЗК
3. Порядок заполнения убежища
4. Правила поведения в убежище

Методические указания по выполнению практической работы на тему:
№ 6 «Изучение факторов производства.»

Цель:

- Изучить основные факторы производства и их влияние на условия труда.
- Определить возможные риски и угрозы, связанные с каждым фактором.

Задание на практическую работу

1. Изучите содержимое таблицы с опасными и вредными факторами производства. Создайте схему этих факторов.
2. Изучите основные показатели напряжённости трудового процесса на. Заполните таблицу с показателями и проанализируйте их.
3. Изучите безопасность производственных процессов, выбор технологического процесса, приёмов и режимов работы, порядок обслуживания производственного оборудования, производственных помещений и площадок.
4. Изучите основные причины травматизма и профессиональных заболеваний на производстве. Ответьте на вопросы о тепловых воздействиях, механическом воздействии, причинах травматизма и заболеваниях.
5. Изучите мероприятия по предупреждению несчастных случаев и травматизма на производстве, включая организационно-технические, общесанитарные и индивидуально-защитные мероприятия.

Контрольные вопросы

1. Классификация факторов производства
2. Основные способы защиты от рисков этих факторов

Методические указания по выполнению практической работы на тему:
№ 7 «Отработка действий при травмах на рабочем месте»

Цель:

Закрепить навыки в остановке артериального и венозного кровотечений, иммобилизации, реанимации

Задание на практическую работу

Повторить порядок остановки кровотечений
Используя табельные и подручные средства произвести остановку кровотечения
Произвести иммобилизацию конечности
Произвести реанимацию

Оборудование

1. Кровоостанавливающие средства (жгуты, косынки, ремни)
2. Шина табельная
3. Манекен для проведения СЛР

4. Плакаты по первой мед помощи

Указания по выполнению работы

НАЛОЖЕНИЕ РЕЗИНОВОГО КРОВООСТАНАВЛИВАЮЩЕГО ЖГУТА НА БЕДРО (НА ПЛЕЧО)

УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ НОРМАТИВА

Обучаемый стоит возле «пораженного», держа жгут в руках. «Пораженный» лежит. Выполнение норматива заканчивается закреплением жгута и обозначением времени его наложения

ОЦЕНКА ПО ВРЕМЕНИ

Отлично 25 с

Хорошо 30 с

Удовлетворительно 35 с

ОШИБКИ, СНИЖАЮЩИЕ ОЦЕНКУ НА 1 БАЛЛ:

1. Чрезмерное перетягивание конечности жгутом.
2. Наложение жгута на несоответствующую область.
3. Наложение жгута на голое тело без подкладки, ущемление жгутом кожи.
4. Не записано время наложения жгута.
5. Не произведен контроль пульса на периферическом сосуде

ОШИБКА, ОПРЕДЕЛЯЮЩАЯ ОЦЕНКУ «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО»:

Неправильное наложение жгута, что может вызвать повторное кровотечение, угрожающее жизни «пораженного», расслабление или соскальзывание жгута

НАЛОЖЕНИЕ ЗАКРУТКИ ПРИ ПОМОЩИ КОСЫНКИ И ДРУГИХ ПОДРУЧНЫХ СРЕДСТВ НА БЕДРО (НА ПЛЕЧО)

УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ НОРМАТИВА

Обучаемый стоит возле «пораженного»; держа закрутку в руках. «Пораженный» лежит. Выполнение норматива заканчивается закреплением закрутки и обозначением времени ее наложения

ОШИБКИ, СНИЖАЮЩИЕ ОЦЕНКУ НА 1 БАЛЛ:

1. Чрезмерное перетягивание конечности закруткой.
2. Наложение закрутки на несоответствующую область.
3. Наложение закрутки на голое тело без подкладки, ущемление закруткой кожи.
4. Не записано время наложения закрутки.
5. Не произведен контроль пульса на периферическом сосуде

ОШИБКА, ОПРЕДЕЛЯЮЩАЯ ОЦЕНКУ «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО»:

Неправильное наложение закрутки, что может вызвать повторное кровотечение, угрожающее жизни «пораженного», расслабление или соскальзывание закрутки.

ОЦЕНКА ПО ВРЕМЕНИ

Отлично 45 с

Хорошо 50 с

Удовлетворительно 55 с

ПРОВЕДЕНИЕ СЛР

- Оцените безопасность для себя, пострадавшего (пострадавших) и окружающих на месте происшествия
    - На месте происшествия участнику оказания первой помощи следует оценить безопасность для себя, пострадавшего (пострадавших) и окружающих. После этого следует устранить угрожающие факторы или минимизировать риск собственного повреждения, риск для пострадавшего (пострадавших) и окружающих.
- Проверьте наличие сознания у пострадавшего
    - Далее необходимо проверить наличие сознания у пострадавшего. Для проверки сознания необходимо аккуратно потормошить пострадавшего за плечи и громко спросить: «Что с Вами? Нужна ли Вам помощь?». Человек, находящийся в бессознательном состоянии, не сможет отреагировать и ответить на эти вопросы.
- Что делать при отсутствии признаков сознания
    - При отсутствии признаков сознания следует определить наличие дыхания у пострадавшего. Для этого необходимо восстановить проходимость дыхательных путей у пострадавшего: одну руку положить на лоб пострадавшего, двумя пальцами другой взять за подбородок, запрокинуть голову, поднять подбородок и нижнюю челюсть. При подозрении на травму шейного отдела позвоночника запрокидывание следует выполнять максимально аккуратно и щадяще.
- Как определить наличие дыхания
    - Для проверки дыхания следует наклониться щекой и ухом ко рту и носу пострадавшего и в течение 10 сек. попытаться услышать его дыхание, почувствовать выдыхаемый воздух на своей щеке и увидеть движения грудной клетки у пострадавшего. При отсутствии дыхания грудная клетка пострадавшего останется неподвижной, звуков его дыхания не будет слышно, выдыхаемый воздух изо рта и носа не будет ощущаться щекой. Отсутствие дыхания определяет необходимость вызова скорой медицинской помощи и проведения сердечно-легочной реанимации.
- Что делать при отсутствии дыхания
    - При отсутствии дыхания у пострадавшего участнику оказания первой помощи следует организовать вызов скорой медицинской помощи. Для этого надо громко позвать на помощь, обращаясь к конкретному человеку, находящемуся рядом с местом происшествия и дать ему соответствующие указание. Указания следует давать кратко, понятно, информативно: «Человек не дышит. Вызывайте «скорую». Сообщите мне, что вызвали».
- Что делать при отсутствии возможности привлечения помощника

- При отсутствии возможности привлечения помощника, скорую медицинскую помощь следует вызвать самостоятельно (например, используя функцию громкой связи в телефоне). При вызове необходимо обязательно сообщить диспетчеру следующую информацию: место происшествия, что произошло; число пострадавших и что с ними; какая помощь оказывается. Телефонную трубку положить последним, после ответа диспетчера. Вызов скорой медицинской помощи и других специальных служб производится по телефону 112 (также может осуществляться по телефонам 01, 101; 02, 102; 03, 103 или региональным номерам).

- Одновременно с вызовом скорой медицинской помощи необходимо приступить к давлению руками на грудину пострадавшего
  - Одновременно с вызовом скорой медицинской помощи необходимо приступить к давлению руками на грудину пострадавшего, который должен располагаться лежа на спине на твердой ровной поверхности. При этом основание ладони одной руки участника оказания первой помощи помещается на середину грудной клетки пострадавшего, вторая рука помещается сверху первой, кисти рук берутся в замок, руки выпрямляются в локтевых суставах, плечи участника оказания первой помощи располагаются над пострадавшим так, чтобы давление осуществлялось перпендикулярно плоскости грудины. Давление руками на грудину пострадавшего выполняется весом туловища участника оказания первой помощи на глубину 5-6 см с частотой 100-120 в минуту. После 30 надавливаний руками на грудину пострадавшего необходимо осуществить искусственное дыхание методом «Рот-ко-рту». Для этого следует открыть дыхательные пути пострадавшего (запрокинуть голову, поднять подбородок), зажать его нос двумя пальцами, сделать два вдоха искусственного дыхания.

- Вдохи искусственного дыхания выполняются следующим образом:
  - Необходимо сделать свой нормальный вдох, герметично обхватить своими губами рот пострадавшего и выполнить равномерный выдох в его дыхательные пути в течение 1 секунды, наблюдая за движением его грудной клетки. Ориентиром достаточного объема вдуваемого воздуха и эффективного вдоха искусственного дыхания является начало подъема грудной клетки, определяемое участником оказания первой помощи визуально. После этого, продолжая поддерживать проходимость дыхательных путей, необходимо дать пострадавшему совершить пассивный выдох, после чего повторить вдох искусственного дыхания вышеописанным образом. На 2 вдоха искусственного дыхания должно быть потрачено не более 10 секунд. Не следует делать более двух попыток вдохов искусственного дыхания в перерывах между давлениями руками на грудину пострадавшего. При этом рекомендуется использовать устройство для проведения искусственного дыхания из аптечки или укладки.

- Выполнение искусственного дыхания методом «Рот-к-носу»
  - В случае невозможности выполнения искусственного дыхания методом «Рот-ко-рту» (например, повреждение губ пострадавшего), производится искусственное дыхание методом «Рот-к-носу». При этом техника выполнения отличается тем, что участник оказания первой помощи закрывает рот пострадавшему при запрокидывании головы и обхватывает своими губами нос пострадавшего.

- Продолжите реанимационные мероприятия
  - Далее следует продолжить реанимационные мероприятия, чередуя 30 надавливаний на грудину с 2-мя вдохами искусственного дыхания.

- К основным ошибкам при выполнении реанимационных мероприятий относятся:
  - нарушение последовательности мероприятий сердечно-легочной реанимации; неправильная техника выполнения давления руками на грудину пострадавшего (неправильное расположение рук, недостаточная или избыточная глубина надавливаний, неправильная частота, отсутствие полного поднятия грудной клетки

после каждого надавливания); неправильная техника выполнения искусственного дыхания (недостаточное или неправильное открытие дыхательных путей, избыточный или недостаточный объем вдуваемого воздуха); неправильное соотношение надавливаний руками на грудину и вдохов искусственного дыхания; время между надавливаниями руками на грудину пострадавшего превышает 10 сек.

Контрольные вопросы

1. Виды кровотечений
2. Порядок остановки артериального кровотечения
3. Средства остановки кровотечения
4. Порядок проведения НМС
5. Порядок наложения шины

Методические указания по выполнению практической работы на тему:
№ 8 «Отработка разборки и сборки АК»

Цель:

Закрепить навыки неполной разборки и сборки автомата Калашникова

Задание на практическую работу

Выполнить разборку и сборку автомата Калашникова по схеме на время

Оборудование

1. Макет АК-74
2. Плакаты по мат части автомата

Указания по выполнению работы

Разборка и сборка автомата. Разборка автомата может быть неполная и полная: неполная – для чистки, смазки и осмотра автомата; полная – для чистки при сильном загрязнении автомата, после нахождения его под дождем или в снегу и при ремонте. Излишне частая разборка автомата вредна, так как ускоряет изнашивание частей и механизмов.

Разборку и сборку автомата следует производить на столе или чистой подстилке. Части и механизмы укладывать в порядке разборки. Обращаться с ними надо осторожно, не класть одну часть на другую и не применять излишних усилий и резких ударов.

Порядок неполной разборки АК

1. Отделить магазин. Проверить отсутствие патрона в патроннике
2. Вынуть пенал принадлежности из гнезда приклада
3. Отделить шомпол
4. Отделить дульный тормоз-компенсатор
5. Отделить крышку ствольной коробки.
6. Отделить возвратный механизм.
7. Отделить затворную раму с затвором.
8. Отделить затвор от затворной рамы.
9. Отделить газовую трубку со ствольной накладкой.

Порядок сборки автомата после неполной разборки.

1. Присоединить газовую трубку со ствольной накладкой.
2. Присоединить затвор к затворной раме.
3. Присоединить затворную раму с затвором к ствольной коробке.
4. Присоединить возвратный механизм.
5. Присоединить крышку ствольной коробки.
6. Спустить курок с боевого взвода и поставить на предохранитель.
7. Присоединить дульный тормоз-компенсатор.
8. Присоединить шомпол.
9. Вложить пенал в гнездо приклада.

10. Присоединить магазин к автомату.

Нормативы по неполной разборке, сборке АК-74.

Неполная разборка:

13сек. - отлично;

14сек. - хорошо;

17сек. - удовлетворительно.

Сборка после неполной разборки:

23сек. - отлично;

25сек. - хорошо;

30сек. - удовлетворительно.

Контрольные вопросы

1. Какая бывает разборка и сборка
2. Назначение неполной разборки автомата
3. Последовательность разборки автомата
4. Последовательность сборки автомата.

Методические указания по выполнению практической работы на тему:
№ 9 «Отработка подготовки АК к стрельбе»

Цель:

Изучить правила обслуживания, хранения и подготовки АК к стрельбе.

Задание на практическую работу

Изучите теоретические материалы по хранению, обслуживанию и подготовке АК к стрельбе.

Подготовьте памятку.

Указания по выполнению работы

Обслуживание автомата Калашникова (АК) включает в себя чистку, смазку и правильное хранение.

Чистка производится в следующем порядке:

1. Подготовить материалы для чистки и смазки.
2. Разобрать автомат.
3. Осмотреть принадлежность и подготовить её для использования при чистке.
4. Прочистить канал ствола.
5. Газовую камеру, газовую трубку и компенсатор промыть жидкой ружейной смазкой или раствором РЧС, затем всё вытереть насухо.
6. Ствольную коробку, затворную раму, затвор, газовый поршень почистить ветошью, пропитанной жидкой ружейной смазкой или раствором РЧС, после чего насухо протереть.
7. Остальные металлические части насухо протереть ветошью; при сильном загрязнении частей прочистить их жидкой ружейной смазкой, а затем насухо протереть.
8. Деревянные части протереть сухой ветошью.

Смазка автомата производится в следующем порядке:

1. Смазать канал ствола, патронник и компенсатор.
2. Все остальные металлические части и механизмы автомата с помощью промасленной ветоши покрыть тонким слоем смазки. Деревянные части не смазывать.
3. По окончании смазки собрать автомат, проверить работу его частей и механизмов, вычистить и смазать магазины и принадлежность, а затем автомат показать командиру отделения.

Хранение автомата должно быть следующим: он всегда разряжается, при этом магазин отделён, штык-нож снят, курок спущен, переводчик на предохранителе, хомутик прицела установлен на деление «П». При казарменном или лагерном расположении автомат хранится в пирамиде, а при

временном — в сухом месте в удалении от дверей, печей и нагревательных приборов. Патроны должны храниться в сухом месте и по возможности закрытыми от солнечных лучей.
Уход за автоматом осуществляют лица, за которыми оружие закреплено.

Подготовка автомата (пулемета) к стрельбе производится в целях обеспечения безотказной работы его во время стрельбы.

Для подготовки автомата АК к стрельбе необходимо:

1. Произвести чистку, осмотреть автомат в разобранном виде и смазать его.
2. Осмотреть автомат в собранном виде.
3. Осмотреть магазины.

Непосредственно перед стрельбой нужно насухо прочистить канал ствола (нарезную часть и патронник), осмотреть патроны и снарядить ими магазины.

Если автомат продолжительное время находился на морозе, то перед его заряжанием несколько раз вручную энергично оттянуть назад и продвинуть вперёд затворную раму.

Подготовка автомата к стрельбе производится под руководством командира отделения.

Контрольные вопросы

1. Обслуживание АК
2. Хранение АК
3. Подготовка АК к стрельбе

Методические указания по выполнению практической работы на тему:
№ 10 «Отработка приёмов стрельбы»

Цель:

Закрепить знания по огневой подготовке

Воспитать морально-психологические качества при стрельбе из штатного оружия.

Задание на практическую работу

Выполнить нормативы огневой подготовки:

- изготовка к стрельбе
- стрельба из пневматической винтовки

1-ое упражнение по спортивной стрельбе из пневматической винтовки.

- цель – спортивная с кругами мишень "П", на 10м и 5м;
- расстояние до цели – 10м или 5м (в зависимости от мишени);
- количество пулек – 6(3+3) шт., (три пробных выстрела и три – зачетных);
- время на стрельбу – неограниченное;
- положение – сидя, с руки.

Оценка:

"отлично" – выбить 22 очка, в том числе попасть тремя выстрелами в черный круг;

"хорошо" – выбить 16 очков, в том числе попасть двумя выстрелами в черный круг;

"удовлетворительно" – выбить 12 очков, в том числе попасть одним выстрелом в черный круг.

2-ое подготовительное упражнение по стрельбе из пневматической винтовки.

- цель – грудная фигура, мишень № 6г и ростовая фигура мишень № 8г;
- расстояние до цели – 10м;
- количество пулек – 5(3+2) шт., (три выстрела по мишени №6г и 2 – по мишени №8г);
- время на стрельбу – неограниченное;
- положение – сидя (лежа), с руки.

Оценка:

поразить обе цели, при этом мишень № 6г поразить:

"отлично" – тремя выстрелами;

"хорошо" – двумя выстрелами;

"удовлетворительно" – одним выстрелом.

Контрольное упражнение по стрельбе из малокалиберной винтовки.

- цель – грудная фигура, мишень № 6в и ростовая фигура мишень № 8г;
- расстояние до цели – 25м;
- количество патронов – 5(3+2) шт., (три выстрела по мишени № 6в и 2 – по мишени № 8г);
- время на стрельбу – неограниченное;
- положение – лежа, с упора.

Оценка:

поразить обе цели, при этом мишень № 6в поразить:

"отлично" – тремя выстрелами;

"хорошо" – двумя выстрелами;

"удовлетворительно" – одним выстрелом.

Оборудование

Пневматический тир: винтовки, пулеуловители, мишени, гимнастические маты

Плакаты по огневой подготовке

Наставления по стрелковому делу

Указания по выполнению работы

Памятка

Перед стрельбой обучающихся делят на смены с учетом наличия оружия и количества мишеней.

Очередная смена стреляющих по команде строится на исходном положении. Затем проверяется знание ими условий упражнения и мер безопасности при стрельбе. Каждому стреляющему руководитель ставит задачу: «Учащийся Петров, стреляйте по мишени номер один. Место для стрельбы первое». Руководитель стрельбы выдает патроны, а каждый стреляющий докладывает: «Учащийся Петров пять пулек получил». После команды руководителя стрельбы "Смена на огневой рубеж – ШАГОМ МАРШ!", стреляющие занимают свое место на огневом рубеже. Обучаемые по команде руководителя стрельбы «Смена, лежа – ЗАРЯЖАЙ!» изготавливаются к стрельбе, заряжают оружие и докладывают:

«Учащийся Петров к стрельбе готов». Руководитель, проверив положение, занятое каждым стреляющим, подает команду на открытие огня "ОГОНЬ".

При заряжании пружинно-поршневой пневматической винтовки лучше всего удерживать винтовку за ствол, когда вы вкладываете пульку в канал ствола. Это поможет сохранить ваши пальцы.

Всегда взводите пневматическую винтовку мягко, не нужно дергать её, открывать рывком и затем хлопать, чтобы закрыть.

Указательный палец должен располагаться перпендикулярно спусковому крючку. Фактически только средний палец обхватывает и удерживает рукоять ружья. Большой палец, безымянный и мизинец лишь покоятся на рукояти.

Для позиции "сидя"

глубоко вдохните;
повернитесь на 30 градусов от цели (вправо);
ваша левая нога должна располагаться по направлению к цели;
поднимите винтовку к плечу и приложите приклад к плечу так, как вы обычно стреляете;
расположите винтовку на ладони левой руки;
поставьте левый локоть на упор (колено, поверхность стола);
поставьте правый локоть на упор, или оставьте "свисать" вдоль тела;
расслабьте левую руку;
расслабьте плечи;
расслабьте спину;
расслабьте все тело;
сделайте вдох;
выдохните наполовину;
увеличьте давление на спусковой крючок (примерно в два раза);
прицельтесь (не цельтесь слишком долго, не более 6 секунд);
произведите выстрел;
проследите за попаданием;
выдохните;
для последующих выстрелов повторяйте с п.4.

Изготовка для стрельбы лежа с руки

Это положение наиболее удобное и выгодное, так как обеспечивает лучшую устойчивость и стрелка, и винтовки, а, следовательно, дает лучшие результаты стрельбы. Неудобство состоит только в одном: пневматические винтовки заряжать приходится, поворачиваясь на правый бок перед каждым выстрелом или вставая перед каждым выстрелом.

Ложиться надо после команды руководителя стрельбы «ЛОЖИСЬ». Лечь на живот, опираясь на локти и слегка раскинув прямые ноги в стороны носками наружу. Правая нога может быть немного согнута в колене. Мышцы ног расслаблены. Тело стрелка немного развернуто влево (рис. 5).

Основой правильного положения корпуса стрелка служит угол, образуемый направлением корпуса стрелка (2) и линией прицеливания (1). Величина этого угла зависит от индивидуальных особенностей стрелка и устанавливается опытным путем самим стрелком в пределах от 15 до 30°.

При малом угле поворота корпуса стрелка локоть левой руки будет левее винтовки. Стрелок вынужден будет излишне напрягать мышцы, чтобы удержать винтовку и направить ее в мишень. Излишнее напряжение вызывает преждевременное утомление стрелка, увеличивает колебания винтовки, и результаты стрельбы резко ухудшаются. Слишком большой угол затрудняет удобство в прикладке, отчего точность стрельбы также ухудшается. Наиболее удобное положение будет такое, когда локоть левой руки находится под винтовкой, а винтовка без всякого напряжения мышц направлена в мишень.

Изготовка для стрельбы лежа с упора

Упор значительно повышает меткость стрельбы, если им правильно пользоваться. В качестве упора используются (1) мешочки с песком, опилками, ватой и т. п. Если они маленькие, то под них можно класть деревянный ящик. При стрельбе с упора на него кладется кисть левой руки (вид о), а на ее ладонь цевьем кладется винтовка. Возможен и второй способ стрельбы с упора (вид б) - на упор кладется не кисть руки, а цевье винтовки, а кисть руки снизу поддерживает приклад винтовки.

Высота упора около 25см и подбирается индивидуально для каждого стрелка. Проверить высоту упора можно, если после изготовки стрелка убрать упор. При правильно подобранном по высоте упоре после того, как его убрать, положение корпуса стрелка, его руки и винтовки не должны измениться.

При низком упоре или расположении корпуса близко к упору для прицеливания придется напрягаться, прижимаясь к полу. При высоком упоре или расположении корпуса далеко от упора стрелку придется при стрельбе приподыматься, что ухудшит результаты стрельбы. Для выбора наиболее удобного положения с наименьшим напряжением мышц тела стрелок должен незначительно перемещать корпус и локти рук вперед и назад.

Меры безопасности при организации и проведении стрельб

В соответствии с приказом Министра обороны РФ и Министра образования РФ от 3 мая 2001г. № 203/1936 статьи 58 Инструкции к этому приказу, что касается сборов для учащихся и преподавателей - говорится «При отсутствии условий для стрельбы из боевого ручного стрелкового оружия организуется стрельба из спортивного или пневматического оружия в специально оборудованных местах».

Для этого необходимо выдержать следующие требования.

Линия мишеней оборудуется только на глухой стене, где нет дверей. На входной двери тира обязательно надо сделать прочный внутренний запор.

Недопустимо небрежное, легкомысленное обращение с пневматическими винтовками. Это может привести к трагическим последствиям. Пули выбрасываются из ствола со скоростью до 140-180 м/сек и летят на расстояние до 150 метров и более. Поэтому необходимо строго соблюдать все меры безопасности, как и при стрельбе из огнестрельного оружия. Перед каждой стрельбой обязательно проводить наружный осмотр винтовок и подтягивать крепежные винты. При организации стрельбы необходимо строго соблюдать правила.

1. Не брать и не заряжать винтовку без команды руководителя стрельбы.
2. Не прицеливаться и не направлять даже незаряженную винтовку на людей, в стороны и в тыл.
3. Не трогать спусковой крючок до прицеливания и после стрельбы.
4. Не оставлять заряженную винтовку без присмотра.
5. Не выносить заряженную винтовку с огневого рубежа.
6. Не хранить винтовку в заряженном состоянии.
7. Не шуметь и не отвлекаться в тире.
8. Не находиться на огневом рубеже посторонним.
9. Расписаться перед началом стрельбы в журнале инструктажа по технике безопасности.

Стрелок обязан:

1. Выполнять все команды руководителя стрельбы;
2. Держать даже незаряженную винтовку только стволом в направлении стрельбы, а при транспортировке - вверх;
3. Стрелять только после команды **«Огонь»** и до команды **«Стой» или «Прекратить стрельбу»;**
4. При неисправности винтовки доложить об этом руководителю стрельбы;
5. Прекратить стрельбу при появлении в огневой зоне человека;
6. После стрельбы убедиться, что винтовка разряжена;
7. Бережно относиться к винтовке.

Для выполнения п.6 - проверить отсутствие пуль в канале ствола - стрелок должен открыть ствол и повернуть его на 30-40 градусов, немного поджав боевую пружину, но не ставить поршень на боевой взвод. Затем, удерживай ствол в повернутом положении, посмотреть на свет в канал ствола и убедиться, что пули там нет. Отпустить ствол и, не закрывая канал ствола, положить винтовку на левую сторону на стол. Если в канале ствола оказалась пуля, то надо доложить руководителю стрельбы.

Контрольные вопросы

1. Приёмы и правила стрельбы
2. Меры безопасности

Методические указания по выполнению практической работы на тему:
№ 11 «Отработка основных строевых приёмов»

Цель:

Закрепить основные навыки строевой подготовки

Задание на практическую работу

Выполнить строевые приёмы:

- построение
- перестроение
-движения
-повороты в движении
-воинское приветствие

Оборудование

1. Строевой плац
2. Плакаты по строевой подготовке
3. Строевой устав ВС РФ

Указания по выполнению работы

ПАМЯТКА

Строевая стойка

27. Строевая стойка (рис. 1) принимается по команде **«СТАНОВИСЬ»** или **«СМИРНО»**.

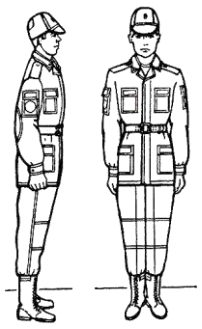


Рис. 1. Строевая стойка

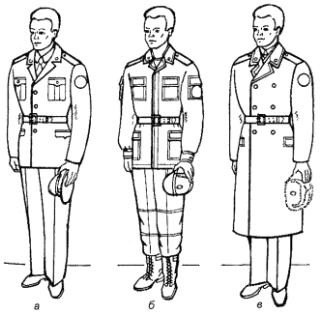


Рис. 2. Положение снятого головного убора:
а - фуражки; *б* - фуражки полевой хлопчатобумажной;
в - шапки-ушанки

По этой команде стоять прямо, без напряжения, каблуки поставить вместе, носки выровнять по линии фронта, поставив их на ширину ступни; ноги в коленях выпрямить, но не напрягать; грудь приподнять, а все тело несколько подать вперед; живот подобрать; плечи развернуть; руки опустить так, чтобы кисти, обращенные ладонями внутрь, были сбоку и посредине бедер, а пальцы полусогнуты и касались бедра; голову держать высоко и прямо, не выставляя подбородка; смотреть прямо перед собой; быть готовым к немедленному действию.

Строевая стойка на месте принимается и без команды: при отдании и получении приказа, при докладе, во время исполнения Государственного гимна Российской Федерации, при выполнении воинского приветствия, а также при подаче команд.

28. По команде **«ВОЛЬНО»** стать свободно, ослабить в колене правую или левую ногу, но не сходить с места, не ослаблять внимания и не разговаривать.

По команде **«ЗАПРАВИТЬСЯ»,** не оставляя своего места в строю, поправить оружие, обмундирование и снаряжение. При необходимости выйти из строя за разрешением обратиться к непосредственному начальнику.

Перед командой **«ЗАПРАВИТЬСЯ»** подается команда **«ВОЛЬНО».**

29. Для снятия головных уборов подается команда **«Головные уборы** (головной убор) - **СНЯТЬ»,** а для надевания - **«Головные уборы** (головной убор) - **НАДЕТЬ».**

Снятый головной убор держится в левой свободно опущенной руке кокардой вперед (рис. 2).

Без оружия или с оружием в положении «за спину» головной убор снимается и надевается правой рукой, а с оружием в положениях «на ремень», «на грудь» и «у ноги» - левой.

30. Повороты кругом (на 1/2 круга), налево (на 1/4 круга), пол-оборота налево (на 1/8 круга) производятся в сторону левой руки на левом каблуке и на правом носке; направо и пол-оборота направо - в сторону правой руки на правом каблуке и на левом носке. Повороты выполняются в два приема: первый прием - повернуться, сохраняя правильное положение корпуса, и, не сгибая ног в коленях, перенести тяжесть тела на впереди стоящую ногу;

второй прием - кратчайшим путем приставить другую ногу.

31. Движение совершается шагом или бегом.

Движение шагом осуществляется с темпом 110-120 шагов в минуту. Размер шага - 70-80 см.

Движение бегом осуществляется с темпом 165-180 шагов в минуту. Размер шага - 85-90 см.

Шаг бывает строевой и походный.

Строевой шаг применяется при прохождении подразделений торжественным маршем; при выполнении ими воинского приветствия в движении; при подходе военнослужащего к начальнику и при отходе от него; при выходе из строя и возвращении в строй, а также на занятиях по строевой подготовке.

Походный шаг применяется во всех остальных случаях.

32. Движение строевым шагом начинается по команде **«Строевым шагом - МАРШ»** (в движении «Строевым - МАРШ»), а движение походным шагом - по команде **«Шагом - МАРШ».**

По предварительной команде подать корпус несколько вперед, перенести тяжесть его больше на правую ногу, сохраняя устойчивость; по исполнительной команде начать движение с левой ноги полным шагом.

При движении строевым шагом (рис. 3) ногу с оттянутым вперед носком выносить на высоту 15-20 см от земли и ставить ее твердо на всю ступню.

Руками, начиная от плеча, производить движения около тела: вперед - сгибая их в локтях так, чтобы кисти поднимались выше пряжки пояса на ширину ладони и на расстоянии ладони от тела, а локоть находился на уровне кисти; назад - до отказа в плечевом суставе. Пальцы рук полусогнуты, голову держать прямо, смотреть перед собой.

При движении походным шагом ногу выносить свободно, не оттягивая носок, и ставить ее на землю, как при обычной ходьбе; руками производить свободные движения около тела.

При движении походным шагом по команде **«СМИРНО»** перейти на строевой шаг. При движении строевым шагом по команде **«ВОЛЬНО»** идти походным шагом.

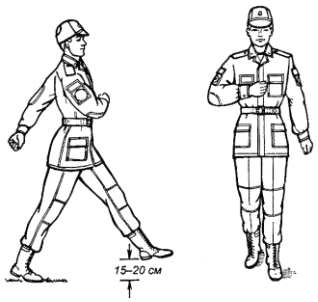


Рис. 3. Движение строевым шагом

Рис. 4. Шаг на месте

33. Движение бегом начинается по команде **«Бегом - МАРШ».**

При движении с места по предварительной команде корпус слегка подать вперед, руки полусогнуть, отведя локти несколько назад; по исполнительной команде начать бег с левой ноги, руками производить свободные движения вперед и назад в такт бега.

Для перехода в движении с шага на бег по предварительной команде руки полусогнуть, отведя локти несколько назад. Исполнительная команда подается одновременно с постановкой левой ноги на землю. По этой команде правой ногой сделать шаг и с левой ноги начать движение бегом.

Для перехода с бега на шаг подается команда **«Шагом - МАРШ».** Исполнительная команда подается одновременно с постановкой правой ноги на землю. По этой команде сделать еще два шага бегом и с левой ноги начать движение шагом.

34. Обозначение шага на месте производится по команде **«На месте, шагом - МАРШ»** (в движении - «НА МЕСТЕ»).

По этой команде шаг обозначать подниманием и опусканием ног, при этом ногу поднимать на 15-20 см от земли и ставить ее на всю ступню, начиная с носка; руками производить движения в такт шага (рис. 4). По команде **«ПРЯМО»,** подаваемой одновременно с постановкой левой ноги на землю, сделать правой ногой еще один шаг на месте и с левой ноги начать движение полным шагом. При этом первые три шага должны быть строевыми.

35. Для прекращения движения подается команда.

Например: **«Рядовой Петров - СТОЙ».**

По исполнительной команде, подаваемой одновременно с постановкой на землю правой или левой ноги, сделать еще один шаг и, приставив ногу, принять строевую стойку.

37. Для перемещения одиночных военнослужащих на несколько шагов в сторону подается команда.

Например: **«Рядовой Петров. Два шага вправо** (влево), **шагом - МАРШ».**

По этой команде сделать два шага вправо (влево), приставляя ногу после каждого шага.

Для перемещения вперед или назад на несколько шагов подается команда.

Например: **«Два шага вперед** (назад), **шагом - МАРШ».**

По этой команде сделать два шага вперед (назад) и приставить ногу.

При перемещении вправо, влево и назад движение руками не производится.

Повороты в движении

38. Повороты в движении выполняются по командам: **«Напра-ВО», «Пол-оборота напра-ВО», «Нале-ВО», «Пол-оборота нале-ВО», «Кругом - МАРШ».**

Для поворота направо, пол-оборота направо (налево, пол-оборота налево) исполнительная команда подается одновременно с постановкой на землю правой (левой) ноги. По этой команде с левой (правой) ноги сделать шаг, повернуться на носке левой (правой) ноги, одновременно с поворотом вынести правую (левую) ногу вперед и продолжать движение в новом направлении.

Для поворота кругом исполнительная команда подается одновременно с постановкой на землю правой ноги. По этой команде сделать еще один шаг левой ногой (по счету раз), вынести правую ногу на полшага вперед и несколько влево и, резко повернувшись в сторону левой руки на носках обеих ног (по счету два), продолжать движение с левой ноги в новом направлении (по счету три).

При поворотах движение руками производится в такт шага.

Выполнение воинского приветствия на месте и без оружия

61. Для выполнения воинского приветствия на месте вне строя без головного убора за три-четыре шага до начальника (старшего) повернуться в его сторону, принять строевую стойку и смотреть ему в лицо, поворачивая вслед за ним голову.

Если головной убор надет, то, кроме того, приложить кратчайшим путем правой руки к головному убору так, чтобы пальцы были вместе, ладонь прямая, средний палец касался нижнего края головного убора (у козырька), а локоть был на линии и высоте плеча (рис.11). При повороте головы в сторону начальника (старшего) положение руки у головного убора остается без изменения (рис.12).

Когда начальник (старший) минует выполняющего воинское приветствие, голову поставить прямо и одновременно с этим опустить руку.

62. Для выполнения воинского приветствия в движении вне строя без головного убора за три-четыре шага до начальника (старшего) одновременно с постановкой ноги прекратить движение руками, повернуть голову в его сторону и, продолжая движение, смотреть ему в лицо. Пройдя начальника (старшего), голову поставить прямо и продолжать движение руками.

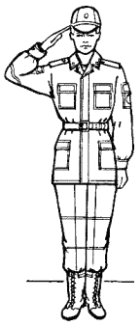


Рис. 11. Выполнение воинского приветствия на месте

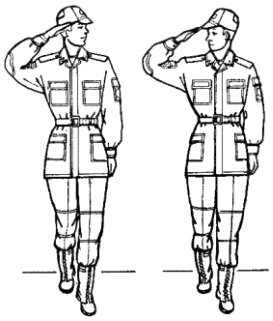


Рис. 12. Выполнение воинского приветствия в движении

При надетом головном уборе одновременно с постановкой ноги на землю повернуть голову и приложить правую руку к головному убору, левую руку держать неподвижно у бедра (рис.12); пройдя начальника (старшего), одновременно с постановкой левой ноги на землю голову поставить прямо, а правую руку опустить.

При обгоне начальника (старшего) воинское приветствие выполнять с первым шагом обгона.

Со вторым шагом голову поставить прямо, и правую руку опустить.

63. Если у военнослужащей руки заняты ношей, воинское приветствие выполнять поворотом головы в сторону начальника (старшего).

Методические указания по выполнению практической работы на тему:
№ 12 «Ориентирование без карты»

Цель:

Научить учащихся ориентироваться на местности без карты и определять стороны горизонта основными способами

Совершенствовать навыки учащихся по определению сторон горизонта по компасу, часам и местным признакам

Задание на практическую работу:

Ознакомиться с ориентирование по

- компасу
- небесным светилам

И целеуказанием на местности

Указания по выполнению работы

Памятка

Сущность и способы ориентирования на местности

При выполнении многих боевых задач действия командиров отделений (экипажей, расчетов) и солдат неизбежно связаны с ориентированием на местности. Умение ориентироваться необходимо, например, на марше, в бою, в разведке для выдерживания направления движения, целеуказания, нанесения на карту (схему местности) ориентиров, целей и других объектов, управления подразделением и огнем. Закрепленные опытом знания и навыки в ориентировании помогают более уверенно и успешно выполнять боевые задачи в различных условиях боевой обстановки и на незнакомой местности.

Ориентироваться на местности – это значит определить свое местоположение и направления на стороны горизонта относительно окружающих местных предметов и форм рельефа, найти указанное направление движения и точно выдержать его в пути. При ориентировании в боевой обстановке определяют также местоположение подразделения относительно своих войск и войск противника, расположение ориентиров, направление и глубину действий.

Местные предметы и формы рельефа, относительно которых определяют свое местоположение, положение целей (объектов) и указывают направление движения, называются ориентирами. Они выделяются обычно своими размерами, формой, окраской и легко опознаются при обзоре окружающей местности.

Выбор и использование ориентиров. Ориентиры подразделяются на площадные, линейные и точечные.

К площадным ориентирам относятся населенные пункты, отдельные массивы леса, рощи, озера, болота и другие объекты, занимающие большие площади. Такие ориентиры легко опознаются и запоминаются при изучении местности. Линейные ориентиры – это местные предметы и формы рельефа, имеющие большую протяженность при сравнительно небольшой их ширине, например, дороги, реки, каналы, линии электропередач, узкие лощины и т. п. Они используются, как правило, для выдерживания направления движения.

К точечным ориентирам относятся трубы заводов и фабрик, постройки башенного типа, ретрансляторы, перекрестки дорог, путепроводы, пики горных вершин, ямы и другие местные предметы, занимающие небольшую площадь. Эти ориентиры используются обычно для точного определения своего местоположения, положения целей, указания секторов огня, полос наблюдения.

Уверенное ориентирование на местности во многом зависит от правильного выбора ориентиров. Так, для выдерживания направления движения днем выбирают ориентиры, которые могут быть легко опознаны еще при подходе к ним, например, постройки башенного типа, отдельные деревья, т. е. точечные ориентиры. Однако ночью такие ориентиры слабо различаются издали, поэтому при ограниченной видимости используются в основном линейные и площадные

ориентиры. Таким образом, при выборе ориентиров необходимо всегда учитывать условия, в которых подразделение будет действовать на местности.

В боевой обстановке наряду с определением своего местоположения и направления движения ориентиры используются для целеуказания, управления подразделением и огнем в бою. Они назначаются старшим начальником. В необходимых случаях командиры подразделений выбирают дополнительные ориентиры. В качестве ориентиров следует выбирать наиболее устойчивые местные предметы и формы рельефа, например, высоты, насыпи, развилки дорог и т. п., которые могут сохраниться на поле боя.

Ориентиры выбираются по возможности равномерно по фронту и глубине, чтобы обеспечить быстрое и точное указание местоположения цели. Выбранные ориентиры нумеруются справа налево и по рубежам от себя в сторону противника. Каждому ориентиру для удобства запоминания кроме номера дается условное наименование, соответствующее его внешним отличительным признакам, например: высота плоская, желтый обрыв, дом с красной крышей. Номера и наименования ориентиров, назначенных старшим начальником, не изменяются.

По ориентирам командир подразделения ставит задачи подчиненным, например: «Наблюдать в секторе: справа ориентир два – желтый обрыв, слева ориентир три – высота плоская» или «Сектор огня – справа ориентир четыре – сломанное дерево, слева ориентир один – дом с красной крышей».

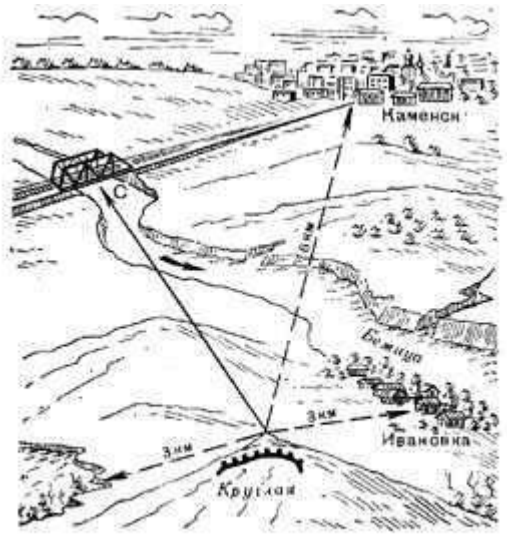


Рис. 9. Топографическое ориентирование на местности

Способы ориентирования на местности. Ориентироваться на местности можно по топографической карте, аэроснимкам и приборам наземной навигации. Топографическая карта (аэроснимок) позволяет быстро разобраться в обстановке на сравнительно большом участке местности, что облегчает ориентирование. Приборы наземной навигации позволяют в любых условиях точно определить свое местоположение на местности и уверенно выдерживать нужное направление движения. Вместе с тем широко применяются и простейшие способы ориентирования на местности: по компасу, по небесным светилам и по признакам местных предметов.

Топографическое ориентирование заключается в ориентировании подчиненных на местности. Оно способствует быстрому уяснению подчиненными местоположения ориентиров, рубежей, целей и своих боевых задач. Топографическое ориентирование предшествует тактическому и является важным первичным этапом работы командира подразделения при постановке боевых задач подчиненным. При топографическом ориентировании вначале указывают направление на одну из сторон горизонта, обычно на север, затем местоположение подразделения и положение окружающих местных предметов, формы рельефа и расстояния до них. Например (рис. 9): «Север – железнодорожный мост, находимся на высоте «Круглая»; справа, 3 км-Ивановка; прямо, 3 км-река Бежица, далее, 6 км-город Каменск; слева, 3 км – озеро «Широкое». После этого командир указывает ориентиры и проводит тактическое ориентирование подчиненных.

Топографическое ориентирование может применяться при докладе по средствам связи о своем местоположении в тех случаях, если нет карты или потеряна ориентировка на местности. Например: «Нахожусь на кургане. 2 км на север-железнодорожный мост; 900 м на юго-запад-лес; 5 км на юг-разрушенный поселок сельского типа». По указанным ориентирам (местным предметам) старший начальник определяет местоположение подразделения на топографической карте. Поэтому при топографическом ориентировании выбираются наиболее характерные площадные и линейные ориентиры, которые легко и быстро можно найти на карте.

Ориентирование на местности может быть общее и детальное.

Общее ориентирование заключается в приближенном определении своего местонахождения, направления движения и времени, необходимого для достижения конечного пункта движения. Такое ориентирование чаще всего применяется на марше, когда экипаж машины не имеет карты, а использует лишь заранее составленную схему или список населенных пунктов и других ориентиров по маршруту. Для выдерживания направления движения в таком случае необходимо постоянно следить за временем движения, пройденным расстоянием, определяемым по спидометру машины, и контролировать по схеме (списку) прохождение населенных пунктов и других ориентиров.

Детальное ориентирование заключается в точном определении своего местоположения и направления движения. Оно применяется при ориентировании по карте, аэроснимкам, приборам наземной навигации, при движении по азимуту, нанесении на карту или схему разведанных объектов и целей, при определении достигнутых рубежей и в других случаях.

Целеуказание на местности

Общие правила и способы целеуказания. Умение быстро и правильно указывать цели, ориентиры и другие объекты на местности имеет важное значение для управления подразделением и огнем в бою. Целеуказание может производиться как непосредственно на местности, так и по карте или аэроснимку.

При целеуказании соблюдаются следующие основные требования: местоположение целей указывать быстро, кратко, ясно и точно; цели указывать в строго установленном порядке, пользуясь принятыми единицами измерения; передающий и принимающий должны иметь общие ориентиры и твердо знать их расположение, иметь единое кодирование местности.

Целеуказание на местности осуществляется от ориентира или по азимуту и дальности до цели.

Целеуказание от ориентира-наиболее распространенный способ. Вначале называют ближайший к цели ориентир, затем угол между направлением на ориентир и направлением на цель в тысячных и удаление цели от ориентира в метрах. Например: «Ориентир два, вправо сорок пять, дальше сто, у отдельного дерева – наблюдатель».

Если передающий и принимающий цель имеют приборы наблюдения, то вместо удаления цели от ориентира может указываться вертикальный угол между ориентиром и целью в тысячных. Например: «Ориентир четыре, влево тридцать, ниже десять-боевая машина в окопе».

В некоторых случаях, особенно при выдаче целеука-зания по малозаметным целям, используются местные предметы, находящиеся вблизи цели. Например: «Ориентир два, вправо тридцать-отдельное дерево, дальше Двести-развалины, влево двадцать, под кустом -пулемет».

Целеуказание по азимуту и дальности до цели. Азимут направления на появившуюся цель определяют с помощью компаса в градусах, а дальность до нее в метрах с помощью бинокля (прибора наблюдения) или глазомерно. Получив эти данные, передают их, например: «Тридцать два, семьсот-боевая машина».

Определение направлений на стороны горизонта

Направления на стороны горизонта определяют по магнитному компасу, небесным светилам и по некоторым признакам местных предметов.

Устройство магнитного компаса. При ориентировании на местности наиболее широко применяются компас Адрианова и артиллерийский компас (АК).

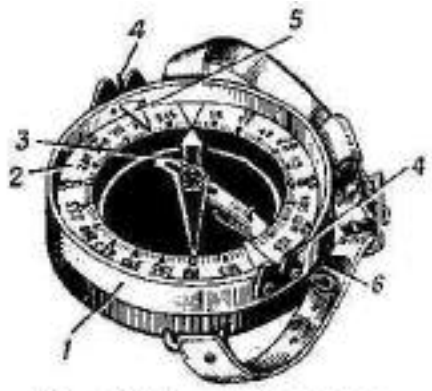


Рис. 10. Компас Адрианова:
1 — корпус; 2 — шкала (лимб); 3 — магнитная стрелка; 4 — визирное приспособление (мушка и целик); 5 — указатель отсчетов; 6 — тормоз

Компас Адрианова (рис.10) состоит из корпуса 1, в центре которого на острие иглы помещена магнитная стрелка 3. При незаторможенном состоянии стрелки ее северный конец устанавливается в направлении на Северный магнитный полюс, а южный – на Южный магнитный полюс. В нерабочем состоянии стрелка закрепляется тормозом 6. Внутри корпуса компаса помещена круговая шкала (лимб) 2, разделенная на 120 делений. Цена одного деления составляет 3°, или 50 малых делений угломера (0-50). Шкала имеет двойную оцифровку. Внутренняя оцифровка нанесена по ходу часовой стрелки от 0 до 360° через 15° (5 делений шкалы). Внешняя оцифровка шкалы нанесена против хода часовой стрелки через 5 больших делений угломера (10 делений шкалы). Для визирования на местные предметы (ориентиры) и снятия отсчетов по шкале компаса на вращающемся кольце компаса закреплено визирное приспособление (мушка и целик) 4 и указатель отсчетов 5.

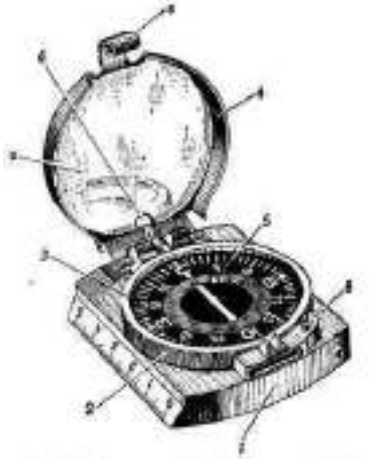


Рис. 11. Артиллерийский компас (АК):
1 — корпус компаса; 2 — корпус лимба; 3 — угломерная шкала (лимб); 4 — крышка с зеркалом а, вырезом б для визирования, защелкой в; 5 — магнитная стрелка; 6 — выступ тормозного рычага стрелки

Северный конец магнитной стрелки, указатели отсчетов и деления на шкале через 90° покрыты светящейся в темноте краской, что облегчает пользование компасом ночью.

Артиллерийский компас АК (рис.11) состоит из корпуса и угломерной шкалы 3, помещенной в корпусе 2 лимба. Угломерная шкала разделена на 60 делений. Цена одного деления равна 100 малым делениям угломера. Счет делений возрастает по ходу часовой стрелки. На корпусе компаса неподвижно укреплено визирное приспособление (прорезь и мушка). Вращение корпуса лимба позволяет, не изменяя положения компаса, быстро совмещать нулевое деление шкалы с северным концом магнитной стрелки. На внутренней стороне откидной крышки 4 компаса помещено металлическое зеркало а, которое дает возможность при визировании на предмет одновременно контролировать положение магнитной стрелки и производить отсчет по шкале. На крышке имеется вырез б для визирования и защелка.

Подобным образом устроен компас «Турист-2″. Надписи шкалы лимба в этом компасе даны в градусах. Цена одного деления 5°.

При работе с компасом следует всегда помнить, что сильные электромагнитные поля или близко расположенные металлические предметы отклоняют стрелку от правильного ее положения. Поэтому при определении направлений по компасу необходимо отходить на 40- 50 м от линий электропередач, железнодорожного полотна, боевых машин и других крупных металлических предметов.

Определение направлений на стороны горизонта по компасу выполняется следующим образом. Мушку визирного устройства ставят на нулевое деление шкалы, а компас – в горизонтальное положение. Затем отпускают тормоз магнитной стрелки и поворачивают компас так, чтобы северный ее конец совпал с нулевым отсчетом. После этого, не меняя положения компаса, визированием через целик и мушку замечают удаленный ориентир, который и используется для указания направления на север.

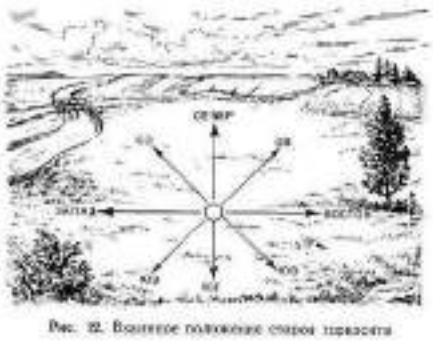


Рис. 12. Взаимное положение сторон горизонта

Направления на стороны горизонта взаимосвязаны между собой (рис. 12), и, если известно хотя бы одно из них, можно определить остальные. В противоположном направлении по отношению к северу будет юг, справа-восток, а слева-запад.

Определение направлении на стороны горизонта по небесным светилам. При отсутствии компаса или в районах магнитных аномалий, где компас может дать ошибочные показания (отсчеты), стороны горизонта можно определить по небесным светилам: днем – по Солнцу, а ночью – по Полярной звезде или Луне.

В Северном полушарии Солнце примерно находится в 7.00 на востоке, в 13.00-на юге, в 19.00-на западе. Положение Солнца в эти часы и укажет соответственно направления на восток, юг и запад.

Для более точного определения сторон горизонта по Солнцу используются наручные часы. В горизонтальном положении они устанавливаются так, чтобы часовая стрелка была направлена на Солнце. Угол между часовой стрелкой и направлением на цифру 1 на циферблате часов делится пополам прямой линией, которая указывает направление на юг. До полудня надо делить пополам ту дугу (угол), которую стрелка должна пройти до 13.00 (рис. 13, а), а после полудня-ту дугу, которую она прошла после 13.00 (рис. 13,6).

Рис. 13. Определение сторон горизонта по Солнцу в часы: а — до 13 часов, б — после 13 часов

Рис. 14. Нахождение Полярной звезды на небосклоне

Полярная звезда всегда находится на севере. Ночью на безоблачном небе ее легко найти по созвездию Большой Медведицы. Через две крайние звезды Большой Медведицы нужно мысленно провести прямую линию (рис. 14) и отложить на ней пять раз отрезок, равный расстоянию между крайними звездами. Конец пятого отрезка укажет положение Полярной звезды, которая находится в созвездии Малой Медведицы (конечная звезда малого ковша).

Полярная звезда может служить надежным ориентиром для выдерживания направления движения, так как ее положение на небосклоне с течением времени практически не изменяется. Точность определения направления по Полярной звезде составляет 2-3°.

По Луне стороны горизонта определяются более точно, когда виден весь ее диск (полнолуние). В табл. 1 приведены стороны горизонта, на которых находится Луна в различных фазах.

Таблица 1

Фаза Луны	Время		
Первая четверть (видна, правая половина диска Луны) Полнолуние (виден весь диск Луны) Последняя четверть (видна левая половина диска Луны)	19.00ЮгВосток-	1.00ЗападЮгВосток	7.00-ЗападЮг

Определение сторон горизонта по признакам местных предметов (рис. 15). Если нет компаса и не видно небесных светил, то стороны горизонта могут быть определены по признакам местных предметов:

- мох или лишайник покрывает стволы деревьев, камни и пни с северной стороны; если мох растет по всему стволу дерева, то на северной стороне, особенно у корня, его больше;
- кора деревьев с северной стороны обычно грубее и темнее, чем с южной;

Рис. 15. Определение сторон горизонта по признакам местных предметов

- весной трава на северных окраинах лесных прогалин и полян, а также с южной стороны отдельных деревьев, пней, бол камней растет гуще;
- муравейники, как правило, находятся к югу от ближайших деревьев и пней; южная сторона муравейника более пологая, чем северная;
- на южных склонах весной снег тает быстрее, чем на северных.

Имеются и другие признаки, по которым можно определить стороны горизонта. Например, просеки в лесных массивах, как правило, прорубаются по направлениям север-юг и восток-запад, а кварталы нумеруются с запада на восток.

Контрольные вопросы

1. Основные способы ориентирования
2. Устройство компаса Адрианова

Методические указания по выполнению практической работы на тему:

№ 13 «Работа с картой»

Цель:

Изучить систему координат топографических карт

Задание на практическую работу:

Определить по карте географические координаты точек, указанных преподавателем. Вычисленные координаты занести в рабочую табл. 5.

Рабочая таблица 5

Название карты, масштаб	Название точки на карте	Широта φ	Долгота λ
1:500 000			
1:50 000			

Оборудование:

Топографические карты
Средства измерения
Карандаши

Указания по выполнению работы

Местоположение точки на земном эллипсоиде определяется географическими координатами - широтой и долготой (рис. 1.7).

Широтой точки А называется угол φ_A, образованный отвесной линией в этой точке и плоскостью экватора.

^ **Долготой точки** А называется двугранный угол λ_A, образованный плоскостью нулевого (Гринвичского) меридиана и плоскостью меридиана данной точки.

Оцифровка широт и долгот на топографических картах дается вдоль линий внутренней рамки, представляющих собой дуги меридианов и параллелей.

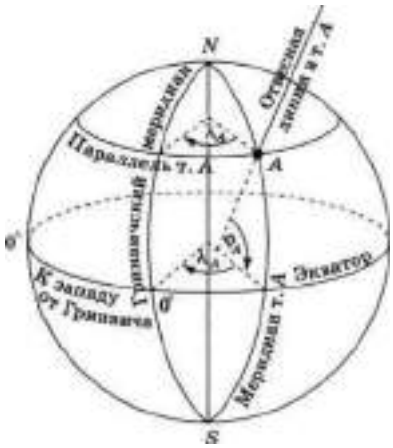


Рис. 1.7. Схема географических координат на сфере

а картах, имеющих масштаб 1:1 000 000, в пределах внутренней рамки проводятся меридианы и параллели через 1°; на картах масштаба 1:500 000 - через 30 и 20' соответственно.
На картах более крупных масштабов даются только выходы меридианов и параллелей на минутной рамке. На ней дана разграфка минут и секунд: по западной и восточной сторонам рамки - минуты широты, по северной и южной - минуты долготы. Полное значение долготы и широты подписано для угловых точек карты.

Долгота определяется по кратчайшему расстоянию от точки до ближайшего к западу меридиана (отрезок *ab* (в мм) на рис. 1.8).

Измеряют полное расстояние *ac* (в мм) между ближайшими к точке западным и восточным меридианами на широте данной точки. Учитывая, что расстояние *ac* соответствует 30' долготы, нужно определить искомый промежуток *ab* в минутах долготы, т. е. составить пропорцию:

ab (мм) – x

ac (мм) - 30'

Если x = 10', тогда λ = 40° + 10' = 40°10' в. д.

Полное значение долготы будет состоять из значения в градусах, подписанных для меридиана, ближайшего к западу от точки, и долей градуса - минут, вычисленных по пропорции. Если точка лежит в Восточном полушарии, то нужно к полученной координате долготы приписать «в.д.», если в Западном полушарии - «з.д.».

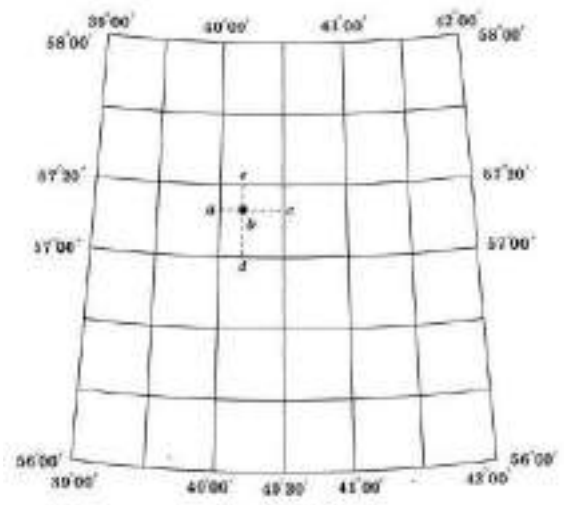


Рис. 1.8. Схема определения географических координат по карте масштаба 1:500 000

Широта определяется аналогичным образом: измеряют кратчайшее расстояние от точки до ближайшей к югу параллели (*db*), затем измеряют весь промежуток между параллелями (*de*) и составляют пропорцию:

db (мм) – x

de (мм) - 20'

x = 13'.

Значение широты определяется путем прибавления x к целым градусам широты параллели, ближайшей к югу от точки Ь:

φ_b = 57°00' +13' = 57°13' с. ш.

Если отсчеты широт, подписанные в углах карты, увеличиваются к северу, то карта выполнена на территорию Северного полушария, и к координатам широты нужно приписать «с. ш.».

Контрольные вопросы

1. Дать определение географических координат. Как провести меридиан и параллель через точку на карте?
2. Вычислить по карте географические координаты точки.
3. В какой проекции создаются топографические карты России? Указать элементы системы прямоугольных координат на топографической карте.
4. Вычислить прямоугольные координаты точки.

Методические указания по выполнению практической работы на тему:
№ 14, № 15 «Отработка действий солдата в бою и обороне»

Время:

Цель:

Познакомить учащихся с действиями солдата в бою и обороне

Обобщить знания, полученные на других практических занятиях

Задание на практическую работу:

Ознакомиться

с обязанностями солдата в бою

со способами передвижения солдата в бою

Указания по выполнению работы

Памятка

Обязанности военнослужащих в бою

Каждый военнослужащий должен в совершенстве знать и содержать в постоянной боевой готовности свое оружие и военную технику, мастерски владеть ими и умело применять и, кроме того, быть в готовности заменить, при необходимости, выбывшего из строя товарища или командира.

Каждый военнослужащий обязан:

- знать и понимать свою поставленную задачу, задачу отделения и взвода;
- знать размеры, объем, последовательность и сроки оборудования фортификационных сооружений; уметь быстро оборудовать окопы и укрытия, в том числе с применением взрывчатых веществ, осуществлять их маскировку;
- при выполнении поставленной задачи постоянно вести наблюдение, своевременно обнаруживать и поражать противника;
- стойко и упорно действовать в обороне, смело и решительно – в наступлении; проявлять храбрость, инициативу и находчивость в бою, оказывать помощь товарищу;
- уметь вести огонь по низколетящим самолетам, вертолетам и другим воздушным целям противника из стрелкового оружия;
- знать способы защиты от оружия массового поражения и высокоточного оружия противника; умело использовать местность, средства индивидуальной защиты и защитные свойства машин; преодолевать заграждения, препятствия и зоны заражения, устанавливать и обезвреживать противотанковые и противопехотные мины; проводить специальную обработку;
- без разрешения командира не оставлять своего места в бою; при ранении или поражении радиоактивными, отравляющими веществами, биологическими средствами, а также зажигательным оружием принять необходимые меры само- и взаимопомощи и продолжать выполнение задачи; если будет приказано отправиться на медицинский пункт, взять с собой личное оружие; при невозможности следовать на медицинский пункт отползти с ружьем в укрытие и ждать санитаров;
- уметь готовить вооружение и боеприпасы к боевому применению, быстро и ловко снаряжать патронами обоймы, магазины, ленты; следить за расходом боеприпасов и заправкой боевой машиной пехоты (бронетранспортера), танка горючим, своевременно докладывать своему командиру об израсходовании **0,5** и **0,75** носимого (возимого) запаса боеприпасов и заправки горючего, при повреждении боевой машины пехоты (бронетранспортера), танка быстро принимать меры к их восстановлению.

Каждый сержант и солдат, кроме того, обязан защищать командира в бою, в случае его ранения или гибели смело брать на себя командование подразделением.

Передвижение

В бою в зависимости от характера местности, условий обстановки и воздействия огня противника солдат при действиях в пешем порядке может передвигаться ускоренным шагом или бегом (в полный рост или пригнувшись), перебежками и переползанием.

Участки местности, скрытые от наблюдения и огня противника, преодолеваются ускоренным шагом или бегом. Темп ускоренной ходьбы в среднем—130—140 шагов в минуту, длина шага — 80—90 см.

Контрольные вопросы

1. Основные обязанности солдат в бою
2. Способы передвижения в бою

Методические указания по выполнению практической работы на тему:
№ 16 «Отработка остановки кровотечений»

Время: 1ч

Цель:

Закрепить навыки в остановке артериального и венозного кровотечений

Задание на практическую работу

Повторить порядок остановки кровотечений

Используя табельные и подручные средства произвести остановку кровотечения

Оборудование

5. Кровоостанавливающие средства (жгуты, косынки, ремни)
6. Плакаты по первой мед помощи

Указания по выполнению работы

НАЛОЖЕНИЕ РЕЗИНОВОГО КРОВООСТАНАВЛИВАЮЩЕГО ЖГУТА НА БЕДРО (НА ПЛЕЧО)

УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ НОРМАТИВА

Обучаемый стоит возле «пораженного», держа жгут в руках. «Пораженный» лежит. Выполнение норматива заканчивается закреплением жгута и обозначением времени его наложения

ОЦЕНКА ПО ВРЕМЕНИ

Отлично 25 с

Хорошо 30 с

Удовлетворительно 35 с

ОШИБКИ, СНИЖАЮЩИЕ ОЦЕНКУ НА 1 БАЛЛ:

1. Чрезмерное перетягивание конечности жгутом.
2. Наложение жгута на несоответствующую область.
3. Наложение жгута на голое тело без подкладки, ущемление жгутом кожи.
4. Не записано время наложения жгута.
5. Не произведен контроль пульса на периферическом сосуде

ОШИБКА, ОПРЕДЕЛЯЮЩАЯ ОЦЕНКУ «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО»:

Неправильное наложение жгута, что может вызвать повторное кровотечение, угрожающее жизни «пораженного», расслабление или соскальзывание жгута

НАЛОЖЕНИЕ ЗАКРУТКИ ПРИ ПОМОЩИ КОСЫНКИ И ДРУГИХ ПОДРУЧНЫХ СРЕДСТВ НА БЕДРО (НА ПЛЕЧО)

УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ НОРМАТИВА

Обучаемый стоит возле «пораженного»; держа закрутку в руках. «Пораженный» лежит. Выполнение норматива заканчивается закреплением закрутки и обозначением времени ее наложения

ОШИБКИ, СНИЖАЮЩИЕ ОЦЕНКУ НА 1 БАЛЛ:

1. Чрезмерное перетягивание конечности закруткой.
2. Наложение закрутки на несоответствующую область.
3. Наложение закрутки на голое тело без подкладки, ущемление закруткой кожи.
4. Не записано время наложения закрутки.
5. Не произведен контроль пульса на периферическом сосуде

ОШИБКА, ОПРЕДЕЛЯЮЩАЯ ОЦЕНКУ «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО»:

Неправильное наложение закрутки, что может вызвать повторное кровотечение, угрожающее жизни «пораженного», расслабление или соскальзывание закрутки.

ОЦЕНКА ПО ВРЕМЕНИ

Отлично 45 с

Хорошо 50 с

Удовлетворительно 55 с

Контрольные вопросы

1. Виды кровотечений
2. Порядок остановки артериального кровотечения

Методические указания по выполнению практической работы на тему:
№ 17 «Отработка наложения повязок»

Цель:

Ознакомиться с процессом наложения повязок

Отработать порядок наложения повязок

Задание на практическую работу:

Пользуясь схемами и текстами, ознакомиться с видами повязок и способами их наложения

Выполнить наложение повязки

Оборудование:

Подручные и табельные перевязочные средства.

Плакаты по мед помощи

Указания по выполнению работы:

ПАМЯТКА

В медицине общим словом «повязка» называется все то, что с лечебной целью накладывают на травмированное место: бинт, вата, косынка, шина, гипс и др.

По назначению повязки. различают:

1. Покровные повязки (укрепляющие). Применяются для удержания перевязочного материала на ране и защищают рану или травму от внешнего воздействия.
2. Давящие повязки применяются для остановки кровотечения.
3. Иммобилизующие или фиксирующие повязки. Они обеспечивают неподвижность и покой травмированному участку, части тела, конечности.

Повязка состоит из стерильного перевязочного материала, который при необходимости пропитывается лекарством (марлевые салфетки, тампоны, ватно-марлевые шарики, чистая проглаженная горячим утюгом х/б ткань, кусочек бинта), и фиксирующего материала (бинт, косынка, лейкопластырь и др. - то, чем перевязочный материал закрепляется на поверхности тела). В зависимости от вида фиксирующего материала различают повязки: косыночные, лейкопластырные, рэтэластовые (с применением сетчато-трубчатого бинта) и др. Наиболее распространенными и надежными остаются бинтовые повязки.

Требования к повязке:

- Выбрать бинт нужной ширины, исходя из размера и местонахождения раны.
- Обеспечить удобное положение для пострадавшего и доступность бинтуемой области.
- В процессе наложения повязки следует наблюдать за состоянием пострадавшего, и постараться его успокоить.
- Начальные туры бинта следует располагать несколько в стороне от пораженного места (на периферии).
- Каждый новый тур должен закрывать предыдущий, как правило, на две трети ширины бинта.
- При бинтовании сверток (рулон) бинта надо держать в правой руке, левой придерживая туры бинта. (Только накладывая повязку на правую половину лица и груди - все наоборот: сверток бинта держать в левой руке, а придерживать туры - правой).

ЗАПРЕЩАЕТСЯ перекручивать бинт при наложении повязки!

После наложения повязки бинт надо надежно закрепить, например, "английской" булавкой или на узел. лучше на стороне, противоположной травмированной.

ВНИМАНИЕ! Кольца, браслеты и т. п. посторонние предметы снимать с травмированной конечности обязательно!

Контрольные вопросы:

1. Что такое повязка?

2. Виды повязок по назначению
3. Типы повязок по материалу
4. Требования к повязке

Методические указания по выполнению практической работы на тему:
№ 18 «Отработка иммобилизации.»

Цель:

Ознакомиться с порядком действий при иммобилизации

Задание на практическую работу:

Используя подручные и табельные средства произвести иммобилизацию травмированной конечности в соответствии с рисунками.

Оборудование:

Плакаты по мед помощи
Учебники
Средства иммобилизации

Указания по выполнению работы:

Памятка
ИММОБИЛИЗАЦИЯ
(от лат. immobilis — неподвижный) метод создания неподвижности с целью обеспечения покоя пораженному участку тела при повреждениях и заболеваниях; основная мера предупреждения болевого шока (см.), особенно при тяжелых травмах опорно-двигательного аппарата. Без надежной иммобилизации невозможна транспортировка пострадавшего. Отсутствие или плохая иммобилизация при переломах конечностей может привести к вторичному смещению отломков, повреждению близлежащих нервных стволов, крупных сосудов и мышц острыми концами костных отломков. Различают иммобилизацию временную, или транспортную, и постоянную, или лечебную. Транспортная иммобилизация проводится в порядке оказания первой помощи (например, при травме) на время транспортировки пострадавшего в лечебное учреждение. При огнестрельных ранах транспортная иммобилизация необходима даже при отсутствии перелома, если имеется значительное повреждение мягких тканей, так как покой в большой степени предупреждает развитие инфекции. Для временной иммобилизации применяют различного вида шины, а при отсутствии шин — различные подручные средства: доски, палки, пучки прутьев и т. п.
Требования к шине:
шина обязательно должна захватывать два сустава (выше и ниже перелома), а иногда три (при переломах бедра, плеча); при иммобилизации конечности необходимо по возможности придать ей естественное положение, а если это невозможно, то такое положение, при котором конечность меньше всего травмируется; при открытых переломах вправление отломков не производят, накладывают стерильную повязку на место повреждения и конечность фиксируют в том положении, в каком она находится в момент повреждения; при закрытых переломах снимать одежду с пострадавшего не нужно; нельзя накладывать жесткую шину прямо на тело, необходимо подложить под нее мягкую прокладку (вата, полотенце); во время перекладывания больного с носилок по¬врежденную конечность должен поддерживать помощник.
Несоблюдение этих принципов может привести к дополнительной травматизации. Так, недостаточная иммобилизация закрытого перелома может превра¬тить его в открытый и тем самым утяжелить травму.
Не привязывайте шину слишком туго — это может нарушить кровообращение и вызвать боль. Ослабьте повязки, если: пальцы пострадавшего отекли и посинели, ими невозможно пошевелить; участок под шиной онемел, и в нем чувствуется покалывание, под шиной не прощупывается пульс; ногти не приобретают нормальный цвет через 2 с после нажатия.

Контрольные вопросы:

1. Назначение иммобилизации
2. Виды иммобилизации
3. Требования к шине

Методические указания по выполнению практической работы на тему: № 19 «Отработка СЛР»

Цель:

Закрепление навыков в проведения сердечно-лёгочной реанимации.

Задание на практическую работу

Произвести реанимационные мероприятия: искусственная вентиляция лёгких и непрямой массаж сердца.

Оборудование

1. Макет пострадавшего (фантом)
2. Плакаты по первой мед помощи

Указания по выполнению работы

Памятка:

Реанимация - восстановление основных жизненных функций организма в пограничных между жизнью и смертью состояниях, включает в себя искусственное дыхание и непрямой массаж сердца.

Непрямой массаж сердца - комплекс мер, направленных на поддержание кровообращения у человека при остановке сердцебиения.

Порядок выполнения реанимации:

Пострадавшего уложить на спину, обязательно на жёсткую поверхность. Если он лежит на кровати, его следует переложить на пол.

Освободить грудную клетку.

Спасатель стоит (в полный рост или на коленях) сбоку от пострадавшего.

Производится прекардиальный удар

Одна ладонь кладётся на нижнюю половину грудины больного так, чтобы пальцы были ей перпендикулярны. Поверх помещают другую руку. Приподнятые пальцы не касаются тела. Прямые руки спасателя располагаются перпендикулярно грудной клетке пострадавшего. Массаж производят быстрыми толчками, тяжестью всего тела, не сгибая руки в локтях. Грудина больного при этом должна прогибаться на 4-5 см.

30 нажатий + 2 вдоха

Контрольные вопросы

1. Сущность и назначение реанимации
2. Порядок проведения реанимации

Методические указания по выполнению практической работы на тему: № 20 «Отработка транспортировки пострадавшего»

Цель:

Закрепить, отработать

Задание на практическую работу

По схемам и текстам изучить способы транспортировки пострадавшего

Произвести транспортировку различными способами

Оборудование

Плакаты по мед помощи

Учебники

Средства транспортировки (носилки, брезент, подручные средства)

Указания по выполнению работы

Памятка:
Важнейшей задачей первой помощи является организация быстрой, безопасной, щадящей транспортировки (доставки) больного или пострадавшего в лечебное учреждение. Причинение боли во время транспортировки способствует ухудшению состояния пострадавшего, развитию шока. Выбор способа транспортировки зависит от состояния пострадавшего, характера травмы или заболевания и возможностей, которыми располагает оказывающий первую помощь.
При отсутствии какого-либо транспорта следует осуществить переноску пострадавшего в лечебное учреждение на носилках, на носилках с лямками, на руках, на спине, на плече
Один человек может нести больного на руках, на спине, на плече. Переноску способом «на руках впереди» и «на плече» применяют в случаях, если пострадавший очень слаб или без сознания. Если больной в состоянии держаться, то удобнее переносить его способом «на спине». Эти способы требуют большой физической силы и применяются при переноске на небольшие расстояния. На руках значительно легче переносить вдвоем. Пострадавшего, находящегося в бессознательном состоянии, наиболее удобно переносить способом «друг за другом». Если больной в сознании и может самостоятельно держаться, то легче переносить его на «замке» из 3 или 4 рук. Значительно облегчает переноску на руках или носилках носилочная лямка.
В ряде случаев больной может преодолеть короткое расстояние самостоятельно с помощью сопровождающего, который закидывает себе на шею руку пострадавшего и удерживает ее одной рукой, а другой обхватывает больного за талию или грудь. Пострадавший свободной рукой может опираться на палку. При невозможности самостоятельного передвижения пострадавшего и отсутствии помощников возможна транспортировка волоком на импровизированной волокуше — на брезенте, плащ-палатке.
Оптимальные позы транспортировки пострадавших в зависимости от травмы

Сотрясение головного мозга На спине
Травмы передней части головы и лица На спине
Повреждение позвоночника . На спине
Переломы костей таза и нижних конечностей На спине
Шоковое состояние На спине
Травмы органов брюшной полости
На спине
Травмы груди На спине
Ампутация нижних конечностей На спине, с валиком под травмированной ногой
Острые хирургические заболевания (аппендицит, прободная язва, ущемленная грыжа) На спине
Кровопотеря На животе с валиком под грудью и головой
Травмы спины На животе или правом боку
Травмы затылочной части головы На животе
Травмы шеи Полусидячее положение со склоненной на грудь головой
Ампутированная верхняя конечность Сидя с поднятой вверх рукой
Травмы глаза, груди, дыхательных путей Сидя
Травмы верхних конечностей Сидя
Ушибы, порезы, ссадины Сидя
Травмы спины, ягодиц, тыльной поверхности ног На животе
Травмы плечевого пояса Сидя

Контрольные вопросы

1. Сущность и назначение транспортировки
2. В каком случае производится самостоятельная транспортировка
3. Виды и позы транспортировки

Приложение 2.1.4
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

СГ 04
ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА

2025

Содержание

	Пояснительная записка
	Методические рекомендации по выполнению практических занятия по разделу 1 «Лёгкая атлетика»
	Методические рекомендации по выполнению практические занятия по разделу 2 «Спортивные игры»
	Методические рекомендации по выполнению практические занятия по разделу 3 «Гимнастика»
1.	Закрепление техники низкого старта
2.	Совершенствование техники бега на короткие дистанции
3.	Развитие скоростных качеств.
4.	Контрольный норматив: бег на короткие дистанции
5.	Совершенствование техники метания гранаты.
6.	Метание малого мяча.
7.	Совершенствование техники прыжка в длину.
8.	Контрольный норматив: прыжок в длину.
9.	Совершенствование техника передачи эстафетной палочки.
10.	Совершенствование техника эстафетного бега.
11.	Совершенствование техники бега на средние дистанции.
12.	Контрольный норматив: бег 1000м.
13.	Совершенствование техники передачи мяча в футболе.
14.	Совершенствование техники остановки мяча в футболе
15.	Совершенствование техники вбрасывания в футболе.
16.	Совершенствование техники перемещений футболиста
17.	Совершенствование техники владения мячом в футболе.
18.	Совершенствование техники ведения мяча в футболе
19.	Совершенствование вбрасывания, остановок и передач мяча в футболе
20.	Совершенствование технических приёмов в футболе
21.	Развитие координационных способностей с помощью технико-тактических навыков игры в футбол
22.	Подвижные игры как развивающие средства в футболе
23.	Закрепление элементов футбола по методу круговой тренировки
24.	Совершенствование технико-тактических навыков игры в футбол
25.	Совершенствовать технику нижней передачи в волейболе
26.	Совершенствовать технику нижней передачи в волейболе
27.	Совершенствовать технику верхней передачи в волейболе
28.	Совершенствование техники выполнения прямого нападающего удара в волейболе
29.	Совершенствование технических приемов в волейболе.
30.	Воспитывать умение у учащихся работать в команде в волейболе
31.	Совершенствование техники приёма с подачи в волейболе

32.	Совершенствование техники приёма с передач мяча в волейболе
33.	Развитие навыков, технических приемов игры в баскетбол
34.	Развитие навыков игры в баскетбол
35.	Совершенствование изученных навыков в подвижных играх и баскетболе
36.	Совершенствование ранее изученных элементов в баскетболе
37.	Совершенствование технических и тактических действий в баскетболе
38.	Совершенствование техники ведения мяча в баскетболе
39.	Совершенствование тактических приёмов в баскетболе.
40.	Совершенствование броска мяча в кольцо двумя руками в баскетболе
41.	Тактическое взаимодействие игроков в защите в баскетболе
42.	Тактическое взаимодействие игроков в нападении в баскетболе
43.	Специальный комплекс упражнений без отягощений
44.	Преодоление сопротивления собственного тела
45.	Комплекс упражнений на тренажерах, для развития мышц плечевого пояса, туловища, ног
46.	Специальный комплекс упражнений на снарядах массового типа
47.	Развитие силовой выносливости
48.	Развитие силовых качеств
49.	Комплекс общеразвивающих упражнений с гирями
50.	Комплекс общеразвивающих упражнений с гантелями.

Пояснительная записка

Общие требования к выполнению практических занятий.

1. К практическим занятиям по физической культуре допускаются студенты прошедшие медицинский осмотр (специальная медицинская группа к практическим занятиям не допускается) и инструктаж по технике безопасности.
2. Студенты должны быть в спортивных костюмах и спортивной обуви.
3. Перед началом занятия обязательно должна быть проведена разминка.

Методические рекомендации по выполнению практические занятия по разделу 1 «Лёгкая атлетика»

Цель данных практических занятий – Приобретение необходимых умений и навыков для поддержания высокого уровня физической работоспособности и состояния здоровья, улучшения физического развития, функциональных возможностей, основных жизнеобеспечивающих систем организма: дыхания, кровообращения, энергообмена.
Количество часов на выполнение практического задания по теме (см. таблицу).

Методические указания: Структура занятий должна состоять из трёх частей: подготовительной, основной и заключительной.
В подготовительной части занятия выполняется разминка, основная задача которой проработка всех мышечных групп и систем организма и вывести их на более высокий уровень функционирования. В комплекс средств для разминки включить упражнения с поочерёдным воздействием на основные мышечные группы и постепенным нарастанием нагрузки: медленный бег, упражнения для рук и плеч, затем для ног и туловища, прыжки. Завершать разминку упражнениями на «расслабление» и дыхательными упражнениями.
В основной части

ТЕМА 1.1 «Беговые упражнения»

При беге на скорость соблюдать хорошую осанку с наклоном туловища вперёд около 5 градусов, правильную схему всех движений; постановку маховой ноги на переднюю часть стопы; при беге с предельной скоростью и в стартовом разгоне опускаться с передней части стопы на всю подошву; достаточную длину шагов – не менее 130 см у девушек и 150 см у юношей; полное отсутствие закрепощённости движений при беге со скоростью близкой к предельной. Упражнения выполнять сначала в пол силы, затем переходить к их выполнению со всё увеличивающейся скоростью. Дыхание при беге на 3-4 шага – выдох, на 2-3 шага – вдох. При беге на длинные дистанции постепенно увеличивать дистанцию и скорость бега, голову во время бега не наклонять, туловище держать прямо, руки согнуть под прямым углом, ступню ставить на землю целиком.

ТЕМА 1.2. «Прыжковые упражнения»

Перед прыжком определить длину своего разбега. При отталкивании и взлёте следить за тем, чтобы толчок проводился под центр тяжести тела. Для этого не растягивать последний шаг разбега, отклонять туловище назад при отталкивании. Энергичное разгибание толчковой ноги должно сочетаться с предельно быстрым и высоким выносом бедра маховой, согнутой в колене.

ТЕМА 1.3. «Метание на дальность»

Разбег выполнять строго по прямой, скорость разбега не большая, на контрольную линию наступать левой ногой, на последних трёх шагах отвести руку назад, одновременно поворачивая корпус направо, скрестный шаг выполнить быстрее других, чтобы обогнать корпус, ступню развернуть немного вправо. Особое внимание обращать на то, чтобы рука не отставала от движения туловища, создавая этим условие для последующего хлёсткого движения.

В заключительной части занятий выполнять упражнения на снижение функциональной активности организма и приведение его в нормальное послерабочее состояние (дыхательные упражнения, медленный бег и ходьба в чередовании с дыхательными упражнениями)

Результат деятельности определяется сдачей контрольных упражнений по завершении темы.

Базисный и дополнительный источник информации, которыми может воспользоваться студент (например, список литературы необходимый для целенаправленной работы):

Методические рекомендации по выполнению практические занятия по разделу 2 «Спортивные игры»

Цель данных практических занятий – Уверенное владение умениями и навыками спортивных игр, знание структуры игры, техники и тактики.

Количество часов на выполнение практического задания по теме (см. таблицу).

Методические указания: Структура занятий должна состоять из трёх частей: подготовительной, основной и заключительной.

Подготовительная часть (20 мин.) – при помощи физических упражнений подготовить организм к намеченным нагрузкам. При помощи разминки получить двигательную настройку, оптимальную психологическую возбудимость, сосредоточенность необходимую для основной части занятий.

Основная часть (60 мин.) – Совершенствование техники движений, тактические взаимодействия игроков.

ТЕМА 2.1. «Баскетбол»

Ведение применять для передвижения с мячом по площадке с большим диапазоном скоростей и в любом направлении, а также для ухода от опеки защитника, организации стремительной атаки. Во всех остальных случаях злоупотреблять ведением

не следует. Ведение осуществляется последовательными мягкими толчками мяча одной рукой (или поочерёдно правой и левой) вниз-вперёд, несколько в сторону от ступней. Основные движения выполняют локтевой и лучезапястный суставы, Ноги необходимо сгибать, чтобы сохранять положение равновесия и быстро изменять направления движения. Туловище слегка подать вперёд; плечо и рука, свободная от мяча, должны не допускать соперника к мячу (но не отталкивать его). Для ведения характерна синхронность чередования шагов и движений руки, контактирующей с мячом. Игрок, продвигаясь таким образом, должен в то же время следить за расположением партнёров, соперников и ориентироваться на щит. Целесообразно периодически переключать зрительный контроль с мяча на поле и обратно.

Передачи – приём, с помощью которого игрок направляет мяч партнёру для продолжения атаки. Различные способы передачи мяча применяют в зависимости от игровой ситуации, расстояния, на которое нужно послать мяч, расположения или направления движения партнёра, характера и способов противодействия соперников. Для безошибочной передачи мяча нужно развивать периферическое зрение, быстроту движения рук, точный расчёт и тактическое мышление. Быстрота и точность передач зависит от энергичной работы кистей и пальцев. Во время передачи мяча партнёра надо видеть, но не смотреть на него.

Броски. Точность броска в корзину определяется рациональной техникой, стабильностью движений и управляемостью ими, правильным чередованием напряжения и расслабления мышц, силой и подвижностью кистей рук, их заключительным усилием, а также оптимальной траекторией полёта и вращением мяча. В бросках лучше придавать мячу вращение вокруг горизонтальной оси в сторону, противоположную направлению полета мяча (обратное вращение). В броске из-под щита из трудных положений применять вращение мяча вокруг вертикальной оси. Траекторию полёта мяча выбирать в зависимости от дистанции, роста игрока, высоты его прыжка и активности противодействия защитника. Чем больше дистанция, тем больше должны быть амплитуда движений при замахе, мощное заключительное усилие при выпуске мяча.

Тактические взаимодействия предполагают овладением искусства ведения спортивной борьбы, способностям быстро и правильно анализировать складывающуюся ситуацию, находить оптимальное решение тактических задач. Для этого надо развивать быстроту сложных реакций, внимательность, ориентировку, сообразительность, творческую инициативность, овладевать индивидуальными действиями и типовыми взаимодействиями с партнёрами, основными системами командных действий в нападении и защите, формировать умения использовать средства игры и изученный тактический материал, учитывать собственные силы, возможности, внешние условия и особенности сопротивления соперника, развивать способности по ходу матча переключаться с одних вариантов командных действий на другие.

Заключительная часть – 10 мин выполнять упражнения на снижение функциональной активности организма и приведение его в нормальное послерабочее состояние (дыхательные упражнения, медленный бег и ходьба в чередовании с дыхательными упражнениями)

Результат деятельности определяется правильностью выполнения технических действий и тактических приёмов в учебных и контрольных играх.

ТЕМА 2.2 «Волейбол»

Передачи мяча сверху и снизу двумя руками. В исходном положении туловище располагать вертикально, степень сгибания ног должна зависеть от высоты траектории полёта мяча, стопы параллельны или одна (разноимённая сильнейшей руке) несколько впереди. Руки выносятся вверх, кисти в форме овала оптимально напряжены. При приближении мяча встречное движение начинают ноги_ их разгибают в коленях. Несколько позже в движение включить руки: разгибаясь в локтевых суставах, они задают общее направление полёту мяча при передаче. Сообщение мячу нового направления с определённой траекторией требует увеличения мышечных усилий, что проявляется в согласованном движении ног, туловища и рук. Приём снизу – это основной приём защитных действий, он является основным способом приёма мяча от подачи и атакующего удара. При передачах важны, во-первых, тонкий расчёт движений в соответствии с направлением и скоростью полёта мяча для своевременного принятия исходного положения, во-вторых, правильное воздействие руками на мяч.

Подача, приём с подачи. Эффективность нижней прямой подачи обусловлена тремя основными факторами: направлением замаха – строго назад, высотой подбрасывания – небольшой, и точкой удара по мячу – примерно на уровне пояса. Перед выполнением принять устойчивую стойку, левая нога впереди правой на расстоянии шага. Ноги, согнутые в коленях, располагаются на ширине плеч. При этом, тело имеет угол поворота относительно фронтальной оси до 45 градусов, левое плечо находится впереди правого – это играет существенную роль в ударном движении. Удар осуществляется прямой рукой несколько впереди себя. Приём мяча осуществлять на нижнюю часть предплечий или кисти, руки в момент приёма мяча выпрямлены и приближаются к встрече с мячом за счёт разгибания ног. Степень сгибания ног зависит от траектории, своевременности выхода к мячу. Время контакта с мячом очень мало, поэтому сопровождающее движение имеет смысл контроля за направлением полёта мяча.

Тактические взаимодействия. Индивидуальные действия в защите: при выборе места для приёма в первую очередь занять наиболее удобную позицию, предугадать направление и возможную траекторию полёта мяча, учитывая общую схему построения. Она не должна сковывать действия рядом стоящих игроков. При выборе места необходимо помнить об условной зоне своих действий. К действиям с мячом относятся – одиночное блокирование, самостраховка, определение способов приёма подач или нападающих ударов. Индивидуальные действия в нападении: выбор места для приёма подач (первая передача, подготовка атаки), вторых передач (развитие атаки) и нападающего удара (завершение атаки). Эти действия носят постоянный характер в течении всей игры. К действиям с мячом относят выбор способа приёма нападения и своевременное и эффективное его применение, тактически разумное выполнение подач и нападающих ударов может затруднить сопернику их приём, нарушить организацию его нападающих действий.

Групповые тактические действия в защите предусматривают взаимодействия нескольких игроков или звеньев в различных игровых эпизодах. В связи с определением трёх линии обороны игроки делятся на блокирующих, страхующих и защитников. Однако один игрок может реализовывать и две тактические задачи. Взаимодействия игроков проявляются в групповом блокировании, в различных действиях при приёме нападающих ударов, при страховке. Групповые тактические действия в нападении. Принятое деление команды в момент расстановки игроков передней и задней линий выражается во взаимодействии их внутри и между линиями. Их действия определяются не только количеством касаний мяча (тремя, разрешаемыми правилами, или двумя по тактическим соображениям, не считая блокирования), но и зоной, откуда игрок будет выполнять нападающий удар.
Командные тактические действия. В зависимости от тактики подач противника и распределения зон приёма условно выделяют расстановку в линию и уступами. При расстановке игроки стоят почти на одной линии не нарушая правил. При расстановке уступами, или в две линии, игроки стоят на различном расстоянии друг от друга, не загораживая один другого. Такое расположение игроков помогает лучше принимать разнообразные по способу выполнения и направлению подачи.

Методические рекомендации по выполнению практические занятия по разделу 3 «Гимнастика»

Цель данных практических занятий – гармоническое развитие форм и функций организма, направленное на укрепление здоровья, всестороннее совершенствование физических способностей и качеств, формирование жизненно важных прикладных и спортивных двигательных умений и навыков.
Методические указания: Структура занятий должна состоять из трёх частей: подготовительной, основной и заключительной.
В подготовительной части занятий использовать строевые упражнения для рационального размещения занимающихся в спортивном зале, формировать правильную осанку и строевую выправку, развивать ориентировку, чувство ритма и темпа движений. Обще развивающие упражнения должны быть с гимнастической направленностью: особое внимание уделять упражнениям на подвижность суставов и развития координационных способностей.
В основной части первыми осваивать упражнения, которые необходимо изучать, далее сложные по координации и требующие большой точности исполнения, В конце основной части занятия могут быть использованы интенсивные (на силу, гибкость) и эмоциональные упражнения соревновательного и игрового характера. Физическую нагрузку распределять равномерно на отдельные группы мышц, связки и суставы.

ТЕМА 3.1 «Строевые упражнения»

Строевые упражнения применяются во всех частях занятия и позволяют организованно и целесообразно размещать занимающихся на площадке. При перестроениях вначале указывать строй, далее – направление движения и в конце – способ исполнения, при размыкании и смыкании вначале указывается направление, далее расстояние (на которое производится размыкание) и в конце способ исполнения. Команды подаются чётко, громко с обязательным выделением предварительной и исполнительной части.

ТЕМА 3.2. «Акробатические упражнения и комбинации»

Акробатические упражнения должны быть направлены на развитие силы, ловкости, быстроты реакции, ориентировку в пространстве, совершенствовать вестибулярный аппарат и оказывать разностороннее воздействие на двигательный аппарат. Для составления акробатической комбинации использовать различные кувырки, стойки, перекаты, «мосты», перевороты, равновесия.

Кувырки выполняются вперёд и назад. Кувырок вперёд – из упора присев, выпрямляя ноги, перенести вес тела на руки. Сгибая руки, наклонить голову вперёд, отталкиваясь, перевернуться через голову, коснуться лопатками мата, сгруппироваться и перекатиться вперёд на спине. Кувырок назад – из упора присев сгруппироваться и выполнить перекат назад на лопатки, быстро подставить руки на уровне головы ладонями на мат (пальцы к плечам) и, опираясь на них, перевернуться через голову и прийти в упор присев. При выполнении кувырков вперёд руки близко к ногам не ставить, выполнять плотную и правильную группировку.

Стойка на лопатках – из положения лёжа на спине сгибаясь поднять ноги и таз, прогнуться, принять положение стойки на лопатках, упереться руками в поясницу, локти ближе друг к другу.

Стойка на голове – из упора присев, выпрямляя ноги, оттолкнуться, принять положение стойки на голове и руках. Вес тела равномерно распределить на руки и голову (опора верхней частью лба).

Переворот в сторону – из стойки лицом по направлению движения поднять руки вперёд-вверх, шагом левой, сгибая её, наклониться вперёд, опереться левой рукой на расстояние шага от левой ноги, махом правой ногой и толчком левой с поворотом на 90 градусов налево выйти в стойку на руках, ноги врозь (пошире); пройдя вертикаль, оттолкнуться левой рукой и прийти в стойку ноги врозь, руки в стороны, приставить правую ногу к левой, руки вниз.

«Мост» - максимально прогнутое положение тела спиной к полу с опорой на руки и ноги. Упражнение требует хорошей подвижности в плечевых, тазобедренных суставах и грудной части позвоночника. Упражнение выполнять сначала из исходного положения лёжа на спине и далее из стойки ноги врозь наклоном назад.

Акробатическая комбинация должна иметь чётко выраженное начало и окончание, включать в себя связующие элементы, придающие комбинации целостность и динамичность.

ТЕМА 3.3 «Атлетическая гимнастика»

Цель – функциональное воздействие на основные части тела.

Важнейшими требованиями при организации и проведении занятий по атлетической гимнастике на уроке физической культуры являются следующие:

- соблюдение правил техники безопасности и поведения в тренажерном зале
- профилактика травматизма;
- постоянный контроль над самочувствием учащихся;
- заранее продуманный порядок прохождения всех запланированных тренажеров и снарядов.

На первом занятии с учащимися проводится инструктаж по правилам поведения и технике безопасности при занятиях в тренажерном зале. Основным элементом техники безопасности является страховка. Многие упражнения требуют страховки и помощи партнера при их выполнении, а такие упражнения, как жим штанги, лежа и приседания со штангой на плечах, вообще недопустимы без страховки партнера (этим объясняется деление учащихся на группы по 2-3 человека). Учащимся следует объяснить, что во время занятий запрещается бегать по тренажерному залу, толкать друг друга, так как это может вызвать падения и травмы от ударов о тренажеры.

Профилактика травматизма достигается несколькими путями. Первый и основной - разминка - важнейший компонент тренировки. Сначала выполняется первая часть разминки - общая, состоящая из 10-15 упражнений общеразвивающего характера. Заканчивается общая часть разминки стретчингом (упражнения на "растяжку"мышц и связок). Особое внимание при выполнении стретчинга следует уделить тем группам мышц, которые планируется нагружать на предстоящем занятии. Сначала выполняется «активный» стретчинг (самостоятельно), затем следует переходить к «пассивному» (при помощи партнера). Наиболее интенсивным вариантом является стретчинг с задержкой на несколько секунд в точке максимальной растяжки (на фоне легкого болевого ощущения). Вторая часть разминки - специальная. Она выполняется в начале каждого упражнения тренировочной программы и представляет собой один - два подхода с легким весом (50% от максимального веса). Следующее на что следует обратить внимание при профилактике травматизма - это правильная техника выполнения упражнений. Этому аспекту нужно обратить особое внимание на начальном этапе занятий. Здесь особенно нужно отметить негативную фазу упражнения (опускание веса). Она должна быть в два раза длиннее по времени, чем позитивная фаза (поднимание веса). Правильный подбор веса также имеет большое значение при профилактике травматизма. Из-за чрезмерного, неадекватного физической подготовленности, веса могут произойти травмы мышц и связочно-суставного аппарата. Утомление или переутомление, наступившее во время занятий, может служить причиной травматизма. При появлении у занимающихся таких признаков, как слабость, тошнота, бледность, нарушение координации движения, следует немедленно прекратить выполнение упражнений. Учитель физкультуры должны научить учащихся как по объективным и субъективным факторам определить свое физическое состояние. В зависимости от состояния ма-

териально-спортивной базы, уроки физической культуры по атлетической гимнастике могут быть организованы как в оборудованном под тренажерный зал помещении, так и в спортивном зале. Для удобства проведения занятий все оборудование в тренажерном зале располагается по группам или секторам (сектор для работы с гантелями, комплекс тренажеров для мышц ног и т. д.). Наличие в тренажерном зале зеркал значительно повышает эффективность при работе над техникой выполнения упражнений. Все занятия, как правило, проводятся под музыку, что положительно влияет на психо - эмоциональный тонус учащихся. При организации занятий применяется групповой метод. Учащиеся делятся на группы по три (начальный этап подготовки) или два человека ("продвинутый" уровень). Связано это с тем, что в первом случае тренировка проходит по принципу один работает - двое отдыхают, а во втором случае - один работает - один отдыхает. Следовательно, во втором варианте интервал отдыха значительно меньше, что предъявляет более высокие требования к сердечно-сосудистой и дыхательной системам. Этот вариант может быть рекомендован только после определенного подготовительного периода (3-4 недели). Для более четкой организации занятий каждой группе выдается карточка, на которой указан порядок прохождения тренажеров (от "станции"- к "станции"). Например, одна группа начинает занятие с тренировки мышц груди, вторая — мышц спины, третья- мышц ног, четвертая - мышц рук и т. д. Выполнив указанное в плане-карточке число подходов и повторений, группа переходит к следующему тренажеру - "станции". Нужно заранее продумать порядок прохождения всех запланированных "станций "для каждой группы, чтобы избежать попадания нескольких групп на один тренажер. В начале занятия, после разминки, прорабатываются крупные группы мышц (ноги, спина, грудь). Затем прорабатываются малые группы мышц (бицепсы, трицепсы, предплечья, мышцы голени и шеи). Мышцы брюшного «пресса», как правило, прорабатываются на каждом тренировочном занятии. В зависимости от поставленных задач их можно прорабатывать как в начале, так и в конце занятия. В ходе тренировочного занятия мышечные волокна получают микроповреждения. Этим и объясняется боль в мышцах на второй и третий день после тренировочного занятия («запаздывающая» боль). Болезненные ощущения чаще всего возникают не в результате многократного поднимания веса, а в результате его медленного опускания (так называемые «негативные» повторения). Именно в процессе восстановления этих повреждений и происходит рост мышечной ткани. Существенный рост возможен только в течение продолжительного отрезка времени. Восстановление обеспечивается в условиях адекватного питания, достаточного сна и активного отдыха. Если в процессе тренировочного занятия возникла «запаздывающая» боль, то не нужно прорабатывать «больную» группу мышц до ее полного восстановления или работать над ней только с минимальной нагрузкой.

При занятиях атлетической гимнастикой применяются три основных метода спортивной тренировки:

1. Повторный метод – основной метод для избирательной проработки конкретной мышечной группы. Выполняется несколько подходов одного упражнения (от 3 до 5) с интервалом отдыха одна - две минуты между подходами. Используя повторный

метод тренировки, следует наращивать тренировочные веса по принципу «пирамиды». Например, для тренировки грудных мышц и плечевого пояса нужно выполнить жим штанги, лёжа в трёх подходах с интервалом отдыха в одну – две минуты между ними.

Первый подход – 50% от максимального результата – 12-15 раз.

Второй подход – 65% от максимального результата – 10-12 раз.

Третий подход – 80% от максимального результата – 6-8 раз.

Каждый подход выполняется до «упора» (до полного мышечного «отказа»). После выполнения одного упражнения переходят к следующему. Для более глубокой и детальной проработки используют от трёх до пяти упражнений на одну мышечную группу. Исходя из вышесказанного, комплекс упражнений для грудных мышц и плечевого пояса будет выглядеть следующим образом:

1) Жим штанги, лёжа – 12,10,8 раз.

2) Разводы гантелей лёжа – 15,12,10 раз.

3) Сведения рук на параллельных блоках – 15,12,10 раз.

Для того чтобы усилить воздействие на тренируемую мышечную группу, используют принцип суперсета (объединение двух упражнений в одно, выполняемых одно за другим без отдыха). Например, жим штанги, лежа и сразу же без отдыха – разводы гантелями. После этого - две минуты отдыха и затем очередной подход суперсета.

2. Круговой метод. Метод круговой тренировки используется для развития общей и силовой выносливости, для тренировки дыхательной и сердечно - сосудистой систем, а также для развития мышечного рельефа. При круговом методе выполняется по одному подходу каждого упражнения для различных мышечных групп. Все упражнения выполняются одно за другим без отдыха. Здесь используется принцип «сверху - вниз» (плечевой пояс, грудь, спина, ноги) или наоборот «снизу -вверх». Порядок проработки определяется поставленными задачами.

3. Повторно – круговой метод. Этот метод представляет собой сочетание двух предыдущих, а именно: круговая тренировка упражнений, выполняемых одно за другим без отдыха), затем следует отдых 3 -5 минут. После чего выполняется еще один «круг». В зависимости от поставленных задач и степени тренированности учащихся выполняется от 1 до 3 «кругов» в течение учебного занятия. Термины, применяемые при занятиях атлетической гимнастикой. Физическая нагрузка при занятиях атлетической гимнастикой регулируется двумя показателями: объемом и интенсивностью. Под объемом физической нагрузки понимается суммарное количество выполненной работы, выражаемое чаще всего временем выполнения всех упражнений. Интенсивность- количество проделанной работы за определенный отрезок времени. Кроме того, интенсивность измеряется количеством поднятого веса в одном подходе.

Исходя из этого, нагрузку на занятии по интенсивности условно делят на 5 зон (по отношению к максимальному результату).

Максимальная - 95-100% от максимального результата. Выполняется 1-3 повторения в подходе. Предназначена для развития собственно - силовых и скоростно - силовых качеств («взрывной» силы).

Субмаксимальная - 80-90% от максимального результата. Выполняется от 4 до 8 раз в подходе. Предназначается для развития мышечной массы и силы.
Большая - 60-70% от максимального результата. Выполняется от 9 до 15 раз в подходе. Предназначается для развития мышечной массы и силовой выносливости.
Средняя - 50% от максимального результата. Выполняется от 12 до 20 раз в подходе. Предназначается для развития силовой выносливости, мышечного рельефа, укрепления связочно-суставного аппарата и для разминки перед выполнением основных подходов. Малая - ниже 50% от максимального результата. Выполняется более 20 раз в подходе. Предназначается для разминки перед основными подходами, развития мышечного рельефа и восстановления после травм. Повторения - возвратно - поступательные движения, которые составляют подход упражнения. Повторение состоит из позитивной фазы (поднимание веса) и негативной фазы (опускание веса). Идеальным ритмом считается выполнение
движения на подъем веса за 2 секунды, а на опускание - за 4 секунды. Подходы (сеты) – комплексы последовательно выполняемых повторений. Суперсеты – объединение двух упражнений в одно целое с целью повышения интенсивности.
Выполняется на мышцы – антагонисты (противоположные по значению). Например, за подходом упражнения для мышц груди, без отдыха выполняется подход упражнения на мышцы спины (жим штанги, лежа широким хватом – подтягивание к груди). «Шраги» - подъёмы плеч с гантелями или со штангой в опущенных руках. Предназначаются для развития трапециевидных мышц. «Гиперэкстензия» - разгибание туловища, лежа лицом вниз на скамье. Предназначено для развития мышц нижней части спины и двуглавой мышцы бедра. Стретчинг («растягивание») – система специальных упражнений для растягивания мышц, связок и повышения подвижности в суставах. Применяется как разминочное и восстановительное средство.
Методические приемы повышения нагрузки на этом уровне обучения:
1. Увеличение числа повторений в подходе.
2. Увеличение числа самих подходов.
3. Увеличение числа упражнений, рассчитанных на одну мышечную группу.
4. Сокращение времени отдыха между подходами и упражнениями.
5. Использование Принципа Приоритета (начинать каждую тренировку с отстающей группы мышц).
Занятия по атлетической гимнастике органично сочетаются с проведением занятий по другим разделам учебной программы. Исходя из этого, оптимальным вариантом будет проведение одного урока в неделю по атлетической гимнастике, а второго по кроссовой подготовке или спортивным играм.

Оценка «5» - двигательное действие выполнено правильно (заданным способом), точно в надлежащем темпе, легко и чётко.
Оценка «4» - двигательное действие выполнено правильно, но недостаточно легко и четко, наблюдается некоторая скованность движений.

Оценка «3» - двигательное действие выполнено в основном правильно, но допущена одна грубая или несколько мелких ошибок, приведших к неуверенному или напряжённому выполнению.

Практическая работа № 1

Закрепление техники низкого старта

(время на работу 1 час)

1. **Цель:**
Формированию знаний и умений об основах техники бега с низкого старта.
2. **Задачи:**
Развитие двигательных качеств (скорости и быстроты реакции).
Содействовать развитию внимания и воспитанию чувства коллективизма.
Совершенствование техники бега с низкого старта**.**
3. Инвентарь: секундомер, гантели
4.Место занятий: спорт.стадион
5.Ход работы:
Вводная часть

1. Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач урока
3. Разминка (разминочный бег, ОРУ с гантелями, СБУ)

Основная часть
1.Серия упражнений на быстроту
Упр. 1. ИП — стойка ноги врозь правой, наклон вперед — кверху, руки вниз, предплечья вперед. Работа как в беге.
Упр. 2**.** ИП — см упр. 1. Бег с высоким подниманием бедра на месте.
Упр. 3. ИП — Выпад правой, руки вниз предплечье вниз.
Широкая «разножка».
Упр. 4. ИП **—** упор присев, последующее положение упор лежа.

2.Бег по сигналу
Упр. 1. ИП — высокий старт, бег с максимальной скоростью.
Упр. 2. ИП — низкий старт, бег с максимальной скоростью.
Упр. 3**.** ИП — высокий старт. Бег прыжками вперед с ноги на ногу с максимальной скоростью.
Упр. 4. ИП — низкий старт. Бег прыжками вперед с ноги на ногу с максимальной скоростью.
Заключительная часть
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 2

Совершенствование техники бега на короткие дистанции

(время на работу 1 час)

1.Цель:

Формирование знаний и умений об основах техники бега на короткие дистанции

2.Задачи:

Развитие двигательных качеств (скорости и быстроты реакции).

Содействовать развитию внимания и воспитанию чувства коллективизма.

Совершенствование техники бега с низкого старта

3. Инвентарь: секундомер, мячи**.**

4.Место занятий: стадион

5.Ход работы:

Вводная часть

1. Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач урока по выполнению практической работы.
3. Разминка (разминочный бег, ОРУ с мячом, СБУ)

*Основная часть**:***

1.Серия упражнений на быстроту

Упр. 1.Челночный бег 3 10 м

Упр. 2**.** Бег с низкого старта по30 м

Упр. 3.Переменный бег 5 50 м через 100 м медленного бега

2.Бег по сигналу

Упр. 1. ИП — высокий старт, бег с максимальной скоростью.

Упр. 2. ИП — низкий старт, бег с максимальной скоростью.

*Заключительная часть**:***

1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.

2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок

Практическая работа № 3

Развитие скоростных качеств.

(время на работу 1 час)

1.Цель:

Формированию знаний и умений об основах скоростных качеств.

2.Задачи:

Развитие двигательных качеств (быстроты реакции).

Развитие скоростных качеств.

Содействовать развитию внимания и воспитанию чувства коллективизма.

3. Инвентарь: секундомер

4.Место занятий: спортивный стадион

5.Ход работы:

Ввводная часть

1. Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач урока
3. Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ)

Основная часть

Бег по сигналу

Упр. 1. ИП — высокий старт. Челночный бег 310 м

Упр. 2. ИП — высокий старт, бег с максимальной скоростью 30м.

Упр. 3. ИП — низкий старт, бег с максимальной скоростью 30м.

Упр. 4. ИП — высокий старт, бег с максимальной скоростью 100м.

Упр. 5. ИП — низкий старт, бег с максимальной скоростью 100м.

Заключительная часть

1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.

2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 4

Контрольный норматив: бег на короткие дистанции

(время на работу 1 час)

1.Цель:

Формирование знаний об основах техники бега с низкого старта

2.Задачи:

Развитие двигательных качеств (скорости и быстроты реакции).

Содействовать развитию внимания и воспитанию чувства коллективизма.

Совершенствование техники бега с низкого старта на максимальной скорости

3. Инвентарь: секундомер, гантели

4.Место занятий: спортивный стадион

5.Ход работы:

Вводная часть

1. Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач урока
3. Разминка (разминочный бег, ОРУ с гантелями)

Основная часть

1.. Беговые упражнения:

Упр. 1. Бег с высоким подниманием бедра;

Упр. 2. Бег захлестлом голени назад;

Упр. 3. Бег приставными шагами правым боком

Упр. 4. Тоже левым боком

Упр. 5 Бег прыжками вперед («Олень»)

Упр. 6 Шаг правой, прыжок левое колено вверх; шаг левой — прыжок правое колено вверх.

2.Бег по сигналу

Упр. 1. ИП — высокий старт, бег с максимальной скоростью.

Упр. 2. ИП — низкий старт, бег с максимальной скоростью.

3.Бег 100м по команде на результат.

Заключительная часть

1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.

2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 5

Совершенствование техники метания гранаты.

(время на работу 1 час)

1.Цель:

Формирование знаний и умений об основах техники метания.

2.Задачи:

Развитие двигательных качеств (силы и быстроты реакции).

Содействовать развитию внимания и воспитанию чувства коллективизма.

Совершенствование техники метания гранаты.

3. Инвентарь: секундомер, гантели, рулетка, граната

4.Место занятий: спортивный стадион

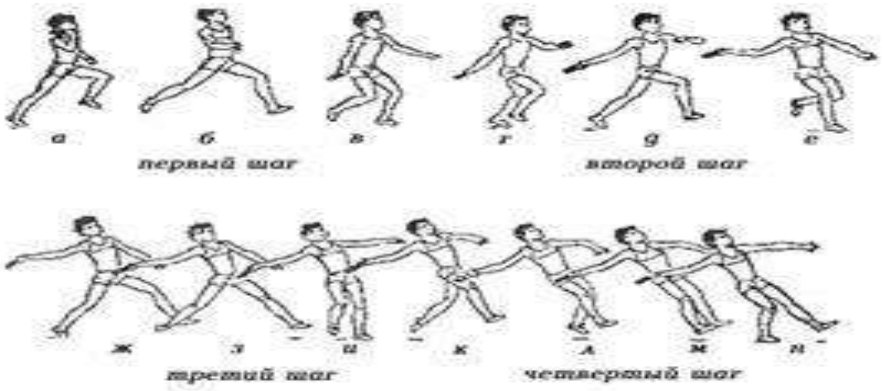
5.Ход работы:

Водная часть

1. Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач урока
3. Разминка (разминочный бег, ОРУ с гантелями)

Основная часть:

Одновременно всей группой в строю одной шеренгой, интервал 1.5м. Напомнить технику финального усилия, скрестного шага. Две попытки выполнить медленно под счёт преподавателя. Бросок без усилия. Все действия только по команде учителя. Третья-пятая попытки самостоятельно, увеличивая темп и силу.



Заключительная часть:

1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку

2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 6

Метание малого мяча.

(время на работу 1 час)

1.Цель:

Используя приобретённые знания и умения об основах техники метания, показать максимальный результат.

2.Задачи:

Развитие скоростно-силовых качеств.

Содействовать развитию внимания и воспитанию чувства коллективизма.

Развитие ловкости, быстроты, координации движений; формированию морально-волевых качеств.

3. Инвентарь: секундомер, малый мяч, баскетбольные мячи

4.Место занятий: спортивный зал

5.Ход работы:

Вводная часть

4. Построение в одну шеренгу, приветствие
5. Сообщение задач практической работы
6. Разминка (разминочный бег, ОРУ с малым мячом, СБУ)

Основная часть

1.Беговые упражнения:

Упр. 1.Броски малого мяча выполняются подряд 3-5 бросков фронтально, затем сбор снарядов, замечания учителя, выявление лучших исполнителей и повтор.

Упр. 2.Броски двумя руками из-за головы в стену и в парах. Расстояние варьируется. Используя соревновательный метод.

2. Упражнения для метания в стену:

Упр. 1.Кто меньше уронит мяч с отскока от стены;

Упр. 2.Кто больше попадет в круг: 1) за определенное количество бросков; 2) за определенное время; 3) то же другой рукой;

Упр. 3.Кто больше поймает мяч с отскока от стены без падения его на пол (правой + левой с более близкого расстояния);

Упр. 4.У кого дальше отскочит мяч от стены. Первый бросок пробный, затем три на результат. Партнер становится на место отскока. Победители определяются как в парах (тройках).

3.Подвижная игра “Перестрелка”. Одновременно играет вся группа, в ходу 4 волейбольных или резиновых средних или больших мячей.

Практическая работа № 7

Совершенствование техники прыжка в длину.

(время на работу 1 час)

1.Цель:

Формирование знаний и умений об основах техники прыжка в длину с разбега.

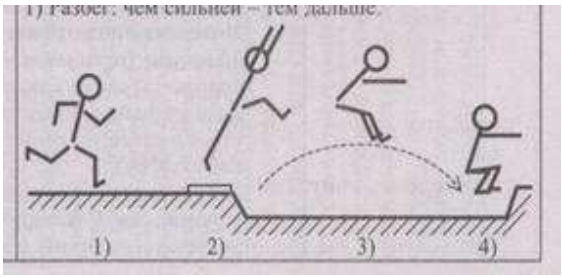
2.Задачи:

Развитие скоростно-силовых качеств;

Совершенствованием навыков прыжка в длину с разбега;

Развитию ловкости, быстроты, координации движений;

Формированию морально-волевых качеств.
Совершенствование техники бега с низкого старта на максимальной скорости
3. Инвентарь: секундомер, гантели, рулетка
4.Место занятий: спортивный стадион
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие.
2. Сообщение задач урока.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ с гантелями).
Основная часть
1.. Беговые упражнения:
Упр. 1. Бег с высоким подниманием бедра;
Упр. 2. Бег захлестлом голени назад;
Упр. 3. Бег приставными шагами правым боком
Упр. 4. Тоже левым боком
Упр. 5 Бег прыжками вперед («Олень»)
Упр. 6 Шаг правой, прыжок левое колено вверх; шаг левой — прыжок правое колено вверх.
2. Напомнить фазы прыжка и их влияние на результат. Поточно, дистанция - свободная яма, прыжки с разбега вначале на технику, три последние попытки - на результат.



Заключительная часть
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 8

Контрольный норматив: прыжок в длину.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Используя приобретённые знания и умения об основах техники прыжка в длину с разбега, показать максимальный результат.
2.Задачи:
Совершенствованием навыков прыжка в длину с разбега;
Развитию ловкости, быстроты, координации движений;
Формированию морально-волевых качеств.
Совершенствование техники бега с низкого старта на максимальной скорости
3. Инвентарь: секундомер, гантели.
4.Место занятий: спортивный стадион.

5.Ход работы:

Вводная часть

1.Построение в одну шеренгу, приветствие

2. Сообщение задач урока

3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ)

Основная часть

1.. Беговые и прыжковые упражнения:

Упр. 1. Бег с высоким подниманием бедра;

Упр. 2. Бег с захлестом голени назад;

Упр. 3 Бег прыжками вперед («Олень»);

Упр. 4 Тройной прыжок (для юношей – пятикратный),

Упр. 5 Прыжки толчком двумя ногами;

2. Поточно, дистанция- свободная яма, прыжки с разбега вначале на технику, три последние попытки- на результат.

Заключительная часть

1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.

2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 9

Совершенствование техника передачи эстафетной палочки.

(время на работу 1 час)

1.Цель:

Формированию знаний и умений об основах техники передачи эстафетной палочки.

2.Задачи:

Развитие двигательных качеств (быстроты реакции).

Развитие скоростных качеств.

Совершенствование техники передачи эстафетной палочки.

3. Инвентарь: секундомер, гимнастические палки, эстафетные палочки.

4.Место занятий: спортзал

5.Ход работы:

Водная часть

1.Построение в одну шеренгу, приветствие

2.Сообщение задач практической работы

3. Разминка (Разминочный бег, ОРУ с гимнастическими палками, СБУ)

Основная часть

1.Бег по сигналу:

Упр. 1. ИП — высокий старт. Челночный бег 310 м

Упр. 2. ИП — высокий старт, бег с максимальной скоростью 30м.

Упр. 3. ИП — низкий старт, бег с максимальной скоростью 30м.

2.Упражнения с эстафетной палочкой:

Упр. 1. Передача эстафетной палочки на месте (работа в парах).

Упр. 2. Передача эстафетной палочки в ходьбе (работа в четвёрках).

Упр. 3. Передача эстафетной палочки в медленном беге (работа в четвёрках).
3. Встречная эстафета дистанция - 100 метров.
Заключительная часть
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 10

Совершенствование техника эстафетного бега.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Формирование знаний и умений об основах техники эстафетного бега.
2.Задачи:
Развитие двигательных качеств (быстроты реакции).
Развитие скоростной выносливости.
Совершенствование техники эстафетного бега.
3. Инвентарь: секундомер, гимнастические палки, эстафетные палочки.
4.Место занятий: спортивный стадион.
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2.Сообщение задач практической работы
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ)
Основная часть
1.Упражнения с эстафетной палочкой:
Упр. 1. Передача эстафетной палочки на месте (работа в парах).
Упр. 2. Передача эстафетной палочки в ходьбе (работа в четвёрках).
Упр. 3. Передача эстафетной палочки в медленном беге (работа в четвёрках).
2.Встречная эстафета дистанция - 100 метров.
3.Круговая эстафета дистанция – 500 метров.
Заключительная часть
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 11

Совершенствование техники бега на средние дистанции.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Формирование знаний и умений об основах техники бега на средние дистанции
2.Задачи:
Развитие скоростной выносливости.
Совершенствование техники бега на средние дистанции.
Совершенствование техники бега с высокого старта
3. Инвентарь: секундомер, мячи**.**
4.Место занятий: стадион

5.Ход работы:

Вводная часть

1.Построение в одну шеренгу, приветствие

2. Сообщение задач по выполнению практической работы.

3.Разминка (разминочный бег, ОРУ , СБУ)

Основная часть:

Серия беговых упражнений на развитие скоростной выносливости.

Упр. 1.Повторный бег с высокого старта 300м+400м+500м (бег с соревновательной скоростью, отдых до полного восстановления)

Упр.2.Переменный бег 3 300 м через150 м медленного бега.

Заключительная часть:

1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.

2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок

Практическая работа № 12

Контрольный норматив: бег 1000м.

(время на работу 1 час)

1.Цель:

Используя приобретённые знания и умения об основах техники бега на средние дистанции, показать максимальный результат. бега на средние дистанции

2.Задачи:

Развитие скоростной выносливости.

Совершенствование техники бега на средние дистанции.

Совершенствование техники бега с высокого старта

3. Инвентарь: секундомер, мячи**.**

4.Место занятий: стадион

5.Ход работы:

Вводная часть:

1.Построение в одну шеренгу, приветствие

2. Сообщение задач по выполнению практической работы.

3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ)

Основная часть:

1.Бег 1000м по команде на результат.

2.Серия беговых упражнений на развитие скоростной выносливости.

Переменный бег 4 300 м через150 м медленного бега

Заключительная часть:

1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.

2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 13

Совершенствование техники передачи мяча в футбол.

(время на работу 1 час)

1.Цель:

Способствовать развитию технико-тактических навыков игры в футбол.

2.Задачи:

Закрепить технику передачи мяча.

Закрепить технику ведения мяча.

Совершенствование технике передвижения и перемещения футболиста.

Воспитание ловкости, скоростно-силовой выносливости.

3. Инвентарь: секундомер, футбольные мячи, свисток, стойки**.**

4.Место занятий: стадион

5.Ход работы:

Вводная часть

1.Построение в одну шеренгу, приветствие

2. Сообщение задач по выполнению практической работы.

3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ)

*Основная часть**:***

1.Спортивная эстафета с футбольными мячами:

1. Ведение мяча правой ногой по прямой внешней частью стопы к стене, разворот, мяч в руки не брать, ведение мяча назад.

2. Ведение мяча левой ногой по прямой внешней частью стопы к стене, разворот, мяч в руки не брать, ведение мяча назад.

3. Ведение мяча между фишками: 1 игрок ведет мяч к стене, мяч оставляет около линии, назад двигается обычным бегом. Второй игрок вперед бежит обычным бегом, а назад ведет мяч между фишками.

2.Передача мяча в движении в четверках со сменой мест:

- внутренней стороны стопы;
- головой в прыжке.

3. Учебная игра.

*Заключительная часть**:***

1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.

2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 14

Совершенствование техники остановки мяча в футбол.

(время на работу 1 час)

1.Цель:

Способствовать развитию технико-тактических навыков игры в футбол.

2.Задачи:

Закрепить технику ударов по воротам внутренней стороной подъема в движении.

Закрепить технику тактические элементы игры в футбол по методу круговой тренировки.

Воспитание ловкости, скоростно-силовой выносливости.

3. Инвентарь: секундомер, футбольные мячи, свисток, стойки.

4.Место занятий: стадион

5.Ход работы:

Вводная часть

1.Построение в одну шеренгу, приветствие

2. Сообщение задач по выполнению практической работы.

3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ)

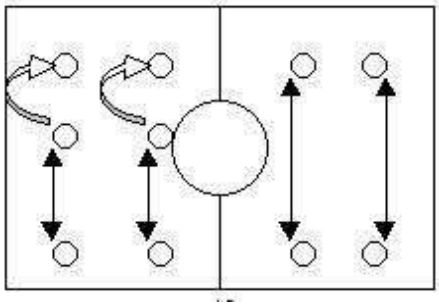
*Основная часть**:***

1.Круговая тренировка.

Группу разделить на 4 группы по 6-8 человек (1 мяч на 3-4 человека).

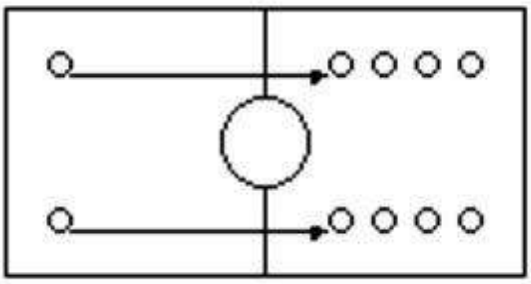
Задание № 1

Остановка мяча на месте. (10 повторов со сменой ног)



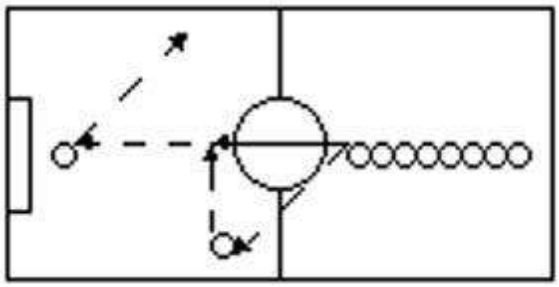
Задание № 2.

Остановка мяча в движении (6 повторов со сменой ног)

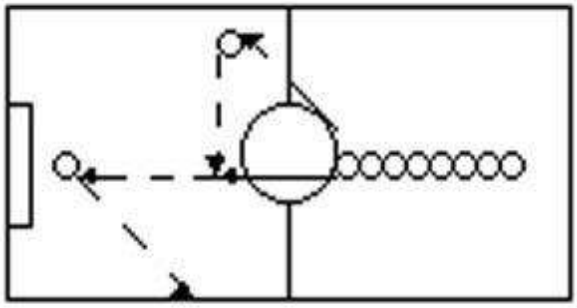


Задание № 3.

Остановка подошвой в движении, с ударом по мячу серединой подъема (удар правой ногой).



Задание № 4.
Остановка подошвой в движении, с ударом по мячу серединой подъема (удар левой ногой)



2. Учебная игра.

*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 15

Совершенствование техники вбрасывания в футбол.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Способствовать развитию технико-тактических навыков игры в футбол.
2.Задачи:
Совершенствование техник выполнения вбрасывания, ведения, передач и остановки мяча.
Развитие ловкости, скоростно-силовой выносливости.
Воспитывать морально-волевые качества.
3. Инвентарь: секундомер, футбольные мячи, свисток, стойки.
4.Место занятий: стадион
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ)
*Основная часть**:***

1.Вбрасывания, остановка и передача мяча внутренней стороной стопы на месте.
а) передача мяча внутренней стороной стопы левой-правой ногами на месте.
б) вбрасывание мяча остановка и передача низом.
в) вбрасывание мяча головой в парах на месте.
г) вбрасывание мяча из-за головы партнеру, ведение и удар по воротам;
2. Круговая тренировка
1 группа – игра в квадрат 4*2 (3 касания)
2 группа – удары по воротам головой
3 группа – скоростно-силовая подготовка (прыжки - бег с ускорением 2*15 м, «пресс» 20 р
3. Учебная игра.
Заключительная часть:
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практической работы № 16

Совершенствование техники перемещений футболиста.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Закрепить полученные обучающимися навыки и умение по технике перемещений.
2.Задачи:
Совершенствование технике передвижения и перемещения футболиста.
Развитие быстроты, ловкости.
Воспитание внимательности, дисциплинированности.
3. Инвентарь: секундомер, футбольные мячи, свисток**.**
4.Место занятий: стадион
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ)
Основная часть
1.Беговые упражнения

- ходьба - ускорение; бег на месте, ускорение;
- ускорение, поворот на 360°, ускорение
- бег с изменением направления: ("змейкой”); лицом вперед; спиной вперед; приставными шагами; приставными шагами; спиной в перед.

2.Совершенствование технике перемещения, стойки:

- Принять положения защитной стойки. По звуковому сигналу приподняться на носках, а затем вернуться в исходное положение.
- Принять положения защитной стойки, выполнять ходьбу вперед-назад, вправо-влево, а затем бег в медленном темпе
- Упражнения в парах.

Встав лицом друг к другу в положении защитной стойки, игроки по сигналу передвигаются по площадке в таком положении, активно работая руками и стремясь осалить партнера рукой в голень
3. Учебная игра.
*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

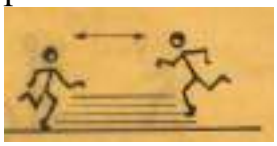
Практическая работа № 17

Совершенствование техники владения мячом в футбол.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Формирование знаний и умений об основах техники владения мячом.
2.Задачи:
Совершенствование техник выполнения ведения, передач и остановки мяча ногой.
Развивать скоростно-силовые качества
Воспитывать морально-волевые качества
3. Инвентарь: секундомер, футбольные мячи, свисток**.**
4.Место занятий: стадион
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ)
*Основная часть**:***
1. Круговая тренировка
Станция №1: Жонглирование футбольным мячом при помощи стопы, бедра

Станция № 2. Из высокого старта челночный бег с ускорением до середины отрезка



Станция № 3. Нижняя передача футбольного мяча в паре между партнерами

Станция № 4. Передача в парах пасом головы

Станция № 5. Прыжки через скамейку змейкой с последующим повторением задания

Станция № 6. Ведение футбольного мяча с обводкой 3-4 стоек и пасом партнеру

2. Подвижная игра «Уголки».

Правила игры: ведение мяча по заданному курсу (по стрелкам).

Группа делится на 2 команды. Каждая команда по очереди выполняет ведение мяча на время. Выигрывает та команда, игроки которой за меньшее время сделает ведение мяча любым способом.

*Заключительная часть**:***

1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.

2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 18

Совершенствование техники ведения мяча в футбол.

(время на работу 1 час)

1.Цель:

Закрепить полученные обучающимися навыки и умение по технике ведения мяча

2.Задачи:

Совершенствование техники остановки мяча подошвой и удару серединой подъема в движении и на месте.

Развитие скоростной выносливости.

3. Инвентарь: секундомер, футбольные мячи, свисток**.**

4.Место занятий: стадион

5.Ход работы:

Вводная часть

1.Построение в одну шеренгу, приветствие

2. Сообщение задач по выполнению практической работы.

3.Разминка (Разминочный бег, ОРУ, СБУ)

Основная часть

1.Ходьба:

1. на носках;

2. на пятках;
3. на внутренней и внешней стороне
стопы;
1. в полуприседе, в полном приседе;
2. спортивная ходьба
3.Остановка мяча:

- на месте (10 повторов со сменой ног)
- в движении (6 повторов со сменой ног)
- Остановка подошвой в движении, с ударом по мячу серединой подъема (удар правой ногой, удар левой ногой)

4. Круговая тренировка

Станция №1: Жонглирование футбольным мячом при помощи стопы, бедра

Станция № 2. Нижняя передача футбольного мяча в паре между партнерами

Станция № 3. Передача в парах пасом головы

Станция № 4. Ведение футбольного мяча с обводкой 3-4 стоек и пасом партнеру

*Заключительная часть**:***

1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.

2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 19

Совершенствование вбрасывания, остановок и передач мяча в футбол.

(время на работу 1 час)

1.Цель:

Способствовать развитию технико-тактических навыков игры в футбол.

2.Задачи:

Закрепить технику ударов по воротам внутренней стороной подъема в движении.

Закрепить технику тактические элементы игры в футбол по методу круговой тренировки.

Воспитание ловкости, скоростно-силовой выносливости.

3. Инвентарь: секундомер, футбольные мячи, свисток, стойки, скакалки, набивные мячи.

4.Место занятий: стадион

5.Ход работы:

Вводная часть

1.Построение в одну шеренгу, приветствие

2. Сообщение задач по выполнению практической работы.

3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ)

*Основная часть**:***

1.Вбрасывания, остановка и передача мяча внутренней стороной стопы на месте.

а) передача мяча внутренней стороной стопы левой-правой ногами на месте.

б) вбрасывание мяча остановка и передача низом.

в) вбрасывание мяча головой в парах на месте.

2.Передача мяча в движении в четверках со сменой мест:

- внутренней стороны стопы;
- головой в прыжке.

3. Учебная игра.

*Заключительная часть**:***

1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.

2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 20

Совершенствование технических приёмов в футбол.

(время на работу 1 час)

1.Цель:

Способствовать развитию технико-тактических навыков игры в футбол.

2.Задачи:

Совершенствование техник выполнения ведения, передач и остановки мяча ногой.

Развивать ловкости, скоростно-силовые выносливости

Воспитывать морально-волевые качества

3. Инвентарь: секундомер, футбольные мячи, свисток, стойки, скакалки, набивные мячи.

4.Место занятий: стадион

5.Ход работы:

Вводная часть

1.Построение в одну шеренгу, приветствие

2. Сообщение задач по выполнению практической работы.

3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ)

Основная часть:

1.. Беговые и прыжковые упражнения:

Упр. 1. Бег с высоким подниманием бедра;

Упр. 2. Бег с захлестом голени назад;

Упр. 3 Бег прыжками вперед («Олень»);

Упр. 4 Тройной прыжок (для юношей – пятикратный),

Упр. 5 Прыжки толчком двумя ногами;

1.Вбрасывания, остановка и передача мяча внутренней стороной стопы на месте.

а) передача мяча внутренней стороной стопы левой-правой ногами на месте.

б) вбрасывание мяча остановка и передача низом.

в) вбрасывание мяча головой в парах на месте.

2.Передача мяча в движении в четверках со сменой мест:

- внутренней стороны стопы;
- головой в прыжке.

3. Учебная игра.

*Заключительная часть**:***

1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.

2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок

Практическая работа № 21

Развитие координационных способностей с помощью технико-тактических навыков игры в футбол.

(время на работу 1 час)

1.Цель:

Формирование знаний и умений об основах техники владения мячом.

2.Задачи:

Совершенствование техник выполнения ведения, передач и остановки мяча ногой.

Развивать скоростно-силовые качества.

Воспитывать морально-волевые качества.

3. Инвентарь: секундомер, футбольные мячи, свисток.

4.Место занятий: стадион.

5.Ход работы:

Вводная часть

1.Построение в одну шеренгу, приветствие

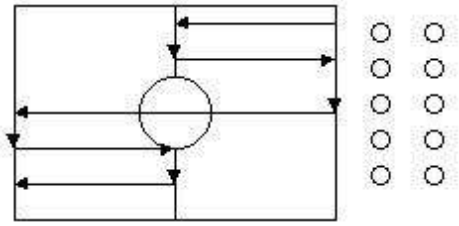
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.

3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ).

Основная часть:

1.Работа по станциям:

Станция №1: Жонглирование футбольным мячом при помощи стопы, бедра
Станция № 2. Из высокого старта челночный бег с ускорением до середины отрезка
Станция № 3. Нижняя передача футбольного мяча в паре между партнерами
Станция № 4. Передача в парах пасом головы
Станция № 5. Прыжки через скамейку змейкой с последующим повторением задания
Станция № 6. Ведение футбольного мяча с обводкой 3-4 стоек и пасом партнеру.
2.Подвижная игра «Уголки».
Правила игры: ведение мяча по заданному курсу (по стрелкам).
Группа делится на 2 команды. Каждая команда по очереди выполняет ведение мяча на время. Выигрывает та команда, игроки которой за меньшее время сделает ведение мяча любым способом.



Заключительная часть:
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

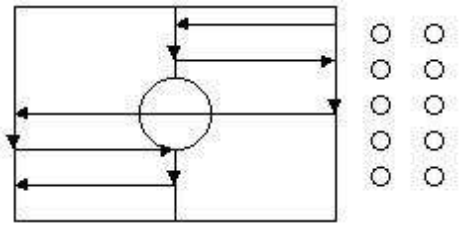
Практическая работа № 22

Подвижные игры как развивающие средства в футболе.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Формирование знаний и умений игры в футбол.
2.Задачи:
Совершенствование техник выполнения ведения, передач и остановки мяча ногой.
Развивать скоростно-силовые качества.
Воспитывать морально-волевые качества.
3. Инвентарь: секундомер, футбольные мячи, свисток.
4.Место занятий: стадион
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ)
Основная часть:
Подвижная игра "Салки с футбольным мячом" По сигналу "салка" старается догнать и осалить одного из игроков, которому остальные играющие
стараются ногой своевременно передать мяч. Игрока, владеющего мячом, салить нельзя. "Салка" должен преследовать другого игрока, которому также стараются

передать мяч. Если "салка" коснулся мяча ногой или завладел им, то водящий сменяет того, кто сделал не точную передачу. Выигрывает тот, кто ни разу не был водящим или водил меньшее число раз.
2.Подвижная игра «Уголки».
Правила игры: ведение мяча по заданному курсу (по стрелкам).
Группа делится на 2 команды. Каждая команда по очереди выполняет ведение мяча на время. Выигрывает та команда, игроки которой за меньшее время сделает ведение мяча любым способом.



3. Учебная игра.
*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 23

Закрепление элементов футбола по методу круговой тренировки.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Способствовать развитию технико-тактических навыков игры в футбол.
2.Задачи:
Совершенствование техник выполнения передачи, ударов и остановки мяча.
Развивать ловкости, скорости, быстроты реакции.
Воспитывать морально-волевые качества.
3. Инвентарь: секундомер, футбольные мячи, свисток, стойки, набивные мячи, скакалка.
4.Место занятий: стадион
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ)
*Основная часть**:***
1. Круговой тренировки
1 группа – игра в квадрат 4*2 (3 касания)
2 группа – удары по воротам головой
3 группа – скоростно-силовая подготовка (прыжки - бег с ускорением 2*15 м, «пресс» 20 р
или:
1 группа – «квадрат» 4*2 (3 касания)

2 группа – обработка пенальти или удары с лета
3 группа – скоростно-силовая (скакалка 2*50, набивной мяч 20 передач).
20 передач
или:
Двухсторонняя учебная игра (команды по 5 человек до первого гола или 3’)
2.Круговая тренировка
Станция №1: Жонглирование футбольным мячом при помощи стопы, бедра

Станция № 2. Нижняя передача футбольного мяча в паре между партнерами

Станция № 3. Передача в парах пасом головы

Станция № 4. Ведение футбольного мяча с обводкой 3-4 стоек и пасом партнеру

3. Учебная игра.
*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 24

Совершенствование технико-тактических навыков игры в футбол.

(время на работу 1 час)

1.Цель:

Формирование знаний и умений об основах техники владения мячом.

2.Задачи:

Совершенствование техник выполнения ведения, передач и остановки мяча ногой.

Развивать быстроты, ловкости.

Воспитывать морально-волевые качества.

3. Инвентарь: секундомер, футбольные мячи, свисток.

4.Место занятий: стадион

5.Ход работы:

Вводная часть

1.Построение в одну шеренгу, приветствие.

2. Сообщение задач по выполнению практической работы.

3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ).

Основная часть:

1.Повторить технику вбрасывания, остановок и передач мяча внутренней стороной стопы на месте:

а) передача мяча внутренней стороной стопы левой-правой ногами на месте.

б) вбрасывание мяча остановка и передача низом.

в) вбрасывание мяча головой в парах на месте.

2.Закрепить технику передач мяча в движении.

а) в четверках со сменой мест:

- внутренней стороны стопы
- головой в прыжке

3.Отработка технических навыков:

а) вбрасывание мяча из-за головы партнеру, ведение и удар по воротам;

б) жонглирование мяча ногами;

в) обводка стоек, передача ведение и удар по воротам;

г) жонглирование мяча головой

2.Подвижная игра «Уголки».

Правила игры: ведение мяча по заданному курсу (по стрелкам).

Группа делится на 2 команды. Каждая команда по очереди выполняет ведение мяча на время. Выигрывает та команда, игроки которой за меньшее время сделает ведение мяча любым способом.

*Заключительная часть**:***

1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.

2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 25
по разделу *волейбол*
Совершенствование техники передвижений в волейболе.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Формирование знаний и умений об основах техники владения мячом.
2.Задачи:
Создать представление о технике верхней и нижней передаче мяча.
Совершенствование техники передвижений, остановок, поворотов и стоек для игры в волейбол.
Воспитывать умение работать в команде в условиях повышенного эмоционального напряжения.
3. Инвентарь: секундомер, баскетбольные мячами, волейбольные мячи, свисток**.**
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие.
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ с мячами, СБУ).
Основная часть:
Заключительная часть:
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 26
по разделу *волейбол*
Совершенствовать технику нижней передачи в волейболе.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Контролировать физическую нагрузку и развивать основные физические качества посредством волейбола.
2.Задачи:
Совершенствовать технику нижней, верхней передачи.
Совершенствовать умение работать в парах.
Развивать быстроту реакции, ориентировку, быстроту перемещения, прыгучесть, силу.
Воспитывать чувство коллективизма.
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ с мячами, СБУ)

*Основная часть**:***
1.Работа в парах
Совершенствование верхней передачи:

- Один учащийся набрасывает мяч другому, тот выполняет верхний приём над собой.
- Один учащийся с собственного набрасывания выполняет верхнюю передачу партнёру.
- Один учащийся с собственного набрасывания выполняет верхнюю передачу над собой и передаёт партнёру.
- Партнёры выполняют верхнюю передачу, не ловя мяч.

2.Работа в парах.
Совершенствование нижней прямой передачи:

- Один учащийся набрасывает мяч другому, тот выполняет нижний приём над собой.
- Один учащийся с собственного набрасывания выполняет верхнюю передач партнёру, тот принимает нижним приёмом над собой;
- Один учащийся с собственного набрасывания выполняет верхнюю передачу над собой и нижним приёмом передаёт партнёру.
- Партнёры выполняют верхнюю, нижнюю передачи, не ловя мяч.

3.Учебная игра.
*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 26
по разделу *волейбол*
Совершенствовать технику верхней передачи в волейболе.
(время на работу 1 час)

1.Цель:
Формирование знаний и умений об основах техники владения мячом.
2.Задачи:
Создать представление о технике верхней и нижней передаче мяча.
Развитие скоростно-силовых качеств.
Воспитывать умение работать в команде в условиях повышенного эмоционального напряжения.
3. Инвентарь: секундомер, баскетбольные мячами, волейбольные мячи, свисток**.**
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Водная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие.
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка(Разминочный бег, ОРУ с мячами, СБУ)
*Основная часть**:***

1.Совершенствование техники верхней и нижней передач мяча.
- верхняя передача мяча после набрасывания партнером.
- передача над собой пас партнеру после набрасывания мяча.
- передачи мяча друг другу без ловли.
- передачи мяча стоя, в приседе, сидя, поочередно в каждом положении и меня их, не прерывая передач.
- верхняя передача мяча в перемещении приставным шагом.
выполнение техники верхней передачи мяча над собой, стоя в кругу 3 м.
2.Упражнения со скакалкой:
- прыжки, вращения
3.Учебная игра.
*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 27
по разделу *волейбол*
Совершенствование техники выполнения прямого нападающего удара в волейболе.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Формирование знаний и умений об основах техники владения мячом.
2.Задачи:
Совершенствование техники выполнения прямого нападающего удара и блокирования
Закрепить технику выполнения нижней передачи мяча у обучающихся.
Способствовать развитию скоростно-силовых качеств.
Воспитывать заботливое отношение учащихся друг к другу.
3. Инвентарь: секундомер, волейбольные мячи, свисток**.**
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ с мячами, СБУ)
*Основная часть**:***
1.Совершенствование техники верхней и нижней передач мяча.
-выполнение техники нижней и верхней передачи мяча в игровом взаимодействии
- вдоль сетки
- через сетку
- в игровой комбинации
2.Совершенствование техники нападающего удара:

- имитация броска мяча двумя руками
- из 4 зоны, поочередно наносится удар по мячу подброшенным преподавателем. Сетка слегка опушена.
-выбивания мяча с площадки кулаком у верхнего края сетки после самостоятельного набрасывания над тросом (лицом по ходу, боком по ходу)
-броски теннисных мячей в площадку, имитируя нападающий удар
-прямой нападающий удар по ходу из зоны 4,3,2 (с самостоятельного подбрасывания мяча, с передачи)
-блокирование имитации нападающего удара в 2,3,4 зонах
3.Упражнения со скакалкой:
- прыжки, вращения
*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку. Игра на внимание «Запрещенное движение»
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 28
по разделу *волейбол*
Совершенствование технических приемов в волейболе.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Формирование знаний и умений об основах техники владения мячом.
2.Задачи:
Закрепить умение технических приемов во время выполнения тактических игровых действий.
Ознакомить с правилами заполнения технического протокола.
Способствовать развитию скоростно-силовых качеств.
Воспитывать умение у учащихся работать в команде.
3. Инвентарь: секундомер, волейбольные мячи, свисток.
4.Место занятий: спортивный зал.
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие.
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ с мячами, СБУ).
*Основная часть**:***
1.Прием мяча с подачи и с нападения.
-взаимодействие игроков зон 1,6,5 и игроком 3 зоны при приеме в доигровках для нападающего удара.
2.Нападающий удар:
-прямой нападающий удар из зоны 4,2 с передачи.
-одновременная организация атаки с приемом мяча, вторая передача после приема сразу направляется в зону 2 или 4 для атаки.

-судейство на учебных играх, выполнение обязанностей первого, второго судей или ведение технического протокола.
3.Учебная игра.
*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку. Игра на внимание «Запрещенное движение»
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 29
по разделу *волейбол*
Совершенствовать приём мяча сверху в волейболе.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Контролировать физическую нагрузку и развивать основные физические качества посредством волейбола.
2.Задачи:
Совершенствовать приём мяча сверху и снизу;
Формировать правильную осанку;
Развивать силу мышц рук и брюшного пресса;
Развивать быстроту реакции и координацию движений;
Воспитывать чувство коллективизма, взаимовыручку;
Воспитывать чувство ответственности за порученное задание.
3. Инвентарь: секундомер, волейбольные мячи, свисток**.**
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Водная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие.
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ с мячами, СБУ).
*Основная часть**:***
1.Совершенствование передачи мяча сверху и снизу.
I отделение
Передачи мяча в парах сверху и снизу с выходом под мяч.
II отделение
Передачи мяча во встречных колоннах с последующим перемещением в противоположную колонну
2. Совершенствовать нападающий удар.
а) I отделение
В парах: один выполняет нападающий удар без прыжка с собственного подбрасывания, партнёр принимает мяч снизу.
II отделение
В тройках: один принимает мяч и направляет его поочерёдно партнёрам; два партнёра выполняют нападающий удар без прыжка по летящему мячу.

б) I отделение
Нападающий удар с трёх шагов разбега по неподвижному мячу.
II отделение
Нападающий удар по летящему мячу со второй передачи после 3-5 шагов разбега.
3.Учебная игра.
*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку. Игра на внимание «Запрещенное движение»
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 30
по разделу *волейбол*
Воспитывать умение у учащихся работать в команде в волейболе.
(время на работу 1 час)

1.Цель:
Формирование знаний и умений об основах техники владения мячом.
2.Задачи:
Закрепить умение технических приемов во время выполнения тактических игровых действий.
Ознакомить с правилами заполнения технического протокола.
Способствовать развитию скоростно-силовых качеств.
Воспитывать умение у учащихся работать в команде.
3. Инвентарь: секундомер, волейбольные мячи, свисток**.**
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Водная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка(Разминочный бег, ОРУ с мячами, СБУ)
*Основная часть**:***
1.Прием мяча с подачи и с нападения.
-взаимодействие игроков зон 1,6,5 и игроком 3 зоны при приеме в доигровках для нападающего удара

2.Нападающий удар:
-прямой нападающий удар из зоны 4,2 с передачи

-одновременная организация атаки с приемом мяча, вторая передача после приема сразу направляется в зону 2 или 4 для атаки
-судейство на учебных играх, выполнение обязанностей первого, второго судей или ведение технического протокола

3.Учебная игра.

*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку. Игра на внимание «Запрещенное движение»
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 31
по разделу *волейбол*
Совершенствование техники приёма подачи в волейболе.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Формирование знаний и умений об основах техники владения мячом.
2.Задачи:
Совершенствование в технике приёма с подачи и передача мяча.
Закрепление в технике выполнения нападающего удара.
Воспитывать умение у учащихся работать в команде.
3. Инвентарь: секундомер, волейбольные мячи, свисток**.**
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ с мячами, СБУ)
*Основная часть**:***
1.Совершенствование в технике приёма подачи и передача мяча
1). В паре (через сетку).
Один ученик подаёт нижнюю прямую подачу, другой выполняет приём мяча двумя руками снизу над собой с последующей передачей двумя сверху, через сетку
2). В паре (через сетку).
Один ученик подаёт верхнюю прямую подачу, другой выполняет приём мяча двумя руками снизу над собой с последующей передачей мяча двумя сверху, через сетку
3). Приёма мяча двумя руками снизу после подачи (верхняя прямая подача) и передача мяча из зоны 1, 6, 5 в зону 3.
2.Закрепление в технике выполнения нападающего удара.
В парах:
а) броски мяча левой и правой рукой;
б) удары правой (левой) рукой по мячу, лежащему на ладони выставленной вперёд-вверх левой (правой) руки, направляя его в пол с места;
в) Один ученик выполняет верхнюю передачу мяч партнеру, другой выполняет прием мяча двумя снизу, направляя его партнёру;
г) один ученик после наброса мяча выполняет нападающий удар с места, другой принимает мяч снизу, направляя его партнёру для очередного удара.

3.Учебная игра.
*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку. Игра на внимание «Запрещенное движение»
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 32
по разделу *волейбол*
Совершенствование техники приёма передач мяча в волейболе.
(время на работу 1 час)

1.Цель:
Формирование знаний и умений об основах техники владения мячом.
2.Задачи:
Закрепление в технике выполнения нападающего удара.
Совершенствование в технике приёма мяча с подачи и передача мяча.
Игра с элементами волейбола.
3. Инвентарь: секундомер, волейбольные мячи, свисток**.**
4.Место занятий: спортивный зал.
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ с мячами, СБУ).
*Основная часть**:***
1.Совершенствование в технике приёма подачи и передача мяча.
1). В паре (через сетку).
Один ученик подаёт верхнюю прямую подачу, другой выполняет приём мяча двумя руками снизу над собой с последующей передачей мяча двумя сверху, через сетку.
2). Приём мяча двумя руками снизу после подачи (верхняя прямая подача) и передача мяча из зоны 1, 6, 5 в зону 3.
2.Закрепление в технике выполнения нападающего удара.
В парах:
а) один студент выполняет верхнюю передачу мяч партнеру, другой выполняет прием мяча двумя снизу, направляя его партнёру.
б) один студент после наброса мяча выполняет нападающий удар с места, другой принимает мяч снизу, направляя его партнёру для очередного удара.
в) игрок зоны 4 набрасывает мяч игроку зоны 3, игрок зоны 3 передачей двумя сверху выводит на нападающий удар игрока зоны 4.
г) игрок зоны 2 набрасывает мяч игроку зоны 3, игрок зоны3 передачей двумя сверху выводит на нападающий удар игрока зоны 2.
3.Совершенствование в технике игры в различных игровых ситуациях. Розыгрыш мяча только на 3 касания, играть на три передачи с подачей мяча снизу (подача для девочек на расстоянии 5-6 м от сетки).

*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 33
по разделу *баскетбол*
Развитие навыков, технических приемов игры в баскетбол.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Формирование знаний и умений об основах техники владения мячом.
2.Задачи:
Учить двойному шагу в баскетболе.
Совершенствование ведения баскетбольного мяча.
Содействовать развитию быстроты в баскетболе.
3. Инвентарь: секундомер, баскетбольные мячи, свисток**.**
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Водная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка(Разминочный бег, ОРУ с мячами, СБУ)
*Основная часть**:***
1.Упражнения с мячом:
- подбросить мяч, вверх сделав хлопок;
- подбросить мяч, вверх сделав хлопок перед собой и сзади;
- подбросить мяч вверх, упор присев и встать затем поймать мяч;
- вращения мяча вокруг головы, туловища, ног «восьмерка»;
- перебрасывания мяча с кисти правой руки на кисть левой и обратно;
- подбросить мяч над головой, и поймать его двумя руками за спиной;
- ведения мяча как левой, так и правой рукой.
2.Обучение двойному шагу в баскетболе:
- имитация броска на месте выпуск мяча вверх;
- выполнение двойного шага в ходьбе, без выпуска мяча;
- выполнение двойного шага после ведения на месте с выпуском вверх;
- снимая мяч в движении с кисти вытянутой в сторону руки партнера с использованием двухтактного ритма работы ног;
- выполнение приема в целом после передач партнера.
3.Совершенствование ведения баскетбольного мяча.
- «Кросс с ведением мяча».
Упр. выполняют во время бега в среднем темпе, учитель дает сигнал и способ работы.
- В парах оба игрока выполняют ведение на ограниченной площадке. Нужно выбить или коснуться до мяча своего партнера.
- «Салки с ведением».

1 номера без мяча всовывают веревочки в штаны сзади.
2 с ведением мяча пытаются догнать и сорвать веревочку.
4.Развитию быстроты в баскетболе.
- короткие рывки из стойки баскетболиста, прыжков, поворотов, работ на месте;
- пятнашки с раздельного старта (1-1,5м друг от друга).
5.Учебная двухсторонняя игра.
*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 34
по разделу *баскетбол*
Развитие навыков игры в баскетбол.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Формирование знаний и умений об основах техники владения мячом.
2.Задачи:
Повторение передвижений, остановок, ловли, передач мяча, ведения.
Обработка бросков в движении, с двух шагов, в тройках.
Развитие интереса и желания к занятиям баскетболом, пропаганда здорового образа жизни.
3. Инвентарь: секундомер, баскетбольные мячи, свисток**.**
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие.
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ с мячами, СБУ).
*Основная часть**:***
1.Перестроение в колонну по три
1). Ведение мяча правой и левой руками поочередно.
2). Ведение мяча с различными заданиями.
3). Ведение мяча с прыжками.
4). Ходьба с выпадами
5). Ходьба с вращением мяча
6). Отработка остановок прыжком и вышагивание.
7). Отработка вырывания и выбивания мяча.
2.Отработка передач на месте.
а). двумя руками от груди
б). ловля катящегося по полу мяча;
в). 30 передач на быстроту и точность.
3.Перестроение в две команды.
1). Атака кольца с двух шагов.
2). Эстафета.

3). Отработка добивания в щит, кольцо:
4.Учебная двухсторонняя игра.
*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 35
по разделу *баскетбол*
Совершенствование изученных навыков в подвижных игра и баскетболе.
(время на работу 1 час)

1.Цель:
Формирование знаний и умений об основах техники владения мячом.
2.Задачи:
Повторение передвижений, остановок, ловли, передач мяча, ведения.
Обработка бросков в движении, с двух шагов, в тройках.
Совершенствование изученных навыков в подвижных и спортивных играх.
Развитие интереса и желания к занятиям баскетболом, пропаганда здорового образа жизни.
3. Инвентарь: секундомер, баскетбольные мячи, свисток.
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие.
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка(Разминочный бег, ОРУ с мячами, СБУ).
*Основная часть**:***
1.Перестроение в колонну по три.
1). Ведение мяча правой и левой руками поочередно.
2). Ведение мяча с различными заданиями.
3). Ведение мяча с прыжками.
4). Отработка остановок прыжком и вышагивание.
5). Отработка вырывания и выбивания мяча.
2.Отработка передач на месте.
а). двумя руками от груди.
б). ловля катящегося по полу мяча;
в). 10 передач на быстроту и точность
3. Передачи в тройках с атакой кольца:
а). через середину,
б). восьмеркой,
в). через середину с активным защитником
4. Отработка в тройках бросков в кольцо со штрафной линии и ближе.
5. Подвижная игра «Салочки с мячом».
6.Учебная игра «Баскетбол».

*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 36
по разделу *баскетбол*
Совершенствование ранее изученных элементов в баскетболе.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Знакомство учащихся с новыми приёмами игры в баскетбол, совершенствование ранее изученных элементов
2.Задачи:
Обучить учащихся владению мячом, опеке игрока, ведущего мяч, использованию изученных
Совершенствование элементов и приёмов во время игры, обучать игре в защите при численном перевесе нападающих;
Развивать координацию движений, ловкость, быстроту;
Воспитывать уверенность в себе, чувство коллективизма, стремление к победе;
3. Инвентарь: секундомер, баскетбольные мячи, свисток**.**
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ с мячами, СБУ).
*Основная часть**:***
1.Личная опека игрока, ведущего мяч.
Выполнение: игроки первой шеренги ведут мяч по направлению к своему партнёру в третьей шеренге. Вторая шеренга (защитники) пытаются отобрать мяч при ведении первого игрока, дойдя до середины, нападающие выполняют передачу игрокам третьей шеренги
2.Действия защитника против двух нападающих.
Группа делится на тройки. Сомкнуть студентов к штрафной линии. Первая тройка начинает движение к противоположенному щиту. Двое нападающих выполняют передачу мяча в паре с продвижением, защитник делает рывки в сторону игрока с мячом, имитируя, что он начинает атаку игрока с мячом, после того как игрок начинает брать мяч в руки, резко отбегает к игроку без мяча, пытаясь сделать перехват мяча. У щита защитник противодействует броску в кольцо, после броска защитник подбирает мяч, игроки по боковым линиям возвращаются в конец колонны, начинает следующая тройка.
6.Учебная игра «Баскетбол»
Заключительная часть:
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.

2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 37
по разделу *баскетбол*
Совершенствование технических и тактических действий в баскетболе

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Закрепить знания и практические умения игры в баскетбол.
2.Задачи:
Обучение технике ловли и передачи мяча на месте и в движении, технике перемещений, остановке прыжком, поворотам, передаче с отскоком.
Развитие координации, силы, внимания, быстроты, повышение функциональных возможностей организма.
Воспитание трудолюбия, коллективизма, активности.
Воспитывать уверенность в себе, чувство коллективизма, стремление к победе;
3. Инвентарь: секундомер, баскетбольные мячи, свисток**.**
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие.
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ с мячами, СБУ)
*Основная часть**:***
1 Подвижная игра «Салки с мячом».
2. Передачи мяча в парах на месте:
1) двумя руками от груди;
2) правой рукой от плеча;
3) левой рукой.
3. Ведение мяча с обводкой пассивного защитника.
В одну сторону правой рукой, в другую – левой. Остановка прыжком с поворотом и передачей двумя руками от груди с отскоком от пола.
4. Обводка пассивного защитника по кругу.
Первые номера обводят, а вторые перестраиваются через одного на 2 шага вперед (затем наоборот).
5. Ведение, 2 шага, бросок одной рукой сверху:
1) с правой стороны
2) с левой стороны
6. Учебная игра в мини-баскетбол на одной половине (стритбол 3х3):
- 4 игры по 3 мин.
- 5 передач = +1 очко
*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.

2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 38
по разделу *баскетбол*
Совершенствование техники ведения мяча в баскетболе.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Закрепить знания и практические умения игры в баскетбол.
2.Задачи:
Совершенствование техники ведения мяча с изменением направления и высоты отскока.
Совершенствование элементов и приёмов во время игры, обучать игре в защите при численном перевесе нападающих;
Развивать координацию движений, ловкость, быстроту;
Воспитывать уверенность в себе, чувство коллективизма, стремление к победе;
3. Инвентарь: секундомер, баскетбольные мячи, свисток**.**
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ с мячами, СБУ)
*Основная часть**:***
1. Совершенствование техники ведения мяча
А) ведение мяча с изменением направления
- по кругу
- «змейкой»
- по разметке спортивного зала
Б) Ведение с изменением скорости ведения
В) Ведение с изменением высоты отскока
2. Действия защитника против двух нападающих.
Группа делится на тройки. Сомкнуть студентов к штрафной линии. Первая тройка начинает движение к противоположенному щиту. Двое нападающих выполняют передачу мяча в паре с продвижением, защитник делает рывки в сторону игрока с мячом, имитируя, что он начинает атаку игрока с мячом, после того как игрок начинает брать мяч в руки, резко отбегает к игроку без мяча, пытаясь сделать
перехват мяча. У щита защитник противодействует броску в кольцо, после броска защитник подбирает мяч, игроки по боковым линиям возвращаются в конец колонны, начинает следующая тройка.
6.Учебная игра.
*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 39
по разделу *баскетбол*
Совершенствование тактических приёмов в баскетболе.
(время на работу 1 час)

1.Цель:
Закрепить знания и практические умения игры в баскетбол.
2.Задачи:
Совершенствование техники ведения мяча с изменением направления и высоты отскока.
Совершенствование элементов и приёмов во время игры, обучать игре в защите при численном перевесе нападающих;
Развивать координацию движений, ловкость, быстроту;
Воспитывать уверенность в себе, чувство коллективизма, стремление к победе;
3. Инвентарь: секундомер, баскетбольные мячи, свисток**.**
4.Место занятий: спортивный зал.
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие.
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ с мячами, СБУ).
*Основная часть**:***
1. Совершенствование техники ведения мяча.
А) ведение мяча с изменением направления.
- по кругу
- «змейкой»
- по разметке спортивного зала
Б) Ведение с изменением скорости ведения.
В) Ведение с изменением высоты отскока.
2. Действия защитника против двух нападающих.
Группа делится на тройки. Сомкнуть студентов к штрафной линии. Первая тройка начинает движение к противоположенному щиту. Двое нападающих выполняют передачу мяча в паре с продвижением, защитник делает рывки в сторону игрока с мячом, имитируя, что он начинает атаку игрока с мячом, после того как игрок начинает брать мяч в руки, резко отбегает к игроку без мяча, пытаясь сделать перехват мяча. У щита защитник противодействует броску в кольцо, после броска защитник подбирает мяч, игроки по боковым линиям возвращаются в конец колонны, начинает следующая тройка.
6.Учебная игра.
*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 40
по разделу *баскетбол*
Совершенствование броска мяча в кольцо двумя руками в баскетболе.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Закрепить знания и практические умения игры в баскетбол.
2.Задачи:
Совершенствование техники ведения мяча с изменением направления и высоты отскока.
Совершенствование броска мяча в кольцо двумя руками.
Развивать координацию движений, ловкость, быстроту;
Воспитывать уверенность в себе, чувство коллективизма, стремление к победе;
3. Инвентарь: секундомер, баскетбольные мячи, свисток**.**
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие.
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ с мячами, СБУ).
*Основная часть**:***
1. Совершенствование техники ведения мяча.
А) ведение мяча с изменением направления.
- по кругу.
- «змейкой».
- по разметке спортивного зала.
Б) Ведение с изменением скорости ведения.
В) Ведение с изменением высоты отскока.
2. Совершенствование броска мяча в кольцо двумя руками.
Броски в кольцо со средней дистанции (3 точек). Следить за траекторией полета мяча.
3. Эстафета с ведением мяча и броском в кольцо.
Играющие делятся на 2 команды. По сигналу учителя первые номера в команде начинают ведение правой (левой) рукой «змейкой» с последующим броском мяча в кольцо, подбирают мяч и ведут его до передачи следующему игроку. За попадание дается очко, дополнительно очко получает команда пришедшая первой. Победившая команда набирает наибольшее кол-во очков.
4.Учебная игра.
*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 41

по разделу *баскетбол*

Тактическое взаимодействие игроков в защите в баскетболе.

(время на работу 1 час)

1.Цель:

Закрепить знания и практические умения игры в баскетбол.

2.Задачи:

Совершенствовать взаимодействие игроков в позиционном нападении и зонной защите;

Развивать игровую выносливость и быстроту двигательной реакции;

Воспитывать психологическую устойчивость (противостояние утомлению, психологическому напряжению).

3. Инвентарь: секундомер, баскетбольные мячи, свисток**.**

4.Место занятий: спортивный зал.

5.Ход работы:

Вводная часть

1.Построение в одну шеренгу, приветствие.

2. Сообщение задач по выполнению практической работы.

3.Разминка (разминочный бег, ОРУ с мячами, СБУ).

*Основная часть**:***

1.подвижная игра “Салки”.

а) Построение в 2 шеренги у лицевой линии баскетбольной площадки. Расстояние между шеренгами 1,5-2 м. Игроки обеих шеренг выполняют прыжки на месте с поворотом на180°. По сигналу игроки обеих шеренг выполняют ускорение вперед. Игроки 2-ой шеренги должны осалить игроков 1- ой. В исходное положение игроки возвращаются шагом. Смена шеренг.

б) Построение в 2 шеренги у лицевой линии баскетбольной площадки. Расстояние между шеренгами 1,5-2 м. Игроки обеих шеренг выполняют прыжки вверх - колени к груди. По сигналу игроки обеих шеренг выполняют ускорение вперед. Игроки 2-ой шеренги должны осалить игроков 1- ой. В исходное положение игроки возвращаются шагом. Смена шеренг.

в) Построение в 2 шеренги у лицевой линии баскетбольной площадки. Игроки 2-ой шеренги соединяют кисти в замок. Игроки 1-ой шеренги, взявшись правой (левой) рукой за кистевой замок, тянут игроков 2-ой шеренги до противоположной лицевой линии. На средней линии зала происходит смена рук. В обратном направлении происходит смена шеренг.

г) Построение в 2 шеренги у лицевой линии баскетбольной площадки. Игроки 2-ой шеренги упираясь руками в спины игрокам 1-ой, толкают их до противоположной лицевой линии. В обратном направлении происходит смена шеренг.

2.Упражнения с применением быстрого прорыва.

Построение в 3 колонны у лицевой линии баскетбольной площадки. Два игрока (защитники) у противоположного щита. Передача мяча в движении в тройках с последующим перемещением игрока в сторону выполненной передачи. Пересекая среднюю линию зала, тройка нападающих играет против двойки защитников (действия 3х2).

3.Учебная игра 4х4 в трех командах.
4.Учебно-тренировочная5 х 5.
Взаимодействие игроков в нападении выполняется по системе “передал – выходи” или, применяя заслоны. Зонная защита: одна команда (3:2), а другая (1:3:1).
*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 42
по разделу *баскетбол*
Тактическое взаимодействие игроков в нападении в баскетболе.
(время на работу 1 час)

1.Цель:
Закрепить знания и практические умения игры в баскетбол.
2.Задачи:
Совершенствовать взаимодействие игроков в позиционном нападении и зонной защите;
Развивать игровую выносливость и быстроту двигательной реакции;
Воспитывать психологическую устойчивость (противостояние утомлению, психологическому напряжению).
3. Инвентарь: секундомер, баскетбольные мячи, свисток**.**
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ с мячами, СБУ).
*Основная часть**:***
1.Упражнения в парах:
а) подвижная игра “Салки в парах”.
Игроки должны перемещаться с изменением направления и скорости.
Разрешается выполнять остановки.
б) подвижная игра “Салки в парах” спиной вперед.
Игроки должны перемещаться в низкой стойке только приставными прыжками правым или левым боком.
2.Перемещение защитников и нападающих.
Построение в парах в противоположных углах спортивного зала у лицевой линии баскетбольной площадки. Игроки нападения с мячами. Два игрока перемещаются лицом друг к другу (защитник спиной вперед) на расстоянии вытянутой руки. Нападающий, выполняя ведение мяча и используя обманные движения (финты), должен обойти защитника. Защитник должен своим корпусом закрывать возможный проход для нападающего при этом не идти с ним на столкновение. В противоположном углу спортивного зала происходит смена ролей.

3.Упражнения с применением быстрого прорыва.
Построение в 3 колонны у лицевой линии баскетбольной площадки. Два игрока (защитники) у противоположного щита. Передача мяча в движении в тройках с последующим перемещением игрока в сторону выполненной передачи. Пересекая среднюю линию зала, тройка нападающих играет против двойки защитников (действия 3х2).
4.Упражнения в заслонах.
Действия 3х3 с применением комбинации “треугольник”, “тройка”. Игроки разбиваются на группы.
5.Учебно-тренировочная
*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 43
по разделу *атлетическая гимнастика*
Специальный комплекс упражнений без отягощений.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Закрепить знания и практические умения на занятиях по атлетической гимнастике.
2.Задачи:
Развития мышц плечевого пояса.
Развития мышц брюшного пресса.
3. Инвентарь: секундомер**.**
4.Место занятий: спортивный зал.
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ)
*Основная часть**:***
1.Упражнения для развития мышц брюшного пресса
1. И. п. – лёжа на спине, ноги согнуты в коленях, стопы на полу, руки за головой: отрываем от пола голову, плечи, лопатки. Локти не сводить. 20 раз.
2. И. п. – лёжа на спине, руки под ягодичными мышцами: поочерёдно прямые ноги вверх, носок на себя. По 10 раз каждой ногой.
3. И. п. – то же: прямые ноги вверх на угол 60 градусов от пола. 20 раз.
4. И. п. – то же: «велосипед» - по 15 раз движение ног от себя и на себя.
5. И. п. – то же: правой ногой круговые движения в тазобедренном суставе – по 10 приводящих и отводящих движений. То же самое левой ногой.
6. И. п. – то же: круговые движения двумя ногами вправо и лево. По15 раз.
И. п. – то же: на 4 счета скрестные движения ногами вверх и на 4 счета вниз.
2.Упражнения для развития мышц спины и пояса нижних конечностей.
1. И. п. – лёжа на животе, руки согнуты, ладони под подбородком: поочерёдно сгибать ноги в коленных суставах. По 15 раз каждая.
2. И. п. – то же: одновременное сгибание ног в коленных суставах. 20 раз.
3. И. п. – то же: поочередно прямая нога вверх. По 15 раз каждая.
4. И. п. – то же: прямые ноги вверх. 15 раз.
5. И. п. – лежа на животе, руки за головой: 15 раз оторвать корпус от пола.
6. И. п. – то же: одновременно оторвать корпус и прямые ноги от пола. 15 раз.
7. И. п. – лежа на животе, руками взять ноги за голень: 1 – 3 прогнуться, руки и ноги вверх «рыбка»; 4 – и. п. 10 раз.
3.Упражнения на развитие мышц пояса верхних конечностей.
1. И. п. – упор лежа: сгибание и разгибание рук в упоре. 4 * 15 раз.
2. И. п. – сидя на стуле, опора о передний край стула, прямые ноги вперёд: таз отвести от стула – сгибание и разгибание рук в упоре. 4 * 15 раз.
3. Подтягивание на высокой перекладине – 15 раз.
*Заключительная часть**:***

1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 44
по разделу *атлетическая гимнастика*
Преодоление сопротивления собственного тела.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Закрепить знания и практические умения на занятиях по атлетической гимнастике.
2.Задачи:
Развития мышц плечевого пояса
Развития мышц брюшного пресса
3. Инвентарь: секундомер, баскетбольные мячи, свисток**.**
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ).
*Основная часть**:***
1.Упражнения для развития мышц брюшного пресса

1. И. п. – сидя, упор сзади: поочередное подтягивание колена к груди. По 10 раз каждой ногой.
2. .И. п. – то же: 20 раз подтянуть колени к груди.
3. И. п. – то же: поочерёдно прямые ноги вверх, носок на себя. По 10 раз каждой ногой.
4. И. п. – то же: прямые ноги вверх, носки на себя. 20 раз.
5. И. п. – то же: «велосипед» - 15 движений от себя; 15 движений на себя.
6. И. п. – то же: 1- согнуть ноги в коленях, подтянув к груди; 2- выпрямить ноги вверх; 3- согнуть ноги; 4- и. п. 15 раз.
7. И. п. – то же: на 1- 3 сед углом, 4- и.п. 15 раз.

2.Упражнения для развития мышц спины и пояса нижних конечностей.

1. И. п. – лежа на правом боку, верхняя рука опирается сзади: 15 раз подтянуть левое колено к груди. То же на другом боку правой ногой.
2. И. п. – то же: 10 раз колени к груди на правом боку и 10 раз на левом.
3. И. п. – лежа на правом боку: левая прямая нога вперед. 15 раз. То же на левом боку.
4. И. п. – то же: левое колено к плечу. То же на другом боку. По15 раз каждой ногой.
5. И. п. – то же: прямая левая нога вверх. 15 раз. То же на другом боку.
6. И. п. – то же: прямая левая нога назад. 15 раз. То же на другом боку.
7. И. п. - то же: одновременно оторвать две ноги от пола. 10 раз. То же на другом боку.

3.Упражнения на развитие мышц пояса нижних конечностей.

1. И. п. – стойка ноги на ширине плеч: приседания – 50 раз.
2. И. п. – стойка ноги шире плеч: приседания – 50 раз.
3. И. п. – стойка ноги вместе: приседания – 50 раз.
4. И. п. – упор присев: толчком ноги назад в упор лежа – 30 раз.
5. И. п. то же: толчком ноги назад в упор лежа ноги врозь – 30 раз.

*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 45
по разделу *атлетическая гимнастика*
Комплекс упражнений на тренажерах, для развития мышц плечевого пояса, туловища, ног.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Закрепить знания и практические умения на занятиях по атлетической гимнастике.
2.Задачи:
Развития плечевого пояса, туловища, ног.
Совершенствование двигательных навыков на различных снарядах («станциях»)
Развитие силовой выносливости.
Воспитание самостоятельности при занятиях атлетической гимнастикой.
3. Инвентарь: гантели, штанга, тренажёры.
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ)
*Основная часть**:***
Методические приемы повышения нагрузки на этом уровне обучения:
1. Увеличение числа повторений в подходе.
2. Увеличение числа самих подходов.
3. Увеличение числа упражнений, рассчитанных на одну мышечную группу.
4. Сокращение времени отдыха между подходами и упражнениями.
5. Использование Принципа Приоритета (начинать каждую тренировку с отстающей группы мышц).
Грудные мышцы
Жим штанги, лёжа широким хватом: 12,10,8 раз.
Разводы гантелей лёжа:
15,12,10 раз.
Мышцы спины (широчайшие)
Подтягивания к груди средним хватом:

3 подхода до предела.
Тяга за голову широким хватом:
12,10,8 раз.
Плечи (дельтовидные мышцы)
Жим из – за головы широким хватом:
12,10,8 раз.
Подъём гантелей в стороны:
15,12,10 раз.
Мышцы ног
Жим ногами лёжа: 20,15,10 раз.
Разгибания ног сидя: 15,12,10 раз.
Сгибания ног лёжа: 15,12,10 раз.
Голень в станке стоя: 10,15,10 раз.
Мышцы живота
«Скручивания» на верхнем блоке: 3х20 раз.
Подъёмы согнутых ног в висе: 3х20 раз.
Мышцы рук (бицепсы и трицепсы)
Сгибания рук со штангой: 12,10,8 раз.
Сгибания рук в тренажере Скотта: 12,10,8 раз.
Жим на верхнем блоке: 15,12,10 раз.
Разгибания руки с гантелью из-за головы:
12,10,8 раз.
Мышцы предплечий
Сгибания рук в лучезапястных суставах:
хватом сверху:15,12,10 раз.
Грудные мышцы
Жим штанги, лёжа под углом:
12,10,8 раз.
Сведения рук на блочной машине:
15,12,10 раз.
Мышцы спины (широчайшие)
Тяга на верхнем блоке к груди средним хватом: 12,10,8 раз.
Тяга гантелей к животу стоя в наклоне:
12,10,8 раз.
Плечи (дельтовидные мышцы)
Жим гантелей сидя (стоя):
12,10,8 раз.
Тяга штанги к подбородку узким хватом:
12,10,8 раз.
Мышцы ног и низа спины
Приседания со штангой на плечах: 15,12,10 раз.
Наклоны со штангой на плечах: 12,10,8 раз.
Голень в станке сидя: 20,15,10 раз.
Мышцы живота

Подъёмы туловища на наклонной скамье: 3х20 раз.
Скручивания на верхнем блоке стоя на коленях: 3х20 раз.
Мышцы рук (бицепсы и трицепсы)
Сгибания рук со штангой хватом сверху:
12,10,8 раз.
Сгибания рук с гантелями стоя (сидя):
15,12,10 раз.
Жим штанги, лёжа узким хватом:
12,10,8 раз.
Жим на верхнем блоке обратным хватом: 15,12,10 раз.
Мышцы предплечий
Сгибания рук в лучезапястных суставах хватом снизу:
15,12,10 раз.
*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 46
по разделу *атлетическая гимнастика*
Специальный комплекс упражнений на снарядах массового типа.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Закрепить знания и практические умения на занятиях по атлетической гимнастике.
2.Задачи:
Развития плечевого пояса, туловища, ног.
Совершенствование двигательных навыков на различных снарядах («станциях»)
Развитие силовой выносливости.
Воспитание самостоятельности при занятиях атлетической гимнастикой.
3. Инвентарь: гантели, штанга, тренажёры.
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ)
*Основная часть**:***
Методические приемы повышения нагрузки на этом уровне обучения:
1. Увеличение числа повторений в подходе
2. Увеличение числа самих подходов
3. Увеличение числа упражнений, рассчитанных на одну мышечную группу.
4. Сокращение времени отдыха между подходами и упражнениями
5. Использование Принципа Приоритета (начинать каждую тренировку с отстающей группы мышц)

Грудные мышцы
Жим штанги, лёжа под углом:
12,10,8 раз.
Сведения рук на блочной машине:
15,12,10 раз.
Мышцы спины (широчайшие)
Тяга на верхнем блоке к груди средним хватом: 12,10,8 раз.
Тяга гантелей к животу стоя в наклоне:
12,10,8 раз.
Плечи (дельтовидные мышцы)
Жим гантелей сидя (стоя):
12,10,8 раз.
Тяга штанги к подбородку узким хватом:
12,10,8 раз.
Мышцы ног и низа спины
Приседания со штангой на плечах: 15,12,10 раз.
Наклоны со штангой на плечах: 12,10,8 раз.
Голень в станке сидя: 20,15,10 раз.
Мышцы живота
Подъёмы туловища на наклонной скамье: 3х20 раз.
Скручивания на верхнем блоке стоя на коленях: 3х20 раз.
Мышцы рук (бицепсы и трицепсы)
Сгибания рук со штангой хватом сверху:
12,10,8 раз.
Сгибания рук с гантелями стоя (сидя):
15,12,10 раз.
Жим штанги, лёжа узким хватом:
12,10,8 раз.
Жим на верхнем блоке обратным хватом: 15,12,10 раз.
Мышцы предплечий
Сгибания рук в лучезапястных суставах хватом снизу:
15,12,10 раз.
*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 47
по разделу *атлетическая гимнастика*
Развитие силовой выносливости.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Закрепить знания и практические умения на занятиях по атлетической гимнастике.
2.Задачи:
Совершенствование двигательных навыков на различных снарядах.

Развитие силовой выносливости.
Воспитание самостоятельности при занятиях атлетической гимнастикой.
3. Инвентарь: гантели, штанга, тренажёры.
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ).
*Основная часть**:***
Методические приемы, повышающие плотность и интенсивность занятий:
1. Принцип суперсета. Более всего подходит среднеподготовленным учащимся. Представляет собой сочетание двух упражнений, выполняемых одно за другим без отдыха. Если за мышцей (бицепсом плеча) "проработать" мышцу - антагонист (трицепс плеча), то восстановление бицепса идет намногобыстрее.
2.Принцип комбинированной тренировки. Мышцы человека устроены так, что могут выполнять два противоположных в физиологическом смысле движения. Либо с большим весом и малым числом повторений, либо с малым весом и большим числом повторений. Заставить мышцу работать разносторонне - вот цель этого принципа.
Грудь-Спина
1. Жим штанги, лежа широким хватом.
Тяга за голову широким хватом.
2. Разводы гантелей лёжа.
Тяга к груди средним хватом.
3. Отжимания от брусьев.
Тяга штанги в наклоне к животу.
Бицепс – Трицепс
1.Сгибания рук со штангой стоя.
Жим штанги, лёжа узким хватом.
2.Сгибания рук с гантелями попеременно.
Жим на верхнем блоке книзу.
Плечи
1.Жим штанги из-за головы.
Подъёмы гантелей в стороны.
2. Тяга штанги к подбородку.
Подъёмы гантелей в стороны в наклоне.
Квадрицепс – Бицепс бедра
1. Приседания со штангой
Бицепс бедра в станке лёжа.
2. Жим ногами
Тяга штанги с прямыми ногами.
3. Гакк – приседания.
Наклоны со штангой на плечах.

Мышцы голени.
Голень в станке стоя.
Голень в станке сидя.
Мышцы живота
«Скручивания» туловища в станке.
Подъём согнутых ног в станке
«Скручивания» туловища, лёжа на спине.
Подъём согнутых ног в висе.
*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 48
по разделу *атлетическая гимнастика*
Развитие силовых качеств.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Закрепить знания и практические умения на занятиях по атлетической гимнастике.
2.Задачи:
Развития плечевого пояса, туловища, ног.
Совершенствование двигательных навыков на различных снарядах.
Развитие силовой выносливости.
Воспитание самостоятельности при занятиях атлетической гимнастикой.
3. Инвентарь: гантели, штанга, тренажёры.
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ)
*Основная часть**:***
Методические приемы, повышающие плотность и интенсивность занятий:
1. Принцип суперсета. Более всего подходит среднеподготовленным учащимся. Представляет собой сочетание двух упражнений, выполняемых одно за другим без отдыха. Если за мышцей (бицепсом плеча) "проработать" мышцу - антагонист (трицепс плеча), то восстановление бицепса идет намногобыстрее.
2.Принцип комбинированной тренировки. Мышцы человека устроены так, что могут выполнять два противоположных в физиологическом смысле движения. Либо с большим весом и малым числом повторений, либо с малым весом и большим числом повторений. Заставить мышцу работать разносторонне - вот цель этого принципа.

3. Принцип Сплита (раздельные тренировки). Невозможно "прорабатывать " все мышечные группы на одном занятии с одинаковой интенсивностью. Поэтому все мышцы тела условно делят пополам и тренируют их раздельно: на первом занятии - мышцы верха тела, на втором - мышцы нижней части тела.

Грудь-Спина

Жим штанги, лёжа под углом.
Подтягивания к груди
Жим гантелей под углом лёжа
Тяга гантели в наклоне к животу
Отжимания от пола
Тяга на нижнем блоке к животу.

Бицепс - Трицепс

Сгибания рук со штангой обратным хватом.
Жим гантели из-за головы.
Сгибания рук в станке Скотта.
Жим на верхнем блоке книзу обратным хватом.

Плечи

Жим штанги с груди, стоя (сидя).
Тяга штанги к подбородку.
Жим гантелей сидя (стоя).
Подъёмы гантелей в стороны.

Квадрицепс – бицепс бедра

Жим ногами лёжа.
Бицепс бедра в станке лёжа
Приседания со штангой на груди.
Гиперэкстензия.

Мышцы голени

Подъёмы на носки с партнёром на плечах.
Голень в станке сидя.

Мышцы живота

«Скручивания» туловища в станке.
Наклоны в стороны с гантелью.
Подъём согнутых ног в станке.
Частичные подъёмы туловища, лежа на спине.

*Заключительная часть**:***

1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 49
по разделу *атлетическая гимнастика*
Комплекс общеразвивающих упражнений с гирями

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Закрепить знания и практические умения на занятиях по атлетической гимнастике.
2.Задачи:
Совершенствование двигательных навыков на различных снарядах.
Развитие силовой выносливости.
Воспитание самостоятельности при занятиях атлетической гимнастикой.
3. Инвентарь: гантели.
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ)
Основная часть:
Комплекс общеразвивающих упражнений с гирями
1) Жим гири от плеча вверх 8-12 раз
2) Тяга гири двумя руками к подбородку 8-12 раз
3) Жим гири двумя руками из-за головы 8-10 раз
4) Тяга гири одной рукой к животу, стоя в наклоне 8-10 раз
5) Наклоны с гирями вперёд 8-10 раз
6) Приседания, держа гири в руках у плеч 8-10 раз
7) Наклоны с гирями вперёд, держа ноги прямыми 8-10 раз
8) Приседания, держа гири в опущенных вниз руках 8-10 раз
9) Подъёмы на носки одной ногой, стоя у гимнастической стенки (гиря в другой руке) 10-15 раз каждой ногой.
10) Наклоны в стороны, держа гирю в одной руке (другая рука за головой)20 раз в каждую сторону.
11) Подъём гирь от пола к плечам и жим вверх 8-10 раз.
12) Жонглирование гирей (гирями)1 0-15 раз.
13) Рывок гири одной рукой 10-15 раз
14) Толчок гирь двумя руками 10-15 раз
15) Вращение влево - вправо в лучезапястном суставе, держа гирю в опущенной вниз руке 15-20раз.
Заключительная часть:
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 49
по разделу *атлетическая гимнастика*
Комплекс общеразвивающих упражнений с гантелями.

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Закрепить знания и практические умения на занятиях по атлетической гимнастике.

2.Задачи:
Совершенствование двигательных навыков.
Развитие силовой выносливости.
Воспитание самостоятельности при занятиях атлетической гимнастикой.
3. Инвентарь: гантели.
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Водная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ)
Основная часть:
Комплекс общеразвивающих упражнений с гантелями.
1) Поочерёдный жим гантелей вверх 8-12 раз каждой рукой
2) Подъём гантелей в стороны, стоя (сидя) 8-12 раз
3) Поочерёдный подъём гантелей вперёд – вверх 10-12 раз каждой рукой
4) Подъём гантелей в стороны, стоя в наклоне 10-12 раз
5) Поочерёдное сгибание рук в локтевых суставах 8-12 раз каждой рукой
6) Поочередное сгибание рук в локтевых суставах («молотковым» хватом) каждой рукой 8-12 раз
7) Жим гантели из-за головы8-12 раз каждой рукой
8) Разгибание руки в локтевом суставе, стоя в наклоне8-12 раз каждой рукой
9) Тяга гантели к поясу, стоя в наклоне 8-12 раз каждой рукой
10) Наклоны с гантелями вперёд 8-12 раз
11) Приседания, держа гантели в руках у плеч 8-12 раз к
12) Приседания держа гантели в опущенных вниз рука 8-12 раз
13) Наклоны с гантелями вперёд, держа ноги прямым и20-25 раз
14) Подъёмы на носки одной ногой, стоя у гимнастической стенки (гантель в другой руке) 20-25 раз.
15) Подъёмы плеч вверх, держа гантели в опущенных вниз руках 10-15раз.
16) Наклоны в стороны, держа гантель в одной руке (другая за головой)10-15раз.
17) Поднимание туловища, лежа на спине, держа гантель за головой (ноги согнуты в коленных суставах) 20-25 раз.
18) Сгибания рук в запястьях, держа гантели хватом сверху и снизу (предплечья лежат на опоре) 20-25 раз.
Заключительная часть:
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Практическая работа № 50.
по разделу *атлетическая гимнастика*
Развитие двигательных качеств круговым методом

(время на работу 1 час)

1.Цель:
Закрепить знания и практические умения на занятиях по атлетической гимнастике.
2.Задачи:
Совершенствование двигательных навыков.
Развитие силовой выносливости.
Воспитание самостоятельности при занятиях атлетической гимнастикой.
3. Инвентарь: гантели, штанга.
4.Место занятий: спортивный зал
5.Ход работы:
Вводная часть
1.Построение в одну шеренгу, приветствие.
2. Сообщение задач по выполнению практической работы.
3.Разминка (разминочный бег, ОРУ, СБУ).
*Основная часть**:***
Развитие двигательных качеств круговым методом:
- жим штанги лежа
- тяга за голову широким хватом
- жим из-за головы широким хватом
- сгибание рук со штангой
- жим на блоке книзу
- подъем рук с гантелями в стороны
- тяга штанги к подбородку
- наклоны со штангой на плечах
- приседания со штангой на плечах
- голень в станке стоя
- сгибания ног в станке лежа
- голень в станке сидя
- гиперэкстензия
- «скручивания» туловища
- подъемы ног в станке

*Заключительная часть**:***
1.Построение в одну шеренгу, упражнение на растяжку, висы.
2.Подведение итогов. Оценка степени решения задач, выявление мнения учащихся о результативности их деятельности. Выделение лучших и выставление оценок.

Приложение 2.1.5
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО СГ 05. «ОСНОВЫ ФИНАНСОВОЙ ГРАМОТНОСТИ»

2025

Методические рекомендации по выполнению практических работ разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта для профессии среднего профессионального образования (далее СПО), входящей в состав укрупненной группы профессий
15.00.00 Машиностроение, для специальности **15.02.09 Аддитивные технологии**,

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Злобина М.И., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Рассмотрено на заседании Методической комиссии СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и

Оглавление

№ п/п		Стр.
1.	Пояснительная записка	4
2.	Распределение доходов и расходов бюджетов в Российской Федерации	5
3.	Внебюджетные фонды	7
4.	Расчет показателей доходов и расходов. Источники финансирования дефицита бюджета	10
5.	Роль бюджета и бюджетной системы РФ	12
6.	Особенности кредитования в РФ	15
7.	Расчет семейного бюджета	19
8.	Использование «электронных кошельков» при расчетах в семейном бюджете	22
9.	Признаки типичных ситуаций финансового мошенничества в различных в сферах профессиональной деятельности	26
10.	Понятие, цели и задачи обязательного социального страхования	29
11.	Организация финансирования предпринимательской деятельности	34
12.	Система налогообложения РФ	35
13.	Теоретические функции налогообложения	39
14.	Возможности сокращения расходов и повышения доходов	42
15.	Алгоритм действий при нарушении прав граждан в финансовой сфере	44
16.	Стратегии действия в проблемных ситуациях с учетом особенностей своей профессии/специальности (характер возможного нарушения прав)	53
17.	Литература	59

Пояснительная записка

Методические рекомендации по выполнению практических работ составлены в соответствии с программой по СГ. 05 «Основы бюджетной грамотности» для специальности среднего профессионального образования (далее ПО) по **15.00.00 Машиностроение, для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии**

Выполнение практических работ по учебной дисциплине социально-гуманитарного цикла СГ.05 «Основы бюджетной грамотности» для специальности среднего профессионального образования (далее СПО) 15.02.09 Аддитивные технологии (базовая подготовка) является одним из важнейших условий реализации основной профессиональной образовательной программы.

Целью выполняемых работ является получение умений и знаний, которые необходимы обучающемуся для овладения им соответствующего вида профессиональной деятельности.

При выполнении практических работ основными задачами являются:

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2) выработка практических навыков самостоятельной работы;
3) подготовка обучающихся к будущей практической работе.

Практическая работа №1
Распределение доходов и расходов бюджетов
в Российской Федерации
(время на выполнение – 1 час)

1. Цель занятия:

Закрепить знания о бюджетной классификации и научиться применять их на практике, так как это является необходимым условием для правильного формирования и исполнения бюджетов всех уровней бюджетной системы Российской Федерации.

2. Общие сведения:

Бюджетная классификация Российской Федерации является группировкой доходов, расходов и источников финансирования дефицитов бюджетов бюджетной системы Российской Федерации, используемой для составления и исполнения бюджетов, составления бюджетной отчетности, обеспечивающей сопоставимость показателей бюджетов бюджетной системы.

Бюджетная классификация Российской Федерации включает (ст. 19 БК РФ):

классификацию доходов бюджетов (ст.20 БК РФ);

классификацию расходов бюджетов (ст.21 БК РФ);

классификацию источников финансирования дефицитов бюджетов (ст.23 БК РФ);

классификацию операций публично-правовых образований (далее - классификация операций сектора государственного управления или КОСГУ).

Код классификации доходов бюджетов РФ состоит:

1) из кода главного администратора доходов бюджета;

2) кода вида доходов;

3) кода подвида доходов;

4) кода классификации операций сектора государственного управления, относящихся к доходам бюджетов

Код классификации расходов бюджетов состоит:

1) из кода главного распорядителя бюджетных средств;

2) кода раздела, подраздела, целевой статьи и вида расходов;

3) кода классификации операций сектора государственного управления, относящихся к расходам бюджетов.

Код классификации источников финансирования дефицитов бюджетов состоит:

1) из кода главного администратора источников финансирования дефицитов бюджетов;

2) кода группы, подгруппы, статьи и вида источника финансирования дефицитов бюджетов;

3) кода классификации операций сектора государственного управления, относящихся к источникам финансирования дефицитов бюджетов.

Бюджетные полномочия по формированию доходов означают возможности органов власти различного уровня формировать свои доходы и осуществлять расходование средств. Эти полномочия установлены Бюджетным кодексом Российской Федерации (БК РФ) и иными нормативными документами.

Состав бюджетных полномочий по формированию доходов различных уровней власти представлен на рисунке 1.

Рис. 1. Бюджетные полномочия по формированию доходов бюджетов

Как следует из рисунка 1, органы власти всех уровней имеют полномочия по формированию доходов, а органы власти субъектов РФ — еще и по установлению нормативов отчислений в местные бюджеты. Перечень законодательных основ, устанавливающих полномочия РФ, субъектов РФ в этой области, а также сроки их введения, отражают перманентный характер законодательства, регулирующего полномочия органов власти и управления по формированию доходов. Постоянством отличаются только полномочия федеральных органов власти и управления. Все они начали действовать в 2008 г. По отношению к субъектам РФ установленные в 2008 г. бюджетные полномочия были изменены и дополнены вследствие проводимой реформы, нацеленной на внедрение среднесрочного бюджетного планирования.

Из общего перечня полномочий субъектов РФ в области формирования доходов бюджетов действующим законодательством выделяются полномочия по установлению нормативов отчислений от федеральных и региональных налогов и сборов в местные бюджеты.

Именно эти полномочия наиболее динамично изменяются в последние годы, что подтверждают результаты исследования. В частности, с 1 января 2014 г. изменены требования к дополнительным нормативам отчислений по налогу на доходы физических лиц, что явилось следствием перераспределения расходных и доходных полномочий между уровнями бюджетной системы РФ.

Таким образом, права органов государственной власти и органов местного самоуправления позволяют сформировать бюджеты бюджетной системы РФ.

Полномочия органов власти и управления по формированию доходов бюджетов — это лишь часть бюджетных полномочий РФ, субъектов РФ, муниципальных образований, определенных ст. 7-9 БК РФ. Из их совокупности особо выделяются бюджетные полномочия, относящиеся к формированию доходов соответствующих бюджетов.

3. Порядок выполнения работы:

Прочитайте теоретический материал.

Выпишите в тетрадь, что включает в себя бюджетная классификация РФ.

4. Содержание отчета:

- Краткие теоретические сведения по теме.
- Изучить порядок распределения доходов и расходов бюджетов в РФ.
- Результаты выполнения индивидуального задания записать в тетрадь.
- Анализ полученных результатов и выводы по работе.

5. Контрольные вопросы:

1. Приведите определение бюджетной классификации.

2. Перечислите, какие полномочия имеют органы государственной власти различных уровней в части формирования доходов бюджетов.
3. Сделайте вывод о проделанной работе

Практическая работа №2
Внебюджетные фонды

(время на выполнение – 1 час)

1. Цель занятия:

Дальнейшее закрепление материала, связанного с темой «Внебюджетные фонды». Развитие у обучающихся логического мышления, умения выявлять из текста главное, понимать формы организации финансовых ресурсов, возможности создания внебюджетных фондов, особенности функционирования и назначения внебюджетных фондов.

2. Общие сведения:

Государственные внебюджетные фонды

Внебюджетные фонды являются одной из форм организации финансовых ресурсов, заключающейся в их перераспределении и использовании для финансирования определенных общественных потребностей.

Потребность в перераспределении бюджетных ресурсов возникает, когда данные ресурсы ограничены, особенно при сложном финансовом состоянии экономики. Благодаря незакрепленности доходов за конкретными видами расходов, средства госбюджета достаточно мобильны.

Однако в такой ситуации существует опасность урезания расходов на социальные потребности, поэтому достаточно важным является определение наиболее значимых участков и обеспечить их целевым направлением и использованием поступающих средств.

Одним из способов решения данной задачи является создание внебюджетных фондов с конкретным назначением: расширить источники государственного финансирования социальных нужд для обеспечения реализации конституционных прав граждан.

В зависимости от своего назначения, внебюджетные фонды могут быть экономическими – с целью аккумулирования средств для финансирования хозяйственных нужд, и социальными – для формирования страховых, пенсионных и прочих резервов с целью осуществления социальной защиты населения. По уровню управления внебюджетные фонды подразделяются на государственные и региональные. С помощью внебюджетных фондов осуществляется:

Влияние на процесс производства посредством финансирования, кредитования, субсидирования отечественных предприятий;

Обеспечение природоохранных мероприятий;

Оказание социальных услуг населению (выплата пенсий, пособий, финансирование социальной инфраструктуры;

Предоставление займов, включая партнеров за рубежом.

Формирование и функционирование внебюджетных фондов находится в ведении органов власти государства: центральных, республиканских, местных, и регламентируется законодательством. Источники формирования внебюджетных фондов в основном обуславливаются характером и масштабом поставленных перед ними задач, а так же экономическим и финансовым положением государства. Имеется два пути создания внебюджетных фондов: выделение из бюджета расходов, имеющих особое значение, либо формирование внебюджетного фонда для определенных целей с собственными источниками доходов. Цель создания фонда обычно отражается в его названии. Важнейшим материальным источником для большей части государственных внебюджетных фондов является национальный доход. С целью его перераспределения, в качестве способа мобилизации используются налоги и сборы, бюджетные средства и займы. Налоги и сборы устанавливаются законодательством. Доходы внебюджетных фондов поступают из следующих источников:

Налоги и сборы целевого характера, устанавливаемые законодательной властью;

Средства госбюджета в форме безвозмездных субсидий или отчислений;

Отчисления от прибыли предприятий и организаций;

Прибыль от коммерческой деятельности фондов и отдельных лиц;

Займы, предоставляемые фондам от коммерческих банков или Центрального банка России;

Прочие виды доходов, предусмотренные законодательством.

Поступление доходов в фонды обеспечивается органами исполнительной власти, осуществляющими сбор налогов в федеральный бюджет. Особенности государственных внебюджетных фондов:

Строгая целевая направленность и планирование органами государственной власти;

Финансовые средства из внебюджетного фонда могут использоваться для покрытия расходов государства, не включенных в госбюджет.

Внебюджетные фонды в качестве источника формирования используют обязательные отчисления физических и юридических лиц;

Взносы поступают в виде обязательных налоговых платежей, установленных государством;

Средства фонда не подлежат изъятию для использования в целях, отличных от назначения данного фонда;

Учет расходов фонда производится по распоряжению Правительства РФ или правления фонда.

На территории России действуют следующие внебюджетные фонды:

Пенсионный фонд Российской Федерации;

Фонд социального страхования Российской Федерации;

Федеральный фонд обязательного медицинского страхования;

Прочие внебюджетные фонды.

Для наглядности рассмотрим более подробно функционирование некоторых социальных внебюджетных фондов. Пенсионный фонд Российской Федерации является важнейшим социальным внебюджетным фондом, который предназначен для произведения выплат пенсий гражданам в соответствии с действующим законодательством.

Фонд выплачивает трудовые и социальные пенсии, пенсии военнослужащим и их семьям, различные пособия и выплаты определенным категориям лиц. Средства в данный фонд поступают из следующих источников:

страховые взносы работодателей и граждан;

средства федерального бюджета;

суммы различных финансовых санкций;

добровольные взносы юридических и физических лиц:

доходы от инвестирования свободных финансовых средств фонда;

иные источники, не запрещенные законодательством.

Пенсионный фонд РФ – это самостоятельная финансово-банковская система, являющаяся органом государственного управления в области финансов пенсионного обеспечения. Средства, составляющие бюджет фонда, являются федеральной собственностью и не подлежат перераспределению в прочие бюджеты. Фонд подотчетен правительству федерации и ежегодно представляет информацию о своей деятельности в парламент. Структура Пенсионного фонда гарантирует текущие и чрезвычайные выплаты пособий в масштабах всей страны в различных ситуациях, например, выплату пенсий при резком увеличении числа пенсионеров в результате стихийных бедствий; повышение размера выплачиваемых пенсий при резких скачках цен и т. д.

Фонд обязательного медицинского страхования РФ (ФОМС) так же является социальным внебюджетным фондом. Средства из данного фонда направляются в страховые компании, работающие на основе лицензий и подбирающие медицинские учреждения, способные

оказать действительную эффективную помощь застрахованным гражданам на бесплатной основе.

Фонд производит финансирование различных медицинских программ, развитие медицины и научных исследований в этой области, оплату лечения и т. д.

Формирование средств фонда происходит за счет ассигнований и страховых взносов за своих работников организаций любых форм собственности и видов деятельности, а также органов исполнительной власти, осуществляющих платежи за неработающих лиц (детей, пенсионеров и т. д.). В результате все граждане получают гарантированный объем медицинских услуг, включая скорую помощь.

Кроме социальных, могут создаваться и действовать государственные внебюджетные фонды иного назначения – экономического. Экономические внебюджетные фонды создаются федеральными, региональными либо местными органами власти для финансирования расходов государства по отдельным бюджетным статьям и консолидируются в составе бюджета государства для обеспечения более полного контроля за поступлением и целевым использованием средств данных фондов.

Состав экономических внебюджетных фондов непостоянен и связан с необходимостью финансирования развития определенных направлений и секторов экономики, социальной сферы, а так же охраны окружающей среды. За последние годы в состав бюджетов входили следующие фонды:

Федеральный фонд сохранения биологических ресурсов;

Экологические фонды разных уровней (федеральные, территориальные);

Фонд развития таможенной системы РФ;

Государственный фонд борьбы с преступностью.

Внебюджетные фонды освобождаются от уплаты налогов и пошлин по основным направлениям своей деятельности.

3. Порядок выполнения работы:

Прочитайте теоретический материал.

Выделите для себя наиболее сложные для запоминания моменты.

Выпишите в тетрадь, что является основным признаком внебюджетных государственных фондов, из чего они образуются.

Ответьте на вопросы в конце текста.

4. Содержание отчета:

- Краткие теоретические сведения по теме.
- Изучить понятие внебюджетных фондов.
- Результаты выполнения индивидуального задания записать в тетрадь.
- Анализ полученных результатов и выводы по работе.

5. Контрольные вопросы:

1. Дайте определение внебюджетных фондов.

2. Перечислите основные этапы внебюджетных фондов в РФ

3. В чем состоит социально-экономическое значение внебюджетных фондов? 4. Назовите, какие могут быть фонды по принадлежности

5. Какие методы используются для формирования специальных фондов?

6. Какие задачи решает государство при помощи фондов?

7. В чем заключается объективная необходимость формирования внебюджетных фондов в современных условиях?

8. Дайте классификацию внебюджетных фондов?

Практическая работа №3

Расчет показателей доходов и расходов. Источники финансирования дефицита бюджета

(время на выполнение – 1 час)

1. Цель занятия:

Закрепить и усвоить знания по расчету показателей доходов, а также по источникам финансирования бюджета.

2. Общие сведения:

Дефицит – превышение расходов бюджета над его доходами.

Дефицит бюджета является следствием кризисных явлений в экономике государства (падение производства, снижение эффективности функционирования отдельных отраслей хозяйства, большие расходы на покрытие стихийных убытков и т.д.). Бюджетный дефицит требует принятия своевременных мер со стороны правительства для его ликвидации. Проблемы, связанные с бюджетным дефицитом чаще всего лежаться на население.

Бюджетный профицит – превышение доходов бюджета над его расходами.

Расходы бюджетов – денежные средства, направленные на финансовое обеспечение задач и функций государственного и местного самоуправления.

Доходы бюджета – поступления денежных средств в бюджет на безвозмездной и безвозвратной основе.

Сумма дохода бюджета = сумма расходной части бюджета - размер дефицита бюджета

В свою очередь сумма расходов бюджета состоит из собственных и регулирующих доходов.

Сумма регулирующих доходов = сумма доходов бюджета – сумма собственных доходов

Источники финансирования дефицита бюджета утверждаются органами законодательной власти в законе о бюджете на очередной финансовый год по основным видам привлеченных средств. Кредиты Банка России, а также приобретение Банком России долговых обязательств РФ, субъектов РФ, муниципальных образований при их первичном размещении не служат источниками финансирования дефицита бюджета. Источники финансирования дефицитов бюджетов различных уровней.

Источниками финансирования дефицита федерального бюджета являются:

1) внутренние источники — кредиты, полученные Российской Федерацией от кредитных организаций в национальной валюте; государственные займы, осуществляемые путем выпуска ценных; бумаг от имени РФ; бюджетные ссуды, полученные от бюджетов других уровней бюджетной системы РФ;

2) внешние источники следующих видов — государственные займы, осуществляемые в иностранной валюте путем выпуска ценных бумаг от имени РФ; кредиты правительств иностранных государств, банков и фирм, международных финансовых организаций, предоставленные в иностранной валюте.

Источниками финансирования *дефицита бюджета субъекта РФ* являются внутренние источники в следующих формах:

1) государственные займы, осуществляемые путем выпуска ценных бумаг от имени субъекта РФ;

2) бюджетные ссуды, полученные от бюджетов других уровней бюджетной системы РФ;

3)кредиты, полученные от кредитных организаций.

Источниками финансирования *дефицита местного бюджета* могут быть внутренние источники в следующих формах:

1) муниципальные займы, осуществляемые путем выпуска муниципальных ценных бумаг от имени муниципального образования;

2) бюджетные ссуды, полученные от бюджетов других уровней бюджетной системы РФ;

3) кредиты, полученные от кредитных организаций.

3. Порядок выполнения работы:

Используя теоретический материал произвести необходимые расчеты:

Задачи:

Рассчитайте сумму регулирующих доходов бюджета области если имеются следующие данные:

- сумма расходной части бюджета области составила – 730 мл. руб.
- дефицит бюджета составил 63 млн. руб.
- сумма собственных доходов – 580 млн. руб.

Определите размер дефицита или профицита бюджета субъекта РФ в текущем году, если:

- расходы бюджета субъекта РФ в предыдущем периоде составили 480 млн. руб., в текущем году они должны увеличиться на 23 %;
- доходы бюджета субъекта РФ в текущем периоде составят 405 млн. руб.

Предложите свои меры по предотвращению дефицита или профицита.

4. Содержание отчета:

- Краткие теоретические сведения по теме.
- Произведение расчетов показателей доходов и расходов.
- Результаты выполнения индивидуального задания записать в тетрадь.
- Анализ полученных результатов и выводы по работе.

5. Контрольные вопросы:

1. Что такое дефицит бюджета?
2. Что такое профицит бюджета?
3. Какие источники финансирования дефицита вы знаете?

Практическая работа №4
Роль бюджета и бюджетной системы РФ

(время на выполнение – 1 час)

1. Цель занятия:

Закрепить теоретические знания по теме «Роль бюджета и бюджетной системы РФ», изучение бюджетного законодательства РФ, подзаконно нормативно-правовых актов и использование их в профессиональной деятельности обучающихся, структуру бюджетной системы Российской Федерации, принципы ее построения.

2. Общие сведения:

Государство – политическая организация общества с определенной формой правления. Государство в современной экономике выполняет ряд важных регулирующих функций. Можно выделить универсальные функции государства, характерные для различных экономических систем: правовая, распределительная, перераспределительная и стабилизационная. Каждая функция обладает рядом особенностей, связанных с типом государственного устройства и управления (федеративным или унитарным).

Одним из механизмов, позволяющих государству проводить принятую политику, служит финансовая система государства, центральным звеном которой является совокупность бюджетов, образующих бюджетную систему государства. Каждый уровень власти имеет собственный бюджет. Бюджет служит для аккумуляции финансовых ресурсов и их использования на выполнение основных функций органов власти. По сути, бюджет является фор-

мой образования и расходования денежных средств. В современных условиях бюджет является основным инструментом государственного регулирования экономики, играет активную роль в обеспечении ее стабильности и развития. Именно поэтому бюджет объективно необходим каждому государству для выполнения возложенных на него функций.

Роль бюджета выражается в том, что он создает финансовую базу функционирования государства и муниципальных образований, выполнения ими своих задач. Значение бюджета заключается в концентрации в бюджете средств для осуществления государственной социально-экономической политики, обеспечения обороны и безопасности страны.

Являясь финансовой категорией бюджет выполняет ряд функций как общего характера (общие функции финансов): воспроизводственная (аккумулирующая); распределительная (перераспределительная); контрольная, так и некоторые специфические: плановая, регулирующая, аналитическая (информационная), стабилизирующая, социальная. Каждая из которых несет важную нагрузку для государства и общества. Воспроизводственная - представляет собой процесс аккумуляции денежных средств в доходной части бюджета. Распределительная – производит распределение средств на производственную и непроизводственную сферы, межтерриториальное и межотраслевое распределение финансовых ресурсов. Контрольная - обеспечивает неукоснительное выполнение бюджета, для чего создаются органы государственного (муниципального) финансового контроля. Плановая функция бюджета выражается в установлении пропорций в развитии национальной экономики. Регулирующая функция бюджета проявляется во взаимодействии с различными участниками общественного воспроизводства. Аналитическая функция бюджета состоят в классификации и систематизации действующих потребностей и возможностей общества. Социальная функция позволяет добиваться развития человеческих способностей – главного двигателя общественного прогресса.

Структура бюджетной системы государства во многом определяется типом его государственного устройства и полностью ему соответствует. Федеративное устройство России закреплено в Конституции и предопределяет трехуровневую структуру бюджетной системы РФ: федеральный бюджет и бюджеты государственных внебюджетных фондов; бюджеты субъектов РФ и региональные бюджеты государственных внебюджетных фондов: местные бюджеты.

Главенствующая роль в бюджетной системе принадлежит федеральному бюджету. Федеральный бюджет, бюджеты субъектов РФ и бюджеты государственных внебюджетных фондов разрабатываются и утверждаются в форме федеральных законов и законов субъектов РФ. Местные бюджеты разрабатываются и утверждаются в форме решений местных органов власти.

Основным критерием эффективности бюджетной деятельности выступает достаточность бюджетов, отсутствие бюджетного дефицита.

Бюджетное устройство - организация бюджетной системы и взаимосвязей между ее отдельными звеньями. Бюджетное устройство включает: структуру бюджетной системы; принципы функционирования (организации) бюджетной системы; бюджетную классификацию. Бюджетное устройство находится в непосредственной зависимости от государственного устройства (федеративное или унитарное государство), от социально-экономического строя общества. Основой бюджетного устройства РФ является бюджетный федерализм, реализуемый посредством единой бюджетно-налоговой политики государства.

Об эффективности бюджетного федерализма в государстве можно судить по конечному результату применения соответствующих финансовых механизмов.

Структура бюджетной системы в РФ представлена тремя уровнями. Принципы функционирования бюджетной системы определены Бюджетным Кодексом и представляют собой тринадцать взаимосвязанных принципов: единства бюджетной системы РФ; разграничения доходов, расходов и источников финансирования дефицитов бюджетов между бюджетами бюджетной системы РФ; самостоятельности бюджетов; равенства бюджетных прав

субъектов РФ и муниципальных образований; полноты отражения доходов, расходов и источников финансирования дефицитов бюджетов; сбалансированности бюджета; результативности и эффективности использования бюджетных средств; общего (совокупного) покрытия расходов бюджетов; прозрачности (открытости); достоверности бюджета; адресности и целевого характера бюджетных средств; подведомственности расходов бюджетов; единства кассы.

Бюджетная классификация является инструментом обеспечения прозрачности и полноты отражения показателей бюджета. Она позволяет систематизировать информацию о состоянии бюджетной системы и является единой для всех уровней бюджетной системы.

Бюджетная политика – важнейший элемент экономической политики государства и меры, осуществляемые государством, направленные на формирование государственного фонда средств, необходимого для нормальной жизнедеятельности общества. В рыночной экономике госбюджет выполняет важные макроэкономические функции.

Во-первых, обеспечивает создание общественных благ. В этом состоит исходная и основная функция госбюджета.

Во-вторых, создается материальная база для управления рыночными процессами с помощью государственного фонда средств.

В-третьих, формируется основа для решения задач роста благосостояния населения, для решения насущных социальных вопросов.

Бюджетная политика основывается на нескольких теоретических концепциях, которые построены на различных макроэкономических основаниях.

Первая концепция базируется на том, что бюджет должен быть ежегодно сбалансирован. До недавнего времени ежегодно балансируемый бюджет считался целью финансовой политики, обеспечивающей стабильное экономическое развития национальной экономики. Однако такое состояние бюджета исключает возможности фискальной политики государства, имеющую антициклическую стабилизирующую направленность.

Стремясь непременно сбалансировать бюджет, правительство должно либо повысить ставки налогов, либо сократить государственные расходы, либо использовать сочетание этих двух мер.

Для предотвращения возможного профицита правительство должно принять следующие меры: либо снизить ставки налогов, либо увеличить правительственные расходы, либо использовать сочетание этих двух мер. Следствием этого будет усиление инфляции.

Вторая концепция бюджетной политики базируется на том, что бюджет должен быть сбалансирован в ходе экономического цикла, а не ежегодно. Данная концепция предполагает, что правительство осуществляет антициклическое воздействие и одновременно стремится сбалансировать бюджет. Логическое обоснование этой концепции бюджетной политики просто, разумно и привлекательно. Для того чтобы противостоять спаду производства, правительство сознательно идет на временный дефицит бюджета. В ходе последующего подъема правительство повышает налоги и снижает государственные расходы. Возникающее положительное сальдо бюджета может быть использовано на покрытие дефицита, возникшего в период спада. Таким образом, правительство проводит позитивную антициклическую политику и одновременно балансирует бюджет, но не обязательно ежегодно, а, возможно, за период в несколько лет.

Третья концепция ориентируется на идею так называемых «функциональных финансов». В соответствии с этой концепцией, целью государственных финансов является обеспечение сбалансированности экономики, а не бюджета, при этом достижение макроэкономической стабильности может сопровождаться как устойчивым профицитом, так и устойчивым дефицитом бюджета. Политика предполагает наличие четкой программы финансовых мероприятий по финансовому оздоровлению экономики, контроль за развитием бюджетного дефицита и поиск источников его покрытия, выделение бюджетных средств на мероприятия, дающие значительный экономический эффект.

3. Порядок выполнения работы:

1.Прочитайте теоретический материал.
2. Проанализируйте текст
3. Выделите главные составляющие структуры бюджетной системы государства.
4. Письменно ответьте на вопросы в конце материала

4. Содержание отчета:

- Краткие теоретические сведения по теме.
- Изучить роль бюджета и бюджетной системы бюджетов РФ.
- Результаты выполнения индивидуального задания записать в тетрадь.
- Анализ полученных результатов и выводы по работе.

5. Контрольные вопросы:

1. Дать определение понятия «Государство»
2.Раскрыть основные функции государства.
3. Роль и значение бюджета для государства
4. Какие функции выполняет бюджет?
5.Что может сделать правительство, чтобы сбалансировать бюджет?
6. Что может привести к усилению инфляции?
7.Основные направления развития бюджетной политики РФ.

Практическая работа №5
Выбор банка и банковского кредита

(время на выполнение – 1 час)

1. Цель занятия:

Анализ теоретического материала. Уметь определять порядок показателей при получении кредита.

2. Общие сведения:

Кредит — это система экономических отношений в связи с передачей от одного собственника другому во временное пользование ценностей в любой форме (товарной, денежной, нематериальной) на условиях возвратности, срочности, платности.

Кредит — это товар, продаваемый за специфическую цену, — ссудный процент и на специфических условиях — на срок, с возвратом.

Продавец кредита — кредитор, ссудодатель.

Покупатель кредита — должник, дебитор, ссудополучатель, заемщик.

Специфические условия, на которых предоставляется кредит, составляют основные принципы кредитования. Основными принципами кредитования являются возвратность, срочность и платность. Возвратность предполагает, что переданные в долг ценности в оговоренной заранее форме (кредитном соглашении), чаще всего денежной, будут возвращены продавцу кредита (кредитору). Нарушение принципа возвратности может нанести непоправимый ущерб кредитору, поэтому в современных условиях в кредитных соглашениях принято оговаривать способы страхования кредитного риска. Целевая направленность кредитования обеспечивает возвратность и платность ссуды.

Кредитное соглашение — письменный договор кредитора и должника при предоставлении-получении кредита, подробно оговаривающий условия возвратности, срочности и платности. Согласно ст. 819 ГК РФ по кредитному договору банк или иная кредитная организация (кредитор) обязуются предоставить денежные средства (кредит) заемщику в размере и на условиях, предусмотренных договором, а заемщик обязуется возвратить получен-

ную денежную сумму и уплатить проценты на нее. Кредитный договор должен быть заключен в письменной форме. Несоблюдение письменной формы влечет недействительность кредитного договора.

Кредитный риск — риск невозврата дебитором кредитору кредита. Страхование кредитного риска — система мер по обеспечению возврата кредитору ссуды в срок.

Срочность кредита

Срочность кредитования — это естественная форма обеспечения возвратности кредита. Она означает, что ссуда должна быть не просто возвращена, а возвращена в строго оговоренный в кредитном соглашении срок. Для этого в кредитном соглашении подробно разрабатывается график погашения кредита и уплаты процентов. Например, график погашения кредита, выданного с условием возврата через 10 лет из 10% годовых, выглядит следующим образом (рис.64):

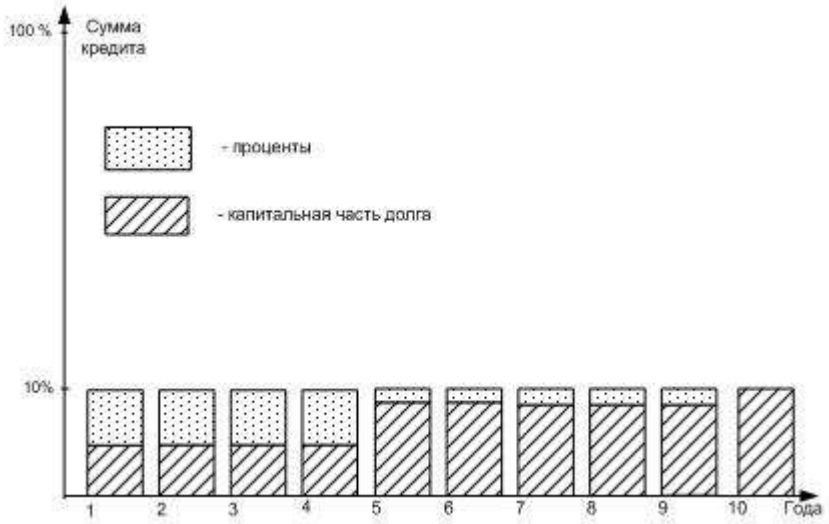


График погашения кредита на 10 лет из 10% годовых

Обеспеченность кредита

Обеспеченность кредита — дополнительный принцип кредитования, который всегда включается в кредитное соглашение. С принятием закона "О банках и банковской деятельности" коммерческие банки получили возможность выдавать своим клиентам кредиты под различные формы его обеспечения.

Наиболее распространенными видами обеспечения ссуд являются:

материальные ценности, оформленные залоговым обязательством;

гарантии посредников платежеспособных юридических и физических лиц (банков и т. п.);

страховые полисы, оформленные заемщиками в страховой компании по риску непогашения ссуды;

ликвидные ценные бумаги.

Платность кредита

Принцип платности кредита означает, что заемщик денег должен внести определенную единовременную плату за пользование кредитом или платить в течение оговоренного срока.

Целевая направленность кредита

Дополнительным принципом кредитования является его целевая направленность, которая создает условия для соблюдения принципов возвратности и платности ссуд, а также в определенной степени и их срочности. Этот принцип предполагает выдачу ссуды под четкую цель ее использования (оговаривается в кредитном соглашении). Целевая направленность ссуды позволяет кредитору четко представлять возможности заемщика по возврату ссуды в срок с процентами. Наиболее стабильным считается кредитование на производительные цели, когда вложенные деньги дают реальную отдачу- прибыль.

Дифференцированность кредита

Принцип дифференцированности кредита означает различный подход к заемщикам в зависимости от их реальных возможностей погасить ссуду.

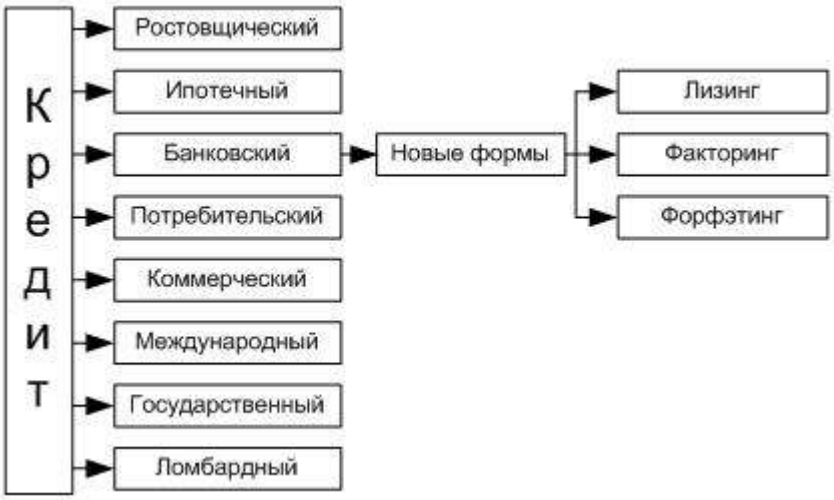
Принцип дифференцированного подхода к заемщикам в зависимости от их реальных возможностей погасить взятый кредит предполагает деление заемщиков на первоклассных и сомнительных. Внутри этих групп обычно применяют более подробную дифференциацию, используя систему кредитных рейтингов. Внутри кредитных рейтингов должники дифференцируются достаточно подробно с учетом целого комплекса критериев.

Кредитный рейтинг — это система дифференциации заемщиков по признаку платежеспособности.

Платежеспособность — это способность заемщика погасить кредит в сроки с процентами. Зависит от экономических и социально-политических факторов.

Совокупное применение на практике всех принципов банковского кредитования позволяет соблюсти как общегосударственные интересы, так и интересы обоих субъектов кредитной сделки банка и заемщика

Виды кредита



Виды и формы кредита

При расчете процента по каждому кредиту определяются две его составляющие: 1) базовая процентная ставка и 2) надбавка за риск с учетом надежности конкретного заемщика и условий кредитного договора. Проценты за кредит - это плата, которую банк получает от заемщика за пользование ссудой (платность).

Размер процентов для разных видов кредитных операций устанавливается согласно кредитному соглашению соответственно.

Виды процентных ставок:

• фиксированные (неизменны на протяжении всего термина);

• плавающие (зависят от колебания спроса и предложения на кредитные ресурсы и изменения депозитного процента);

• базовые (средняя ставка).

На процентную ставку влияют факторы:

внешние (состояние кредитного рынка, характер государственного регулирования деятельности коммерческих банков, включая налогообложение);

внутренние (оценка банка степени риска кредита, вид, кредита, срок на который выдается кредит, размер ссуды).

3. Порядок выполнения работы:

Прочитайте текст

Выпишите в тетрадь основные принципы кредитования.

Основные пункты договора о кредитовании.

Что такое целевая направленность кредита.

В чем заключается принцип дифференцированность кредита.

Перечислите формы и виды кредита.

Каковы виды процентных ставок.

Выполните предложенные задачи.

Задание №1. Фирма берет ссуду на квартал с обязательством возвратить 100тыс. руб. Определите сумму, полученную фирмой – заемщиком, и величину дисконта, удержанного банком, если учетная ставка составляет 15% годовых.

Задание №2 . Кредит в сумме 500 тыс. руб. выдан фирме под 8% годовых. Для погашения единовременным платежом создается погасительный фонд. На взносы в фонд начисляются проценты по ставке 10% годовых. Проценты периодически выплачиваются кредитору. Определите размер ежегодных взносов фирмы в погасительный фонд и общие расходы на погашение кредита

Задание №3. Кредит в сумме 500тыс. руб. взят фирмой на 5 лет под 20% годовых. Погашение кредита предполагается равными срочными уплатами, включающими в себя и проценты по кредиту. Определите размеры выплат и общие расходы фирмы по погашению кредита.

4. Содержание отчета:

- Краткие теоретические сведения по теме.
- Изучить особенности кредитования в РФ.
- Результаты выполнения индивидуального задания записать в тетрадь.
- Анализ полученных результатов и выводы по работе.

5. Контрольные вопросы:

1. Что собой представляет кредит?
2. Дайте определение кредитному соглашению.
3. Что из себя представляет целевая направленность кредита?

Практическая работа №6
Расчет семейного бюджета

(время на выполнение – 1 час)

1. Цель занятия:

Научиться планировать семейный бюджет, составлять баланс доходов и расходов семейного бюджета.

2. Общие сведения:

Бюджет (англ. budget) - роспись доходов и расходов государства, учреждения, семьи или отдельного лица на определенный срок. С одной стороны, бюджет - совокупность, масса финансовых ресурсов, средств, которыми располагает любой экономический субъект (государство, предприятие или семья). С другой стороны, это соотношение между доходами и расходами экономического субъекта, баланс его денежных средств, характеризующий их поступления или расходования в течение определенного периода, чаще всего одного года. Иначе говоря, бюджет определяет содержимое «денежной сумки»: наличие в ней денежных средств или их дефицит, динамику ее наполнения или уменьшения, каналы прихода и расхода денег, соотношение между доходами и расходами». Бюджеты и бюджетное регулирование существуют в любой социально - экономической системе, присущи экономике как рыночного, так и нерыночного типа. Однако характер бюджетного устройства, способы формирования, утверждения, исполнения бюджетов в них обладают принципиальным различием.

Семейный бюджет - это план регулирования денежных доходов и расходов семьи, составляемый обычно на месячный срок.

Доход - это общая сумма денежных средств и материальных благ, зарабатываемых или получаемых людьми за определенный период.

Расходы - это денежные средства, затраченные на содержание семьи. В результате составления баланса доходов и расходов семьи выявляется дефицит (недостаток) или накопления (избыток) семейного бюджета.

Различают три вида семейного бюджета: совместный, долевой и раздельный.

1) Совместный бюджет.

Это самый распространенный вид семейного бюджета. При таком способе распределения денег, все средства, заработанные членами семьи, складываются вместе, и затем супруги совместно решают, как распределить полученную сумму на определенный промежуток времени (обычно - на месяц). Самый большой плюс такого подхода - в ощущении единства. Муж и жена вместе обсуждают предстоящие затраты, вместе отвечают за расчет средств. Совместный тип бюджета, или «общий кошелек», обычно используют супруги с приблизительно равными доходами или пары, где жена частично или полностью находится на иждивении у мужа. Этот вариант практически неизбежен в случае, когда женщина полностью посвящает себя уходу за ребенком, а единственным кормильцем остается муж. То есть фактически бюджет становится единоличным, но психологически он все-таки является общим - деньги лежат в определенном месте, супруги вдвоем решают, как ими распорядиться. Основа такого подхода в доверии друг к другу, взаимной ответственности и умению находить компромисс.

2) Долевой бюджет (Совместно - раздельный).

Совместно-раздельный бюджет в настоящее время приобретает все большую актуальность. Этот принцип работает лучше всего в случае, если разница между зарплатами супругов незначительна. Для этого сначала надо рассчитать, сколько денег ваша семья тратит каждый месяц на питание, коммунальные платежи, хозяйственные расходы и прочие нужды. Далее эта сумма распределяется между членами семьи либо пополам, либо в соотношении, которое семья посчитает справедливым, в зависимости от зарплаты. Таким образом, у каждого остаются личные деньги, которые можно потратить по своему усмотрению.

Положительная сторона такого планирования заключается в уникальном сочетании чувства общности в семье (как и в случае «общего кошелька») и элемента финансовой независимости друг от друга.

Долевой бюджет - достаточно универсальный и подходит практически всем, но только при условии, что оба супруга работают. Данный тип семейного планирования бюджета так же подходит, если один из супругов чрезвычайно бережливый. Таких людей презрительно называют скупердяй или скряга. Чаще роль скряги в семье играет мужчина. Причем, на ситуацию мало влияет его материальное благосостояние. Определяющими здесь являются такие черты характера, как мелочность, педантичность, придирчивость. Но в каждой ситуации можно найти свои положительные стороны. Ведь скрупулезность, бережливость и расчетливость такого человека - незаменимые качества для ведения домашнего хозяйства. Чтобы лишний раз не тратиться, он сам сделает добрую половину работы по дому.

3) Раздельный бюджет.

Раздельный бюджет, как таковой, в нашей стране редко применяется в чистом виде. Этот стиль семейного планирования пришел с Запада, где женщины стараются быть независимыми и ни в чем не уступать мужчинам. Такой тип распределения денег больше принят среди пар, в которых оба супруга имеют достаточно высокий доход.

Конечно, совсем раздельным бюджет все же не получается. Никто не будет высчитывать, сколько в граммах супруг съел картошки, и сколько это стоит. Каждый обеспечивает себя сам тем, в чем нуждается. Деньги при этом, как правило, находятся на разных банковских счетах. Еда покупается совместно. Некоторые пары, ведущие раздельный бюджет, просто считают, сколько денег у них уходит на еду ежемесячно, и скидываются поровну. Когда у

кого-то одного деньги заканчиваются, он занимает у второго, с условием обязательного возврата долга.

Плюсы такого типа бюджета в материальной независимости друг от друга, которая помогает избегать конфликтов на финансовой почве и дает возможность каждому планировать свои приобретения, ни перед кем не отчитываясь.

Раздельный вариант бюджета выручает и в случае, если кто-то из супругов, или оба, имеют какое-то дорогостоящее увлечение, которое совсем не интересует вторую половину. Есть и более неприятная причина подобного выбора - это взаимное недоверие, когда супруги подозревают друг друга в укрытии истинных доходов.

Далее представим основные функции семейного бюджета.

Основная функция семейного бюджета - это контроль за текущими финансовыми делами семьи путем сбалансированного распределения доходов и расходов. Понятно, что расходы, которые производятся семьей в течение месяца, должны быть не меньше доходов, получаемых ею за этот период.

Следующие функции семейного бюджета заключаются в планировании (оно заключается в распределении финансов по необходимым статьям расходов) и анализе (оценке трат, их необходимости и полезности и возможности повторять их в дальнейшем).

Также бюджет выполняет ограничительную функцию, заставляя задуматься над возможностью и целесообразностью тех или иных расходов, и регулирующую функцию (ведь он призван регулировать доходы и расходы). После составления семейного бюджета и произведения расчетов по всем статьям нужно убедиться в том, что расходная часть бюджета не превышает доходную. Если все же такая тенденция обнаружена, то следует либо найти способ для сокращения расходов по тем или иным статьям, либо заняться поиском дополнительных источников финансирования

3. Порядок выполнения работы:

1. Ответить на контрольные вопросы.
2. Решить задачи.

Задача 1. Рассчитать структуру расходов семьи за месяц, сделать выводы как меняется структура расходов семьи, если доходы возрастают.

Статьи расходов	1 месяц		2 месяц	
	руб.	%	руб.	%
Питание	25000		27000	
Одежда	7000		10250	
Коммун. услуги	6500		7700	
Культ. быт	1500		1000	
Налоги	1200		1950	
Прочие расходы	3200		2220	
Всего				

Задача 2. В стране А. потребляется только 4 вида товаров, указанных в таблице. Используя данные таблицы, рассчитайте индекс потребительских цен (ИПЦ).

Товар	1 период		2 период	
	Потребление шт.	Цена руб.	Потребление шт.	Цена руб.
Хлеб	10	40	6	60
Мыло	4	55	3	70
Молоко	6	80	5	77
Конфеты	2	600	1	500

Задача 3. Если цены на товары и услуги увеличились в среднем за год на 12,5%, а денежный доход увеличился на 8%, как изменился реальный доход?

4. Содержание отчета:

- Краткие теоретические сведения по теме.
- Научиться расчету семейного бюджета.
- Результаты выполнения индивидуального задания записать в тетрадь.
- Анализ полученных результатов и выводы по работе.

5. Контрольные вопросы:

1.Что такое семейный бюджет?
2.Объясните разницу между номинальным и реальным доходом?
3. Только ли в виде денежных средств можно получать доход?

Практическая работа №7
Использование «электронных кошельков» при расчетах в семейном бюджете

(время на выполнение – 1 час)

1. Цель занятия:

Закрепить представление о современных электронных системах расчетов в виде электронных кошельков, получить представление о плюсах и минусах электронных платежных систем, научить выбирать наиболее подходящие системы расчётов для различных целей.

2. Общие сведения:

По своей сути электронный кошелек - аналог банковского счета. Это компьютерная программа, позволяющая хранить деньги в электронном виде, а также совершать платежи и переводы. Кошелек легко можно пополнять, а виды валют могут быть разными. Это все зависит от особенностей платежной системы, в которой заведен кошелек.

Плюсы

Основной и главный плюс наличия электронного кошелька - возможность оплачивать товары и услуги в любой точке мира.

Ограничений по платежам практически нет – помимо магазинов, это мобильная связь, ТВ и интернет, оплата всевозможных квитанций, в том числе ЖКХ, погашение кредитов и многое другое. Кошелек позволяет переводить деньги – на счет другого кошелька, банковскую карту, через системы переводов денежных средств. Это удобный способ и принимать платежи, например, на какой-либо проект или благотворительность. Пополнять кошелек

удобно, а потерять его невозможно. В случае взлома существуют механизмы возврата средств.

В отличие от банковской карты, пользование электронным кошельком бесплатно.

Минусы

Не все магазины готовы принять такую оплату за покупки.

Для пользования кошельком, должен быть доступ в интернет.

В платежных системах для получения полного набора услуг вас попросят ввести свои персональные данные.

Популярные платежные системы

Сервис электронных платежей "Яндекс. Деньги" создавался специально для россиян. Он удобен, пользоваться им можно сразу после регистрации. Основной недостаток - работает только с российским рублем. С электронного кошелька на Яндексе можно осуществлять большинство платежей. Пополнить его также довольно просто. Можно сделать это наличными – в платежных терминалах, отделениях банков, офисах мобильной связи. Пополнение возможно с банковской карты, в том числе и через интернет-банк, с мобильного телефона и со счета другого электронного кошелька. Забрать деньги со своего кошелька можно несколькими способами: перевести их на карту "Яндекс. Деньги" (бесплатную карту, которую могут оформить пользователи), на другую банковскую карту или счет, либо через систему денежных переводов.

WebMoney - универсальная система расчетов работает с семью видами валют. Под каждую можно создать свой электронный кошелек. Кроме этого, есть специальный интернет-модуль для золота. При этом система удобна не только для расчетов между физическими лицами, но и для ведения бизнеса.

Система предлагает несколько видов кошельков – от самого простого, с ограниченным набором услуг, до кошельков с секретным кодом доступа.

QIWI. Работает не только через интернет, мобильный телефон и другие каналы, но и через обширную сеть собственных терминалов. Кроме России, платёжный сервис QIWI действует на рынках ещё семи стран – это Румыния, Бразилия, Казахстан, Беларусь, Молдова, Иордания, США, а в 15 странах представлен по системе франчайзинга.

Регистрация в системе занимает несколько минут, для этого нужно лишь ввести номер своего мобильного телефона. Оплатить из кошелька можно 75 тысяч различных товаров. Пополняется кошелек легко - с банковской карты, мобильного телефона, денежным переводом и через терминалы QIWI.

Международная платежная система PayPal.

Расчеты проводятся в 20 валютах, также компания предлагает систему оплаты услуг через мобильный телефон. Плюсом системы является и тот факт, что она гарантирует возместить расходы в случае проблем с покупками. Помимо покупок, продаж и денежных переводов, система предлагает еще и удобные решения для бизнеса.

Идентификация

Мировые платежные системы предлагают пользователям пройти идентификацию – то есть ввести свои личные данные.

Анонимные пользователи – те, кто при регистрации указал только адрес своей электронной почты или номер мобильного телефона – могут пользоваться кошельками в ограниченном режиме.

Необходима идентификация, если необходимо хранить на счете больше 60 000 рублей, переводить деньги на банковские счета, снимать в банкоматах больше 5000 рублей в сутки или тратить за раз больше 60 000. При идентификации предложат раскрыться и указать свои паспортные данные, а также ИНН или СНИЛС.

Для идентифицированных пользователей, например, на Яндекс Деньги разовый лимит платежей составляет 250 тысяч рублей, платежи можно совершать по всему миру, использовать все способы снятия средств, а также переводить деньги на любые счета.

Пользователи WebMoney при регистрации получают цифровое удостоверение личности – аттестат, где указана контактная информация. Аттестаты могут быть разных уровней, в зависимости от количества информации, которую сообщил участник. Если он указал свои паспортные и другие данные, то уровень аттестата будет выше - и тем больше возможностей предоставит ему система.

В системе PayPal еще при регистрации вас попросят ввести свои персональные данные.

Система расчетов QIWI предлагает пользователям упрощенную регистрацию – только по номеру мобильного телефона. Однако ко всему спектру услуг она подключит вас, только если вы укажете полную информацию о себе.

Безопасность

Чтобы использование электронного кошелька было по-настоящему безопасным, необходимо выполнять простые правила.

1. При выборе электронного кошелька использовать надёжные и проверенные электронные платёжные системы.

2. Обязательно установить на свой компьютер антивирус и регулярно его обновлять.

3. Для того чтобы обезопасить свой электронный кошелёк от взлома, использовать сложный и длинный пароль, обязательно состоящий из цифр и букв, в том числе и заглавных.

4. Никому не сообщать свой пароль от электронного кошелька. (Сотрудники платёжных систем никогда не просят называть свой пароль.

5. В строке браузера всегда проверять правильность написания сайта электронной платёжной системы – мошенники нередко создают сайты-клоны с похожими адресами, чтобы заполучить пароли пользователей.

WebMoney Преимущества:

Надежность

Идеальна для переводов в разных валютах

Дает возможность вести коммерческую деятельность

Имеется возможность кредитования

Недостатки:

Сложная система настроек безопасности

Взимается процент с переводов внутри системы

Очень сложная процедура аттестации

«Яндекс.Деньги» Преимущества:

Простая процедура регистрации

Легкая авторизация без дополнительных подтверждений

Оплата любых услуг, покупок и штрафов

в три клика

Недостатки:

Работает только с рублями

Запрет на ведение коммерческой деятельности

Низкий уровень безопасности (высокий риск взлома через почту)

«QIWI КОШЕЛЕК»

Преимущества:

Огромная сеть терминалов для пополнения счета (более 100 000)

Нет комиссии за оплату услуг и ввод средств

Возможность проведения платежей через SMS

Интеграция с другими популярными платежными системами

Недостатки:

Высокий процент комиссии при выводе средств;

Ограниченные возможности в обналичивании денег;

Отсутствие кредитования.

3. Порядок выполнения работы:

1. Прочитайте теоретический материал.
2. Выполните задания после каждого теоретического материала

Задание 1

Рассмотрите различные технологии осуществления электронных расчётов в сети Интернет;

Выберите наиболее подходящие системы расчётов для различных целей;

Выберите платежную систему для открытия электронного кошелька с учетом основных критериев.

Сфера использования. Изучите каталог товаров и услуг, доступных к оплате при помощи валюты кошелька.

Пополнение счета. Кошельки всех систем возможно пополнить путем перевода денег со своего банковского счета, карты, внесением наличных средств. Это определяет удобство работы с кошельком.

Вывод электронных средств. Виртуальную валюту, находящуюся на счете кошелька, в любой момент можно перевести на реальный счет, открытый в банке, или получить наличными.

Анонимность. Немаловажным аспектом при регистрации кошелька является желание его владельца быть анонимным или же персонифицированным пользователем. Это определяет объем доступных денежных переводов.

Комиссия. Операции по оплате покупок товаров у всех эмитентов бесплатны. Возможно отсутствие комиссии при других операциях.

Дайте сравнительную характеристику трех электронных платёжных систем по предложенным характеристикам. Результаты работы оформите в виде таблицы. После заполнения таблицы сделайте вывод.

Характеристика	Платёжная система		
	1	2	3
Основные возможности			
Процесс регистрации			
Процесс ввода денег			
Процесс вывода денег			
Взимаемые комиссии			
Сервис и дополнительные услуги			

Задания 2

После заполнения таблицы и выбора электронной системы платежей:

Определите требования для подключения к выбранной системе платежей

Определите первоначальные затраты на подключение;

Определите комиссии, взимаемые системой платежей

4. Содержание отчета:

- Краткие теоретические сведения по теме.
- Изучить понятие «электронного кошелька».
- Результаты выполнения индивидуального задания записать в тетрадь.
- Анализ полученных результатов и выводы по работе.

5. Контрольные вопросы:

1. Дайте понятие «электронного кошелька».
2. Назовите плюсы и минусы «электронного кошелька».
3. Перечислите популярные платежные системы.

Практическая работа №8
Признаки типичных ситуаций финансового мошенничества в различных сферах профессиональной деятельности

(время на выполнение – 1 час)

1. Цель занятия:

Развивать умение логического мышления, закрепления полученных ранее знаний.

2. Общие сведения:

Финансовые пирамиды

Финансовая пирамида работает по следующему принципу: организаторы пирамиды собирают у вкладчиков деньги (продают ценные бумаги пирамиды), но не вкладывают эти деньги в экономику, а оставляют у себя. Они объявляют о росте курса своих ценных бумаг, и, когда старые вкладчики хотят снять деньги с процентами, с ними расплачиваются деньгами новых вкладчиков. Получается пирамида. Пирамиды обычно обещают сверхвысокую доходность: 200-300 %, а иногда и 1000 % в год. Так как поначалу число вкладчиков всё время растёт, организаторы пирамиды могут какое-то время поддерживать её платёжеспособность. Например, в первый месяц бумаги пирамиды купили 1000 человек. За месяц её бумаги выросли на 50 %. В следующем месяце к пирамиде присоединились ещё 2000 вкладчиков. Даже если все старые 1000 вкладчиков захотят забрать через месяц свои деньги, у пирамиды будет чем с ними расплатиться. 2000 новых вкладчиков принесут в казну пирамиды больше, чем взнос 1000 старых вкладчиков, умноженный на 1,5.

ВАЖНО:

Никогда не имейте дела с пирамидами!

Опасность пирамиды заключается в том, что рано или поздно она рухнет. Слишком много вкладчиков одновременно захотят продать свои ценные бумаги. Организаторы пирамиды поймут, что расплатиться со всеми не получится, приостановят выплаты, а потом скроются с оставшимися деньгами. Конечно, есть шанс, что вы снимете деньги раньше, чем это произойдёт, и тогда пирамида приумножит ваши средства. Но вероятность такого исхода очень низкая. Обычно человек, окрылённый мечтой быстро разбогатеть, несёт деньги в пирамиду снова и снова и попадает на крючок. Чтобы лучше понять, насколько опасны могут быть пирамиды, ознакомьтесь с историей МММ.

Это интересно

История МММ

Самой масштабной финансовой пирамидой в истории России по праву считается пирамида МММ, которая проработала с 1992 по 1994.

В 1992 г. МММ начала привлекать деньги под сверхвысокие проценты (до 1000 % годовых) и запустила масштабную рекламную компанию на ТВ. МММ продавала населению акции и «билеты». (Последние были созданы, чтобы формально обойти запрет Минфина на выпуск всё новых и новых акций компании.) Привлечённые сказочными процентами россияне кинулись покупать ценные бумаги МММ. По разным данным, вкладчиками МММ стали от 10 до 15 миллионов семей. На самом деле руководство МММ никуда не инвестировало деньги вкладчиков, акции МММ не торговались на бирже, а стоимость акций каждый день лично определял глава МММ Сергей Мавроди. Но уровень бюджетной и финансовой грамотности населения пост советского периода был очень низок, и люди не видели обмана.

Билеты МММ стали популярнейшим средством сбережения. Люди и фирмы расплачивались ими друг с другом и дарили родным на юбилеи и свадьбы. Котировки МММ печатались почти во всех газетах и объявлялись по радио и ТВ. Домохозяйки с замиранием сердца следили за жизнью героев рекламы МММ из семьи Голубковых, которые благодаря вкладам в МММ покупали шубу, машину и путёвку за границу. В рекламе в гости к Голубковым приходила даже звезда популярного в 1990-е гг. бразильского сериала «Просто Мария». В начале 1994 г. в СМИ прозвучало несколько заявлений правительства об уклонении МММ от налогов. Государственные деятели предостерегали население от инвестицийв МММ. В итоге летом 1994 г. среди вкладчиков разгорелась паника, и они толпами стали приходить в офисы МММ за деньгами. МММ стала медленно производить выплаты. Выстроились огромные очереди. Люди стояли на улице в жару, некоторым становилось плохо. В конце июля МММ объявила о падении стоимости акций в 127 раз! Миллионы людей потеряли все свои сбережения.

Сергея Мавроди попытались арестовать, но он объявил о своём намерении баллотироваться в Государственную думу. Он провёл поспешную агитационную кампанию, раздавая избирателям на улицах билеты МММ, и они проголосовали за него. Так он получил депутатскую неприкосновенность и ещё несколько лет избегал ареста. Позже он зарегистрировал интернет-пирамиду, в которой потеряли деньги тысячи вкладчиков из США и Европы. Против него даже возбуждала дело Комиссия по ценным бумагам США. Арестовали Сергея Мавроди только в 2003 г. Он был приговорён к 4,5 года лишения свободы и освобождён в 2007 г. И вот в 2011 г. он запустил новую пирамиду МММ-2011, а в 2012 г. — МММ-2012. На этот раз он публично объявил, что это пирамиды. Но, несмотря на его заявление, миллионы россиян снова понесли в МММ свои деньги, как в казино. Эта история показала, что финансовые пирамиды не пережиток прошлого. Финансовая грамотность некоторых россиян ещё настолько низка, что они снова попадают на удочку мошенников. Как распознать пирамиду? Во-первых, пирамиды обещают очень высокую доходность — сотни процентов в год. Во-вторых, создатели пирамиды обычно не могут подробно объяснить, куда идут деньги вкладчиков и откуда их организация получает доходы.

1000 билетов МММ с портретом основателя пирамиды Сергея Мавроди

ВАЖНО:

Помните, что удвоить или утроить свой капитал за 1 год невозможно (если вы не вкладываете его в собственный бизнес, являясь при этом очень удачливым предпринимателем). В погоне за сказочно высокими процентами вы рискуете остаться ни с чем. Куда заявить о случае финансового мошенничества?

Вы можете сообщить лично о подозрительном поведении финансовой организации в местное отделение полиции или оставить заявку на Правоохранительном портале МВД РФ (www.112.ru) в разделе «Срочная связь» — «Приём обращений» или на сайте Роспотребнадзора (rospotrebnadzor.ru/virtual/feedback/)

3. Порядок выполнения работы:

1. Прочитайте предложенный ниже текст
2. Выпишите в тетрадь куда, и на основании каких законов следует обращаться в правоохранительные органы если у вас возникли подозрения о возможных мошеннических действиях в отношении вас и ваших близких.

3. Ответьте письменно на вопросы в конце практической работы

Вопросы:

В каких из описанных ниже случаев вам стоит отнестись к действиям финансовой организации с подозрением? В чём именно её можно заподозрить? Что делать в этой ситуации?

а) Вы открываете вклад в банке, и сотрудник банка снимает копию с вашего паспорта.

б) Вы хотите купить фильм в Интернете, и для оплаты на сайте требуется ввести ваши паспортные данные.

в) Менеджер инвестиционной компании обещает вам доходность 150—200 % годовых и подробно описывает стратегию, которая позволит получить такой доход. Правда, вы его не очень хорошо понимаете.

г) Вы решили поменять валюту в банке. Кассир просвечивает ваши деньги на специальном аппарате, чтобы проверить их подлинность.

д) Вы читали журнал и увидели в нём объявление о лотерее. Вам предлагают сложить все цифры вашей даты рождения, произвести с ними несколько арифметических действий, и, если получится число, указанное в объявлении, вы выиграете 100 000 р. Вы произвели все действия, и оказалось, что ваша дата рождения выигрышная. Вы звоните по указанному номеру. Сотрудник call-центра поздравляет вас и просит сообщить паспортные данные для оформления выигрыша.

е) Вы находитесь на вокзальной площади. На ней есть банк и три обменных пункта. Вы видите, что в одном из обменных пунктов курс продажи и покупки гораздо выгоднее, чем в банке и остальных обменных пунктах.

ж) Ваш брат уговаривает вас вложить деньги в акции какого- то акционерного общества. Он говорит, что, если привлечёт 10 новых вкладчиков, ему вернут вложенные им деньги + 50 %.

з) Банк предлагает оставить заявку на получение кредитной карты на своём сайте. В заявке нужно указать свои ФИО, дату рождения, гражданство и приблизительный ежемесячный доход.

Если заявка будет одобрена, банк обещает прислать сотрудника, который оформит карту

4. Содержание отчета:

- Краткие теоретические сведения по теме.
- Изучить понятия финансовой пирамиды.
- Результаты выполнения индивидуального задания записать в тетрадь.
- Анализ полученных результатов и выводы по работе.

5. Контрольные вопросы:

1. Что собой представляет финансовая пирамида?
2. Какую опасность представляет финансовая пирамида?

Практическая работа №9
Понятие, цели и задачи обязательного социального страхования

(время на выполнение – 1 час)

1. Цель занятия:

Получение и расширение теоретических знаний об обязательном социальном страховании. Развитие логического мышления, понимания построения правовых основ и принципов финансирования фондов обязательного государственного социального страхования.

2. Общие сведения:

Статья 1. Предмет регулирования и цели настоящего Федерального закона

Настоящий Федеральный закон в соответствии с общепризнанными принципами и нормами международного права регулирует отношения в системе обязательного социального страхования, определяет правовое положение субъектов обязательного социального страхования, основания возникновения и порядок осуществления их прав и обязанностей, ответственность субъектов обязательного социального страхования, а также устанавливает основы государственного регулирования обязательного социального страхования.

Обязательное социальное страхование - часть государственной системы социальной защиты населения, спецификой которой является осуществляемое в соответствии с федеральным законом страхование работающих граждан от возможного изменения материального и (или) социального положения, в том числе по независящим от них обстоятельствам.

Обязательное социальное страхование представляет, собой систему создаваемых государством правовых, экономических и организационных мер, направленных на компенсацию или минимизацию последствий изменения материального и (или) социального положения работающих граждан. В случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации, иных категорий граждан, вследствие достижения пенсионного возраста, наступления инвалидности, потери кормильца, заболевания, травмы, несчастного случая на производстве или профессионального заболевания, беременности и родов, рождения ребенка (детей), ухода за ребенком в возрасте до полутора лет и других событий, установленных законодательством Российской Федерации об обязательном социальном страховании.

Действие настоящего Федерального закона распространяется также на лиц, самостоятельно обеспечивающих себя работой, и на иные категории граждан в случае, если законодательством Российской Федерации предусматривается уплата ими или за них страховых взносов на обязательное социальное страхование (далее также - страховые взносы).

Порядок обязательного социального страхования неработающих граждан определяется федеральными законами о конкретных видах обязательного социального страхования.

Действие настоящего Федерального закона не распространяется на обязательное государственное страхование, регулируемое специальным законодательством Российской Федерации.

Статья 3. Основные понятия и термины, используемые в настоящем Федеральном законе

Для целей настоящего Федерального закона используются следующие понятия и термины:

страховой взнос - обязательный платеж на обязательное социальное страхование;

тариф страхового взноса - ставка страхового взноса, установленная на конкретный вид обязательного социального страхования с начисленных выплат и иных вознаграждений в пользу застрахованных лиц;

социальный страховой риск - предполагаемое событие, при наступлении которого осуществляется обязательное социальное страхование;

страховой случай - свершившееся событие, с наступлением которого возникает обязанность страховщика, а в отдельных случаях, установленных федеральными законами, - также и страхователем осуществлять обеспечение по обязательному социальному страхованию;

обеспечение по обязательному социальному страхованию (далее - страховое обеспечение) - исполнение страховщиком, а в отдельных случаях, установленных федеральными законами, - также и страхователем своих обязательств перед застрахованным лицом при наступлении страхового случая посредством страховых выплат или иных видов обеспечения, установленных федеральными законами о конкретных видах обязательного социального страхования;

страховой стаж - суммарная продолжительность времени уплаты страховых взносов;

средства обязательного социального страхования - денежные средства и имущество, которые находятся в оперативном управлении страховщика конкретных видов обязательного социального страхования.

Статья 4. Основные принципы осуществления обязательного социального страхования

Основными принципами осуществления обязательного социального страхования являются:

устойчивость финансовой системы обязательного социального страхования, обеспечиваемая на основе эквивалентности страхового обеспечения средствам обязательного социального страхования;

всеобщий обязательный характер социального страхования, доступность для застрахованных лиц реализации своих социальных гарантий;

государственная гарантия соблюдения прав застрахованных лиц на защиту от социальных страховых рисков и исполнение обязательств по обязательному социальному страхованию независимо от финансового положения страховщика;

государственное регулирование системы обязательного социального страхования;

паритетность участия представителей субъектов обязательного социального страхования в органах управления системы обязательного социального страхования;

обязательность уплаты страхователями страховых взносов;

ответственность за целевое использование средств обязательного социального страхования;

обеспечение надзора и общественного контроля;

автономность финансовой системы обязательного социального страхования.

Статья 5. Субъекты обязательного социального страхования

1. Субъекты обязательного социального страхования - участники отношений по обязательному социальному страхованию.

2. Субъектами обязательного социального страхования являются страхователи (работодатели), страховщики, застрахованные лица, а также иные органы, организации и граждане, определяемые в соответствии с федеральными законами о конкретных видах обязательного социального страхования.

Страхователи - организации любой организационно-правовой формы, а также граждане, обязанные в соответствии с федеральными законами о конкретных видах обязательного социального страхования уплачивать страховые взносы, а в отдельных случаях, установленных федеральными законами, выплачивать отдельные виды страхового обеспечения. Страхователями являются также органы исполнительной власти и органы местного самоуправления, обязанные в соответствии с федеральными законами о конкретных видах обязательного социального страхования уплачивать страховые взносы. Страхователи определяются в соответствии с федеральными законами о конкретных видах обязательного социального страхования.

Страховщики - коммерческие или некоммерческие организации, создаваемые в соответствии с федеральными законами о конкретных видах обязательного социального страхования для обеспечения прав застрахованных лиц по обязательному социальному страхованию при наступлении страховых случаев.

Застрахованные лица - граждане Российской Федерации, а также иностранные граждане и лица без гражданства, работающие по трудовым договорам, лица, самостоятельно обеспечивающие себя работой, или иные категории граждан, у которых отношения по обязательному социальному страхованию возникают в соответствии с федеральными законами о конкретных видах обязательного социального страхования.

3. Посредническая деятельность в системе обязательного социального страхования не допускается.

Статья 6. Виды социальных страховых рисков. Страховые случаи

1. Видами социальных страховых рисков являются:

1) необходимость получения медицинской помощи;

2) утрата застрахованным лицом заработка (выплат, вознаграждений в пользу застрахованного лица) или другого дохода в связи с наступлением страхового случая;

3) дополнительные расходы застрахованного лица или членов его семьи в связи с наступлением страхового случая.

Страховыми случаями признаются достижение пенсионного возраста, наступление инвалидности, потеря кормильца, заболевание, травма, несчастный случай на производстве или профессиональное заболевание, беременность и роды, рождение ребенка (детей), уход за ребенком в возрасте до полутора лет и другие случаи, установленные федеральными законами о конкретных видах обязательного социального страхования.

При наступлении одновременно нескольких страховых случаев порядок выплаты страхового обеспечения по каждому страховому случаю определяется в соответствии с федеральными законами о конкретных видах обязательного социального страхования.

Статья 7. Виды страхового обеспечения по обязательному социальному страхованию

Страховым обеспечением по отдельным видам обязательного социального страхования являются:

1) оплата медицинской организации расходов, связанных с предоставлением застрахованному лицу необходимой медицинской помощи;

2) пенсия по старости;

3) пенсия по инвалидности;

4) пенсия по случаю потери кормильца;

5) пособие по временной нетрудоспособности;

6) страховые выплаты в связи с несчастным случаем на производстве и профессиональным заболеванием, оплата дополнительных расходов на медицинскую реабилитацию, санаторно-курортное лечение, социальную и профессиональную реабилитацию;

7) пособие по беременности и родам;

8) ежемесячное пособие по уходу за ребенком;

9) иные виды страхового обеспечения, установленные федеральными законами о конкретных видах обязательного социального страхования;

10) единовременное пособие женщинам, вставшим на учет в медицинских организациях в ранние сроки беременности;

11) единовременное пособие при рождении ребенка;

13) социальное пособие на погребение.

Федеральными законами, право на страховое обеспечение могут иметь члены семьи застрахованного лица и лица, находящиеся на его иждивении;

Рассмотрите пример: страховой случай.

Никонов был осужден за причинение Титову тяжких телесных повреждений. Страховая компания выплатила Титову по договору личного страхования страховое обеспечение в размере 153 тыс. рублей, отказав в компенсации морального вреда, поскольку в договоре страхования и Правилах страхования от несчастных случаев, приложенных к договору страхования, не были предусмотрены в качестве страхового риска действия, причиняющие физические или нравственные страдания.

Страховщик, считая Никонова обязанным возместить произведенную страховую выплату, предъявил к нему иск. Одновременно с ним Титов заявил требование о компенсации морального вреда.

Решением суда иск страховщика был удовлетворен со ссылкой на ст. 1081 ГК РФ, а в иске Титову было отказано на основании ст. 1100 ГК РФ. В кассационном порядке решение суда по иску страховщика было оставлено в силе с изменением квалификации требования на ст. 387 ГК РФ, решение в отношении Титова также было подтверждено, однако со ссылкой на ст. 947 ГК РФ.

Вопрос: Правомерно ли было решение суда в отношении страховщика?

Ответ:

Решение суда по иску Страховщика было правомерным, т.к в п.1 ст.1081 сказано что лицо, возместившее вред, причиненный другим лицом, имеет право обратного требования (регресса) к этому лицу в размере выплаченного возмещении. Это решение не противоречит

ст.387 ГК РФ «Права кредитора по обязательству переходят к другому лицу при суброгации страховщику прав кредитора к должнику, ответственному за наступление страхового случая». В силу ст. 965 ГК РФ к страховщику, выплатившему страховое возмещение, переходит в пределах выплаченной суммы право требования, которое страхователь имеет к лицу, ответственному за убытки, возмещенные страховщиком.

Что же касается иска Титова то согласно ст.1100 ГК РФ моральный вред компенсируется независимо от вины причинителя в случаях когда:
1.вред причинен жизни или здоровью гражданина источником повышенной опасности;
2. вред причинен гражданину в результате его незаконного осуждения, незаконного привлечения к уголовной ответственности, незаконного применения в качестве меры пресечения заключения под стражу или подписки о невыезде, незаконного наложения административного взыскания в виде ареста или исправительных работ;
3. вред причинен распространением сведений, порочащих честь, достоинство и деловую репутацию.

Если стороны договора страхования не согласовали специальные требования в отношении страховых случаев, то это условие определяется стандартными правилами страхования.

Также суд ссылается на ст. 947 ГК РФ, в которой говорится о том, что в договоре личного страхования страховая сумма определяется сторонами по их усмотрению. Поэтому в отношении Титова решение суда тоже можно считать правомерным.

Компенсация морального вреда по общему правилу допускается при наличии вины причинителя, и согласно ст. 151 ГК РФ, если гражданину причинен моральный вред (физические или нравственные страдания) суд может возложить на нарушителя обязанность денежной компенсации указанного вреда.

При определении размеров компенсации суд принимает во внимание степень вины нарушителя и иные заслуживающие внимания обстоятельства: степень физических и нравственных страданий, связанных с индивидуальными особенностями лица, которому причинен вред.

3. Порядок выполнения работы:

Внимательно прочитайте предложенный теоретический материал.

Выпишите основные понятия и термины, используемые в Федеральном законе РФ от 06.07.1999 г. № 165-ФЗ «Об основах обязательного социального страхования».

Какие существуют виды социальных страховых рисков? Страховые случаи?

Заполните таблицу.

Обязательное социальное страхование	Цели и задачи
1	
2	
3	
4	

4. Содержание отчета:

- Краткие теоретические сведения по теме.
- Изучить понятие обязательного социального страхования.
- Результаты выполнения индивидуального задания записать в тетрадь.
- Анализ полученных результатов и выводы по работе.

5. Контрольные вопросы:

1. Что из себя представляет обязательное социальное страхование?
2. Назовите основные понятия и термины ФЗ РФ
3. Перечислите субъекты страхования?
4. Когда наступает страховой случай?

Практическая работа № 10
Организация финансирования предпринимательской деятельности

(время на выполнение – 1 час)

Цель работы:

1.Знать содержание лизинга.
2.Ознакомиться с понятиями «финансы предприятия» и «банковский кредит».
3. Ознакомиться с оформлением документов для получения кредита в банке.
4. Рассмотреть систему кредитования в РФ.

2. Краткие теоретические сведения

Финансирование предпринимательской деятельности — это совокупность форм и методов, принципов и условий финансового обеспечения простого и расширенного воспроизводства. Под финансированием понимается процесс образования капитала фирмы во всех его формах. Понятие *«финансирование»* тесно связано с понятием *«инвестирование»*: если **финансирование** — это формирование денежных средств, то **инвестирование** — это их использование. Оба понятия взаимосвязаны, но первое предшествует второму. Фирме невозможно планировать какие-либо инвестиции, не имея источников финансирования. Вместе с тем образование финансовых средств фирмы происходит, как правило, с учетом плана их использования.

При выборе источников финансирования необходимо решить следующие задачи:
- определить потребность в капитале
- определить оптимальную структуру капитала
- обеспечить постоянную платежеспособность предприятия, а, следовательно, его финансовую устойчивость
- снизить расходы на финансирование хозяйственной деятельности

максимизировать прибыльность использования собственных и заемных финансовых средств

Основные формы внутреннего финансирования — это:

1. В составе внутренних источников основное место принадлежит прибыли, остающейся в распоряжении фирмы, которая распределяется на цели накопления и потребления. Прибыль используется на развитие производства, прибыль, направляемая на потребление, используется для решения социальных задач.

2. Источником финансирования являются доходы, получаемые от внереализационных операций за вычетом расходов на их осуществление.

3. Важную роль в составе внутренних источников играют также амортизационные отчисления, которые представляют собой денежное выражение стоимости износа основных средств и нематериальных активов.

4. Источником финансирования являются льготы по налогу на прибыль, которые могут получать организации в соответствии с действующим законодательством.

Контрольные вопросы:

1.Что относят к принципам банковского кредитования?
2.Какие характерные черты имеют финансовые отношения?
3.Что такое субсидия и субвенция?
4.Какие существуют виды лизинга? Охарактеризуйте их.
Задания
1.Дать письменный ответ на контрольные вопросы.
2.Дать подробную характеристику лизинга как эффективной формы ПД.
3.Дать определение понятиям п.1.2.
4.Описать, что нужно сделать, чтобы получить в сбербанке России кредит на развитие бизнеса.
5.Охарактеризовать понятие залог имущества клиента.

Практическая работа №11
Система налогообложения РФ

(время на выполнение – 1 час)

1. Цель занятия:

*З*акрепление полученных знаний, развитие логического мышления, применения на практике знаний по теме «Налогообложение в РФ», Понимание основных задач, стоявших перед государством, в рамках реформирования современной налоговой системы.

2. Общие сведения:

Под налоговой системой понимают совокупность предусмотренных налогов и обязательных платежей, взимаемых государством, а также принципы, формы и методы их установления, изменения, отмены, уплаты, взимания и контроля.

К основным задачам, стоящим при формировании и в процессе реформирования налоговой системы РФ, в соответствии с Налоговым кодексом Российской Федерации относятся:

построение стабильной, понятной и единой налоговой системы, установление правовых механизмов взаимодействия всех ее элементов в рамках единого налогового пространства;

создание рациональной налоговой системы, обеспечивающей сбалансированность общегосударственных и частных интересов, содействующей развитию предпринимательства, активизации инвестиционной деятельности, наращиванию национального богатства России и благосостояния ее граждан.

3. Порядок выполнения работы:

Прочитайте теоретический материал. Выделите главное.

Выпишите в тетрадь, что понимают под налоговой системой, каковы основные задачи реформирования налоговой системы.

Выберите любой из предложенных вариантов и выполните его, ответив на вопросы.
Вариант № 1

При формировании бюджета в Российской Федерации учитывают прогнозируемые на следующий год факторы: уровень инфляции в стране, курс доллара и стоимость барреля нефти на мировом рынке.

Объясните, почему эти факторы влияют на уровень доходов бюджета? Как изменение этих факторов в течение года сказывается на доходах государственного бюджета?

С точки зрения экономистов в эффективной налоговой системе должны преобладать:

а) прогрессивное налогообложение над пропорциональным;

б) регулирующая функция над фискальной;

в) налогообложение физических лиц над юридическими;

г) прямое налогообложение над косвенным.

Примерная структура налогов в формировании бюджета в развитых странах с рыночной экономикой обычно такова, %:

Налоги на личные доходы (прогрессивные) 40
Налоги на прибыль корпораций (прогрессивные) 10
Социальные взносы 30
НДС 10
Таможенные пошлины 5
Прочие налоги и доходы 5
Итого 100

Поясните, почему именно такое сочетание факторов налогообложения соответствует прогрессивным тенденциям в налогообложении. Как вы охарактеризуете состояние и направление развития налоговой системы в Российской Федерации с учетом этих факторов?

Любая налоговая система может быть эффективной, только когда предусмотрена множественность налогов, что, с одной стороны, имеет положительные аспекты, а с другой – отрицательные. Поясните, какие из перечисленных ниже признаков характеризуют принцип множественности налогов как положительное явление, а какие можно отнести к недостаткам:

а) перераспределение налогового бремени по категориям налогоплательщиков;
б) обложение различных видов доходов и объектов налогообложения;
в) охват налогообложением большего количества областей и сфер;
г) возможность уклонения от уплаты отдельных налогов.

Налоговое бремя – это величина налоговой суммы, взимаемой с налогоплательщика в зависимости от его дохода. Американский экономист А.Лаффер *в* 1980-х годах доказывал, что рост налогового бремени может приводить к увеличению доходов только до какого-то предела, пока не начнет сокращаться облагаемая налогом часть национального производства. Когда этот предел будет превышен, рост налоговой ставки приведет не к увеличению, а к сокращению доходов бюджета. В связи с этим укажите, как влияет изменение налогового бремени на факторы, приведенные в таблице.

Экономический фактор	При уменьшении налогового бремени	
	снижается	повышается
Расходы бюджета		
Уклонение от уплаты налогов		
Уровень жизни населения		
Предпринимательская активность		
Прибыль предприятий		

Дайте подробные разъяснения.

Основными задачами налоговой политики являются:

а) обеспечение государства финансовыми ресурсами;

б) создание условий для регулирования экономики в целом;

в) сглаживание возникающего, в процессе рыночных отношений неравенства в уровнях доходов населения.

За счет каких функций налогов решаются эти задачи?

Вариант № 2

Выполните практические задания.

Какие функции налоговой системы характеризуют следующие высказывания:

а) Пьер Буаст говорил, что налог только тогда бывает справедлив, когда народ согласен ему подчиниться;

б) Вольтер писал, что налоги необходимы, лучшим же средством для их взимания бывает то, которое способствует облегчению труда и оживлению торговли;

в) Шарль Монтескье говорил, что в деле налогов следует принимать в соображение не то, что народ может дать, а то, что он может дать всегда?

Дана примерная структура налоговых поступлений в консолидированный бюджет, %:

Налог на добавленную стоимость 23

Налог на прибыль 19

Налог на доходы физических лиц 17

Налоги на природные ресурсы 5

Акцизы 11

Прочие налоги и доходы 5

Итого 100

На основе этих данных рассчитайте:

а) соотношение прямых и косвенных налогов;

б) соотношение налогов, взимаемых с физических и юридических лиц;

в) процентное соотношение налоговых поступлений в консолидированный бюджет в 2007 г ., если предполагается, что в федеральный бюджет поступит 2380 млрд руб., в региональные бюджеты – 512 млрд руб., в местные бюджеты – млрд руб.

В связи с различным уровнем экономического развития и поступлением налоговых платежей российские регионы делятся на регионы-доноры, которые имеют излишек средств, поступающих в их бюджеты, и дотационные территории, которые не обеспечивают себя за счет налоговых поступлений и нуждаются в дополнительных дотациях федерального бюджета. Москва является главным налогоплательщиком страны или основным донором, перечисляя в федеральный бюджет около 30 % налоговых поступлений. Доля налогов, которые приносят в городскую казну торговля и промышленность, составляет менее половины. За счет каких категорий налогоплательщиков и каких налогов формируется основная часть городского бюджета и чем это вызвано? Какие из городов и территорий РФ также являются донорами?

В Римской империи с граждан взимались более 200 видов налогов и сборов, например, на пшеницу, за прикладывание печати, на наследство, на доход от фиников, на воздвижение статуй, пошлины с вина, с рыботорговцев, за обмен и размен денег, на жалование полиции, на содержание именитых гостей, дорожная пошлина, портовая пошлина и т. д. Какие из перечисленных налогов *и* сборов можно отнести к прямым, а какие к косвенным?

По каким признакам можно классифицировать налоги:

а) на федеральные, региональные и местные

б) на налоги с физических лиц, юридических лиц, с физических и юридических лиц;

в) на целевые, общие и чрезвычайные;

г) на прямые и косвенные;

д) на закрепленные и регулирующие.

4. Содержание отчета:

- Краткие теоретические сведения по теме.
- Изучить понятие системы налогообложения РФ.
- Результаты выполнения индивидуального задания записать в тетрадь.

- Анализ полученных результатов и выводы по работе.

5. Контрольные вопросы:

С каким этапом развития общества связывают возникновение налоговой системы?

Как взаимосвязаны изменения государственного устройства и налоговая система?

Назовите основные факторы, влияющие на структуру налоговых систем в разных странах?

Раскройте роль налогов в формировании доходной части бюджета государства.

Объясните необходимость установления элементов налога, с точки зрения формирования налоговой системы.

Дайте определение налоговой системы.

Нарисуйте схему взаимодействия бюджетов трех уровней: федерального, региональных и местных.

Приведите примеры того, на какие цели государство в интересах общества расходует бюджетные средства. На что расходуют бюджетные средства региональные и местные органы власти?

В чем состоят политико-правовые характеристики налоговой системы?

Какие виды налоговых политик вы знаете?

Практическая работа №12
Теоретические функции налогообложения

(время на выполнение – 1 час)

1. Цель занятия:

Закрепление пройденного раннее материала, развитие логического мышления, умения определять главное из предложенного текста, понимать сущность налогообложения, особенности налоговой системы в России, важности приобретенных на занятиях знаний в дальнейшей профессиональной деятельности и в жизни в целом.

2. Общие сведения:

Любому государству для выполнения своих функций и удовлетворения общественных потребностей необходимы денежные средства. Источниками финансовых ресурсов могут быть только средства, которые должны предоставить государству в виде налогов граждане и юридические лица. Таким образом, налогообложение выражает денежные отношения между государством, физическими и юридическими лицами при формировании государственного бюджета как материального условия существования государства. Для этих целей существует система налогообложения, т. е. обязательные налоговые платежи физических и юридических лиц в бюджет.

Налог – это обязательный, индивидуально безвозмездный платеж, взимаемый с организаций и физических лиц в форме отчуждения, принадлежащих им на праве собственности, хозяйственного ведения или оперативного управления денежных средств, в целях финансового обеспечения деятельности государства и (или) муниципальных образований.

Основными свойствами налогов являются их обязательность и безэквивалентность. Первое свойство связано с тем, что государство изымает определенную часть дохода налогоплательщика в виде обязательного взноса, в порядке общественного принуждения, а второе свидетельствует о том, что уплата налогов не сопровождается прямым встречным исполнением со стороны государства каких-либо обязательств или оказанием услуг.

Основой законодательной базы для налогообложения являются Конституция Российской Федерации, Налоговый кодекс Российской Федерации, федеральные законы о налогах и сборах, законодательные акты представительной власти субъектов Федерации и органов местного самоуправления. Налоговый кодекс Российской Федерации является основным документом в области налогового законодательства, он устанавливает права и обязанности

участников налоговых отношений, обеспечивает ясность и единство терминов и понятий, устанавливает процедуры и механизмы исполнения налогового обязательства. В качестве основных налоговых платежей в НК РФ установлены налоги и сборы.

3. Порядок выполнения работы:

Практическая работа содержит 3 варианта.

Прочитайте предложенный ниже текст.

Выпишите в тетрадь определение «налоги», что является основными свойствами налогов.

Какова законодательная база налогообложения в России?

Далее перейдите к решению предложенных задач.

Вариант №1

Выполните практические задания.

Исторически формы налоговых отношений между государством и гражданами складывались и трактовались по-разному. Вначале налоги преподносились как дар гражданина властелину в благодарность за защиту от врагов, затем – как необходимость помощи граждан своему правительству. Позже налоги выступали как пожертвования, приносимые гражданами в интересах государства. Затем как долг граждан перед государством, что сменилось убежденностью в праве государства принудительно изымать деньги у граждан ради общего блага, откуда, наконец, родилось представление о возможности и необходимости изымать у граждан строго определенную долю их доходов, причем независимо от воли налогоплательщика.

Поясните, как налоговые отношения между государством и его гражданами связаны с развитием общества и государства. Какая идея о необходимости уплаты налогов для вас как будущих налогоплательщиков является более привлекательной?

Поясните, как вы понимаете слова о том, что налогообложение играет важную роль не только при формировании государственных финансовых ресурсов, но и служит механизмом перераспределения национального дохода, т. е. валового внутреннего продукта (ВВП), который представляет собой стоимость всех произведенных за год товаров и услуг. Известный русский экономист Н. И. Тургенев писал, что налоги – суть средства к достижению цели общества и государства. Поясните, какие цели преследуют государство и общество при налогообложении. Объясните, почему понятия «государство» и «налогообложение» неразрывно связаны между собой.

Назовите элементы налогообложения, которые соответствуют приведенным ниже характеристикам налогов:

а) сумма, из которой выплачивается налог;

б) часть налоговой базы, подлежащая уплате в бюджет.

В приведенном списке укажите виды налоговых льгот, которые используются в каждом случае:

а) налог на дарение взимается в том случае, если стоимость подаренного имущества превышает 80 минимальных размеров оплаты труда (МРОТ);

б) налоговая база при расчете заработной платы уменьшается на 600 руб. для работника, имеющего несовершеннолетнего ребенка;

в) владельцы легковых автомобилей с мощностью двигателя до 70 л. с. освобождаются от уплаты транспортного налога.

Поясните, каковы цели предоставления льгот?

Вариант №2

Выполните практические задания.

Приведите примеры различных названий налоговых платежей в ходе исторического развития общества. Как и чем выплачивались налоги в натуральной форме?

В Древней Греции налоги не являлись основным источником пополнения казны. Поясните, на какие средства содержалось государство. В каких случаях было необходимо облагать граждан налогами?

Русское купечество подразделялось на гильдии, что означало установленное государством имущественно -правовое деление купеческого сословия. С купечества взималась гильдейская подать – процентный сбор с объявленного капитала. Сумму капитала каждый купец объявлял сам «по совести», но, как правило, они указывали меньшую сумму капитала. Первоначально налог взимался в размере 1% от объявленного капитала, в дальнейшем были введены разные ставки для различных гильдий, например, 2,5% с купцов третьей гильдии, 4% с купцов первой и второй гильдий.

Что побуждало купцов показывать меньшую сумму капитала, какой вид налогообложения к ним применялся?

Какие свойства регулирующей функции налогов проявляются в следующих случаях:

а) повышение импортных таможенных пошлин;

б) увеличение ставок земельного налога в центральных районах городов; в) увеличение акцизов на табачные и алкогольные товары; г) снижение ставок единого социального налога; д) снижение налогов на сельхозпроизводителей?

Петр I учредил должность «прибыльщиков», обязанностью которых было «сидеть и чинить государю прибыль», т. е. изобретать новые источники доходов казны. Одним из налогов, который был введен в это время, стал налог на усы и бороды. Его взимали с тех, кто не хочет бриться, при этом со служивых брали с 30 по 100 руб. в год, а с крестьян – по две деньги с бороды при въезде и выезде из города. Какие функции налогообложения проявляются в этом случае? Каково было назначение этого налога? Укажите элементы этого налога для служивых и крестьян.

Вариант №3

Выполните практические задания.

На примере зарубежных систем налогообложения считается, что размеры налоговых ставок имеют второстепенное значение. Так, страны с вполне благополучным экономическим и социальным положением имеют достаточно высокие и прогрессивные налоги. Например, в Швеции максимальная ставка налога на доходы физических лиц достигает 75%. Поясните, почему высокие ставки налогов на доходы физических лиц существенно не влияют на благосостояние населения зарубежных стран?

Какие функции налогов характеризуют следующие изменения в налоговом законодательстве:

а) снижение ставки НДС;

б) отмена налога с продаж;

в) снижение ставки налога на прибыль;

г) замена прогрессивного подоходного налога на пропорциональный;

д) ежегодное повышение акцизов на бензин;

е) уменьшение налоговых льгот для малых предприятий по налогу на прибыль;

ж) введение электронной формы сдачи налоговой и бухгалтерской отчетности?

Во все времена экономистов занимал вопрос: формировать ли бюджет чисто фискальными методами или же стимулировать предпринимательскую деятельность путем снижения налогов? Какой вариант формирования бюджета используется в РФ в настоящее время? Роль, какой функции налогов преобладает в российском налогообложении? Согласны ли вы с утверждением, что чем выше налоги, тем богаче государство? Приведите аргументы «за» и «против» этого утверждения.

Какие функции налогов характеризуют следующие высказывания:

а) Стэнли Фишер писал, что налоги – это наша плата за цивилизованность общества;

б) Фома Аквинский сказал, что налоги – это дозволенная форма грабежа; в) Адам Смит считал, что налоги для тех, кто их выплачивает, – признак не рабства, а свободы;

г) Карл Маркс написал, что налоги – это взносы граждан, необходимые

для содержания публичной власти.

4. Содержание отчета:

- Краткие теоретические сведения по теме.
- Изучить теоретические функции налогообложения.
- Результаты выполнения индивидуального задания записать в тетрадь.
- Анализ полученных результатов и выводы по работе.

5. Контрольные вопросы:

1. Какова экономическая сущность налогов?
2. Раскройте содержание экономической функции налога.

Практическая работа №13
Возможности сокращения расходов и повышения

(время на выполнение – 1 час)

1. Цель занятия:

Закрепление обучающимися понятий "активы", "потребительские активы", "инвестиционные активы", "пассивы". Понимать, какое влияние на семейный бюджет оказывает и генерирует положительные и отрицательные финансовые потоки. В ходе работы, обучающиеся анализируют источники доходов и расходов в семейном бюджете, умения ведения рационального подхода к совершению и ведению семейного бюджета в будущем.

2. Общие сведения:

Активы – это все блага, которые находятся в вашей собственности и имеют денежную стоимость (деньги, квартира, машины, шубы, бриллианты, книги, телевизоры, личные вещи, предметы гигиены, посуда и многое другое).

Потребительские активы – приобретаются для удовлетворения потребностей и требуют постоянного денежного содержания.

Инвестиционные активы – приобретаются с целью получения доходов (собственный бизнес, ценные бумаги, квартира для сдачи в аренду, драгоценные металлы)

Пассивы – материальные обязательства.

На первый взгляд кажется, что активы – это плюс, пассивы – минус. Но не все так однозначно.

Вчитаемся в определения: потребительские активы – требуют постоянного денежного содержания, это то, на что нужно постоянно отдавать деньги. Следовательно, потребительские активы в какой-то степени можно отнести к пассивам, так как они забирают финансы из бюджета.

Давайте разберемся повнимательнее и посмотрим на долгожданную покупку – мечту всей семьи – машину, купленную в кредит. Актив это или пассив?

Работа с кейсом (кредитная машина)

Ежемесячная выплата по кредиту – 12.500 руб. /мес. (на 5 лет)

Аренда машино-места – 5.000 руб./руб. мес.

Бензин – 10.000 руб./мес.

Страховка (КАСКО) – 3.500 руб./мес.

Мелкий ремонт – 5.000 руб./мес.

36.000 рублей ежемесячно (пассив + расходы на автомобиль). Много это или мало? Это зависит от бюджета семьи. В каком-то случае это дань моде и непосильное бремя для семьи, в каком-то – приемлемая цена за скорость и удобство передвижения.

3. Порядок выполнения работы:

1. Прочитать и выписать понятия, касающиеся семейного бюджета.
2. Проанализировать и рассчитать задание №1 «Работа с кейсом»

Задание 1.: распределить затраты на автомобиль по столбикам.

Инвест. активы	Потреб. активы	Пассивы

Задания по группам: отнести к правильной категории (актив, пассив), смоделировать ситуацию, когда категория может меняться.

Кредитная карта
Золотые слитки
Золотые украшения
Оплата учебы в мединституте
Квартплата
Гараж

4. Содержание отчета:

- Краткие теоретические сведения по теме.
- Изучить активы и пассивы в семейном бюджете.
- Результаты выполнения индивидуального задания записать в тетрадь.
- Анализ полученных результатов и выводы по работе.

5. Контрольные вопросы:

1. Дайте определение активу.
2. Перечислите виды активов.
3. Что собой представляет пассив?

Практическая работа №14
Алгоритм действий при нарушении прав граждан в финансовой сфере

(время на выполнение – 1 час)

1. Цель занятия:

Закрепить умения и навыки по использованию Закона РФ «О защите прав потребителей», при решении ситуаций, возникающих между сторонами при выполнении условий обслуживания, на конкретных примерах из практики уметь разрешать ситуации, возникающие в сфере обслуживания и торговли.

2. Общие сведения:

Настоящий Закон регулирует отношения, возникающие между потребителями и изготовителями, исполнителями, продавцами при продаже товаров (выполнении работ, оказании услуг), устанавливает права потребителей на приобретение товаров (работ, услуг) надлежащего качества и безопасных для жизни, здоровья, имущества, получение информации о товарах (работах, услугах) и об их изготовителях (исполнителях, продавцах), просвещение, государственную и общественную защиту их интересов, а также определяет механизм реализации этих прав.

Продавец (исполнитель) обязан передать потребителю товар (выполнить работу, оказать услугу), надлежащего качества. Обычно качество устанавливается договором. Закон

устанавливает порядок, в соответствии с которым качество товара проверяется, а также определяет сроки (службы, годности, гарантийный).

Стандарты – зафиксированные параметры определенных товаров, которым они должны соответствовать.

Основные стандарты: гос стандарты (ГОСТ); стандарты отраслевые; стандарты предприятий (ОТК); технические условия (ТУ).

ГОСТы двух видов: обязательные и рекомендуемые.

Обязательные ГОСТы – императивные установки, направленные на защиту жизни, здоровья человека, окружающей среды, запрещение предельно-допустимой нормы, объемы использования, условия обработки, хранение, санитарные нормы.

Рекомендуемые ГОСТы – создают условия, определяют ориентиры для производства определенных видов товаров (создают благоприятную среду), например, розетка – определенные стандарты.

Отраслевые стандарты – всегда обязательные – ориентиры в рамках отдельной отрасли производства товаров (запчасти определенных параметров, чтобы подходили).

Стандарты предприятий – устанавливает сам производитель. Обязательны только для самого производителя. Удовлетворяют потребности производителя.

Технические условия – для помощи потребителю, чтобы ориентироваться (символы, торговые обозначения) – достаточно мягкие стандарты.

Изготовитель обязан устанавливать срок службы товара (работы) длительного пользования, в том числе комплектующих изделий (деталей, узлов, агрегатов), которые по истечении определенного периода могут представлять опасность для жизни, здоровья потребителя, причинять вред его имуществу или окружающей среде.

Срок службы – срок, кот устанавливается производителем для товаров длительного использования. В этот период товар должен сохранять свои предназначения, его можно эксплуатировать (даже после ремонта); в этот период товар не должен причинять человеку вреда.

На продукты питания, парфюмерно-косметические товары, медикаменты, товары бытовой химии и иные подобные товары (работы) изготовитель (исполнитель) обязан устанавливать срок годности - период, по истечении которого товар (работа) считается непригодным для использования по назначению. Перечень товаров, на которые обязателен срок годности устанавливается Правительством РФ.

Продажа товара по истечении установленного срока годности, а также товара, на который должен быть установлен срок годности, но он не установлен, запрещается.

Изготовитель вправе устанавливать на товар (работу) гарантийный срок - период, в течение которого в случае обнаружения в товаре (работе) недостатка изготовитель, продавец, обязаны удовлетворить требования потребителя. В этот период изготовитель гарантирует, что товар будет как новый, обязан ремонтировать безплатно.

Продавец вправе установить на товар гарантийный срок, если он не установлен изготовителем. Кто устанавливает срок, тот и несет ответственность. Если товары сезонные, то срок начинает течь с начала соответствующего сезона.

Изготовитель обязан указать возможность использования товара в течение его срока службы. Изготовитель отвечает за ремонт, комплектующие в течение срока службы товара, а при отсутствии такого срока - в течение десяти лет со дня передачи товара потребителю.

Потребитель имеет право на то, чтобы товар (работа, услуга) был безопасен для жизни, здоровья потребителя, окружающей среды, а также не причинял вред имуществу потребителя.

Вред, причиненный жизни, здоровью или имуществу потребителя безопасности товара подлежит возмещению.

Информационное обезпечение потребителя.

Потребитель вправе потребовать предоставления необходимой и достоверной информации об изготовителе (исполнителе, продавце), режиме его работы и реализуемых им товарах (работах, услугах).
Изготовитель (исполнитель, продавец) обязан довести до сведения потребителя фирменное наименование (наименование) своей организации, место ее нахождения (адрес) и режим ее работы. Продавец (исполнитель) размещает указанную информацию на вывеске.
Изготовитель (исполнитель, продавец) обязан своевременно предоставлять потребителю необходимую и достоверную информацию о товарах (работах, услугах).
Информация о товарах (работах, услугах) в обязательном порядке должна содержать:
- сведения об основных потребительских свойствах товаров (работ, услуг), в отношении продуктов питания сведения о составе (в том числе наименование использованных в процессе изготовления продуктов питания пищевых добавок, биологически активных добавок, информация о наличии в продуктах питания компонентов, полученных с применением генно-инженерно-модифицированных организмов), пищевой ценности, назначении, об условиях применения и хранения продуктов питания, о способах изготовления готовых блюд, весе (объеме), дате и месте изготовления и упаковки (расфасовки) продуктов питания, а также сведения о противопоказаниях для их применения при отдельных заболеваниях.;
- цену в рублях и условия приобретения товаров (работ, услуг);
- гарантийный срок, если он установлен; где находятся сервисные службы;
- правила и условия эффективного и безопасного использования товаров (работ, услуг);
- срок службы или срок годности товаров (работ), а также сведения о необходимых действиях потребителя по истечении указанных сроков и возможных последствиях при невыполнении таких действий, если товары (работы) по истечении указанных сроков представляют опасность для жизни, здоровья и имущества потребителя или становятся непригодными для использования по назначению;
- адрес (место нахождения), фирменное наименование (наименование) изготовителя;
- указание на конкретное лицо, которое будет выполнять работу (оказывать услугу), и информацию о нем, если это имеет значение, исходя из характера работы (услуги);
- указание на использование фонограмм при оказании развлекательных услуг исполнителями музыкальных произведений.
- если приобретаемый потребителем товар был в употреблении или в нем устранялся недостаток (недостатки), потребителю должна быть предоставлена информация об этом;
- сведения о сертификате.
Ответственность изготовителя (исполнителя, продавца) за ненадлежащую информацию о товаре (работе, услуге)
- Если потребителю не предоставлена возможность незамедлительно получить при заключении договора информацию о товаре (работе, услуге), он вправе потребовать от продавца (исполнителя) возмещения убытков, причиненных необоснованным уклонением от заключения договора, а если договор заключен, в разумный срок отказаться от его исполнения и потребовать возврата уплаченной за товар суммы и возмещения других убытков.
- Продавец (исполнитель), не предоставивший покупателю полной и достоверной информации о товаре (работе, услуге), несет ответственность за недостатки товара (работы, услуги), возникшие после его передачи потребителю вследствие отсутствия у него такой информации.
- При причинении вреда жизни, здоровью и имуществу потребителя вследствие не предоставленной ему полной и достоверной информации о товаре (работе, услуге) потребитель вправе потребовать возмещения такого вреда, в том числе полного возмещения убытков, причиненных природным объектам, находящимся в собственности (владении) потребителя.
Ответственность изготовителя за нарушение прав потребителей

Убытки, причиненные потребителю, подлежат возмещению в полной сумме сверх неустойки (пени), установленной законом или договором.
Уплата неустойки (пени) и возмещение убытков не освобождают изготовителя (исполнителя, продавца) от исполнения обязательств в натуре перед потребителем.
Имущественная ответственность за вред, причиненный вследствие недостатков товара (работы, услуги)
Вред, причиненный жизни, здоровью или имуществу потребителя подлежит возмещению в полном объеме.
Вред, причиненный жизни, здоровью или имуществу потребителя, подлежит возмещению, если вред причинен в течение установленного срока службы или срока годности товара (работы).
Если на товар (результат работы) должен быть установлен срок службы или срок годности, но он не установлен, либо потребителю не была предоставлена полная и достоверная информация о сроке службы или сроке годности, вред подлежит возмещению независимо от времени его причинения.
Если изготовитель (исполнитель) не установил на товар (работу) срок службы, вред подлежит возмещению в случае его причинения в течение десяти лет со дня передачи товара (работы) потребителю, а если день передачи установить невозможно, с даты изготовления товара (окончания выполнения работы).
Предусмотрено возмещение морального вреда.
Права потребителя
Потребитель, которому продан товар ненадлежащего качества, если оно не было оговорено продавцом, вправе по своему выбору потребовать:
- безвозмездного устранения недостатков товара или возмещения расходов на их исправление потребителем или третьим лицом;
- соразмерного уменьшения покупной цены;
- замены на товар аналогичной марки (модели, артикула);
- замены на такой же товар другой марки (модели, артикула) с соответствующим перерасчетом покупной цены.
- Потребитель вместо предъявления этих требований вправе отказаться от исполнения договора купли-продажи и потребовать возврата уплаченной за товар денежной суммы. По требованию продавца и за его счет потребитель должен возвратить товар с недостатками.
- При этом потребитель вправе потребовать также полного возмещения убытков, причиненных ему вследствие продажи товара ненадлежащего качества.
Судебная защита прав потребителей
Защита прав потребителей осуществляется судом.
Иски о защите прав потребителей могут быть предъявлены по выбору истца в суд по месту:
нахождения организации, а если ответчиком является индивидуальный предприниматель, - его жительства;
жительства или пребывания истца;
заключения или исполнения договора.
Если иск к организации вытекает из деятельности ее филиала или представительства, он может быть предъявлен в суд по месту нахождения ее филиала или представительства.

3. Порядок выполнения работы:

Рассмотрите ситуационные задачи и ответы к ним:

Покупатель приобрёл жене плащ, дома она померила – оказался мал. Может ли он его поменять в магазине?

Ответ: В соответствии со статьёй 25 Закона РФ «О защите прав потребителей» покупатель вправе обменять непродовольственный товар надлежащего качества на аналогичный в торговом предприятии, где он был приобретён, если товар не подошёл по форме, габариту, фасону, расцветке или по иным причинам не может быть использован по назначению.
Потребитель имеет право на обмен товара надлежащего качества в течение 14 дней, не считая дня покупки.

Справка

Закон о защите прав потребителей был принят в Германии в 1900году, а в России-в1992году.
В Великобритании принимают продовольственный товар обратно в магазин, если даже он надкусан, платья, которые даже надевались. Этим пользуются недобросовестные покупатели.
В Германии этого нет.
Недавно принята поправка к Закону РФ «О защите прав потребителей»: за волокиту при принятии забракованного товара продавец выплачивает покупателю 60% от стоимости забракованного товара.

Руководство по выполнению практической работы.

1.Ознакомиться с содержанием ситуации.

2. Определить главу, статью и пункт, которым следует пользоваться при решении ситуации.

3.В тетради указать подробно эти данные в процессе решения ситуации.

4.Решить указанные ниже ситуации.

Ситуации для самостоятельного решения

Ситуация №1

Покупательница приобрела в магазине крем для лица. Вечером нанесла его на кожу, а утром обнаружила, что лицо отекло и покрылось красными пятнами. Покупательница попыталась вернуть некачественный товар в магазин, но там его не взяли, мотивируя это тем, что проданный товар обмену и возврату не подлежит, о чём имелась табличка. Правы ли в этом случае продавцы?

Ситуация №2

На упаковке печенья, которое приобрёл покупатель, было написано «Акционерное общество открытого типа «Большевик», ГОСТ 24901 – 89, масса нетто 200 г, калорийность 425 ккал. В 100 г продукта: белка 7,5г., жира 12, 1 г., углеводов 71,2 г., дата изготовления. А какая вообще информация должна быть на упаковке?

Ситуация № 3

Когда покупательница приобретала губную помаду, продавец ей сказала, что она изготовлена на основе натуральных веществ. Позднее у неё возникли сомнения в достоверности сказанного, и она отдала купленную помаду на экспертизу. Экспертиза установила, что в химический состав помады натуральные компоненты не входят. Может ли покупательница потребовать вернуть зря потраченные деньги?

Ситуация № 4

Покупатель отдал для производства гарантийного ремонта свой телевизор в мастерскую при магазине, где он был куплен. Определите, в какой срок должен быть произведён гарантийный ремонт и правда ли, что покупателю на время ремонта должны предоставить другой телевизор?

Ситуация № 5

В электронном магазине покупатель приобрёл беспроводную мышку с клавиатурой с гарантией сервисного обслуживания на 6 месяцев. Клавиатура вышла из строя. Покупатель принял товар на сервис на 2-3 недели. Имеет ли покупатель право на данный период требовать для использования другую временную рабочую клавиатуру и мышку?

Ситуация № 6

Покупатель пробрёл три метра ткани на костюм, но жена посчитала мой выбор неудачным и с отрезом отправилась, чтобы заменить другой тканью, для меня подходящей. Чек был сохранён. Но в магазине, несмотря на то, что с момента покупки прошло несколько часов, покупку обменять отказались.

Кто прав в этой ситуации покупатель или магазин?

Ситуация №7

Клиент заказал изготовить и установить у себя в квартире металлические двери. Работы были выполнены в срок. Но очень скоро клиент обнаружил, что замок в двери некачественный. Потребовал его заменить, но фирма ему отказала. Кто прав в этой ситуации?

Ситуация №8

Родители купили детскую коляску за 17 тысяч рублей. Через неделю она расползлась по швам. В магазине коляску принять обратно отказались, ссылаясь на то, что коляска вся грязная испачканная гадостями ребёнка. Покупатели призвали на помощь СМИ и вместе с ними потребовали провести экспертизу, которую провели за счёт магазина. Товар приняли, а деньги вернули. Какой статьёй Закона РФ «О защите прав потребителей» пользовались покупатели в этой ситуации?

Ситуация №9

В ювелирном магазине девушка купила золотой браслет. Когда дома она стала его примерять, браслет разломился, а внутри оказался какой-то другой металл. В магазине товар обратно не приняли, ссылаясь на то, что бирка на товаре нарушена. Покупатель в соответствующих органах за свой счёт провела экспертизу, которая установила, что браслет изготовлен из сплава меди и золота. Продавец заставила менеджера позвонить поставщику и при этом предъявила акт экспертизы. Факт подделки был доказан, а покупателю вернули деньги. Каким нормативным актом пользовалась покупательница, чтобы доказать свою правоту?

Ситуация №10

Покупатель приобрёл в магазине автоматическую зубную щётку. Дома он обнаружил, что щётка не работает. В магазине товар не приняли, ссылаясь на то, что медицинские товары возврату и обмену не подлежат. Правы ли работники магазина?

Ситуация №11

Покупатель заказал по интернету телевизор. Через 4 дня телевизор сгорел.

Когда покупатель обратился на страничку, где заказывал товар, она была пуста. Кто виноват в данной ситуации?

Ситуации для самостоятельного решения

Ситуация № 1

Покупательница приобрела в магазине крем для лица. Вечером нанесла его на кожу, а утром обнаружила, что лицо отекло и покрылось красными пятнами. Покупательница попыталась вернуть некачественный товар в магазин, но там его не взяли, мотивируя это тем, что проданный товар обмену и возврату не подлежит, о чём имелась табличка. Правы ли в этом случае продавцы?

Ответ

В этой ситуации имеется прямое нарушение прав потребителя на безопасность товаров, предусмотренное статьёй №7 Закона РФ «О защите прав потребителей». На основании этой статьи покупательница вправе вернуть крем его изготовителю, либо продавцу, захватив с собой доказательства, подтверждающие, что вред причинён здоровью именно этим кремом (например, справку от врача) и что товар был приобретён именно у данного продавца. Табличка типа «Проданный товар обмену и возврату не подлежит» не имеет юридической силы, так как пункт 1статьи 14 Закона гласит: «Условия договора, ущемляющие права потребителей по сравнению с правилами, установленными законодательством, признаются недействительными».

А обеспечение безопасности достигается с помощью стандартизации, сертификации и установления сроков службы, годности. Их реализация при отсутствии такового запрещена. В частности, обязательной сертификации подлежат товары для детей, продукты питания, парфюмерия и косметика, товары народного потребления и т. д. Это касается и импортных товаров.

Ситуация № 2

На упаковке печенья, которое приобрёл покупатель, было написано «Акционерное общество открытого типа «Большевик», ГОСТ 24901 – 89, масса нетто 200 г, калорийность 425 ккал. В 100 г продукта: белка 7,5г., жира 12, 1 г., углеводов 71,2 г., дата изготовления. А какая вообще информация должна быть на упаковке?

Ответ

Помимо того, что уже указано, должно быть: адрес изготовителя, перечень использованных в процессе изготовления печенья продуктов питания и пищевых добавок. Кроме того, указанная на упаковке дата даёт покупателю неполную информацию о сроке годности печенья, так как она может означать дату изготовления или срок годности до которого продукт пригоден для употребления. Поэтому на упаковке должно быть написано либо «срок годности три месяца», либо «употреблять до, например, 10 мая».

Ситуация № 3

Когда покупательница приобретала губную помаду, продавец ей сказала, что она изготовлена на основе натуральных веществ. Позднее у неё возникли сомнения в достоверности сказанного, и она отдала купленную помаду на экспертизу. Экспертиза установила, что в химический состав помады натуральные компоненты не входят. Может ли покупательница потребовать вернуть зря потраченные деньги?

Ответ

Если потребитель приобрёл товар, не обладающий необходимыми ему свойствами в результате предоставления ему недостоверной информации, он вправе в соответствии со статьями 12пункт 2, 18пункты 1 – 4 Закона РФ «О защите прав потребителей» расторгнуть договор и потребовать возмещения причинённых ему убытков (например, расходы на экспертизу).

Ситуация № 4

Покупатель отдал для производства гарантийного ремонта свой телевизор в мастерскую при магазине, где он был куплен. Определите, в какой срок должен быть произведён гарантийный ремонт и правда ли, что покупателю на время ремонта должны предоставить другой телевизор?

Ответ

Стать № 20 Закона РФ «О защите прав потребителей» устанавливает, что недостатки, обнаруженные в товаре, должны быть устранены продавцом товара (предприятием, выполняющим его функции) в течение 45дней с момента предъявления соответствующего требования потребителем. В этой же статье в пункте 2 указано, что по предъявлению соответствующего требования потребителю обязаны немедленно предоставить на время ремонта аналогичный товар за свой счёт с доставкой. Статья 23 пункт 1 этого Закона устанавливает, что за каждый день просрочки выполнения требований потребителя об устранении недостатков товара (как и его замене), а также о предоставлении на время ремонта аналогичного товара продавец (предприятие, выполняющее его функции) выплачивает потребителю неустойку в размере одного процента стоимости товара

Ситуация № 5

В электронном магазине покупатель приобрёл беспроводную мышку с клавиатурой с гарантией сервисного обслуживания на 6 месяцев. Клавиатура вышла из строя. Покупатель принял товар на сервис на 2-3 недели. Имеет ли покупатель право на данный период требовать для использования другую временную рабочую клавиатуру и мышку?

Ответ

Согласно пункту 2 статьи 20 Закона РФ «О защите прав потребителей» покупатель имеет право потребовать от продавца на время ремонта другую клавиатуру.

Закон обязывает продавца предоставить временную клавиатуру по первому требованию в течение трёх дней. То есть недостаточно просто сдать клавиатуру в ремонт – нужно чтобы вы именно потребовали в устной или письменной форме безвозмездно предоставить покупателю такую же или похожую клавиатуру.

Что же касается мышки, то если она не вышла из строя, но по каким-то причинам покупатель и её сдал в ремонт вместе с клавиатурой – стоит потребовать мышь обратно. Если же и мышь тоже сломалась или продавец отказался её возвращать без клавиатуры, то на неё полностью распространяются правила пункта 2 статьи 20 Закона РФ «О защите прав потребителей» как и на клавиатуру.

Ситуация № 6

Покупатель пробрёл три метра ткани на костюм, но жена посчитала мой выбор неудачным и с отрезом отправилась, чтобы заменить другой тканью, для меня подходящей. Чек был сохранён. Но в магазине, несмотря на то, что с момента покупки прошло несколько часов, покупку обменять отказались.

Кто прав в этой ситуации покупатель или магазин?

Ответ

В данной ситуации прав покупатель. В соответствии со статьёй 25 Закона РФ «О защите прав потребителей» покупатель имеет право на обмен доброкачественного товара в течение 14 дней, не считая дня покупки. Отсутствие кассового или товарного чека либо иного подтверждающего оплату товара документа не лишает его возможности ссылаться на свидетельские показания.

Ситуация №7

Клиент заказал изготовить и установить у себя в квартире металлические двери. Работы были выполнены в срок. Но очень скоро клиент обнаружил, что замок в двери некачественный. Потребовал его заменить, но фирма ему отказала. Кто прав в этой ситуации?

Ответ

В соответствии со статьёй 30 Закона РФ «О защите прав потребителей» клиент имеет право потребовать исправления недостатков, но сроки при этом установить не может. В соответствии с пунктом 2 статьи 31 устранение недостатков должно быть произведено в срок, установленный договором, либо в течение 20 дней. Если недостатки работы были обнаружены в ходе её выполнения (а не после), клиент имеет право в соответствии с пунктом 1 статьи 31 самостоятельно назначить срок устранения недостатков.

Ситуация №8

Родители купили детскую коляску за 17 тысяч рублей. Через неделю она расползлась по швам. В магазине коляску принять обратно отказались, ссылаясь на то, что коляска вся грязная испачканная гадостями ребёнка. Покупатели призвали на помощь СМИ и вместе с ними потребовали провести экспертизу, которую провели за счёт магазина. Товар приняли, а деньги вернули. Какой статьёй Закона РФ «О защите прав потребителей» пользовались покупатели?

Ответ

В соответствии с главой 2 статьёй 18 пунктом 1. потребитель в случае обнаружения в товаре недостатков вправе потребовать полного возмещения убытков, причинённых ему вследствие продажи товара ненадлежащего качества. В пункте 5. этой статьи указано. Что отсутствие у потребителя кассового чека или товарного чека либо иного документа, удостоверяющего факт покупки товара, не является основанием для отказа в удовлетворении его требований. В случае спора о причинах возникновения недостатков товара продавец (изготовитель), уполномоченная организация или другое виновное лицо обязаны провести экспертизу за свой счёт. Потребитель вправе присутствовать при проведении экспертизы.

Ситуация №9

В ювелирном магазине девушка купила золотой браслет. Когда дома она стала его примерять, браслет разломился, а внутри оказался какой-то другой металл. В магазине товар обратно не приняли, ссылаясь на то, что бирка на товаре нарушена. Покупатель в соответствующих органах за свой счёт провела экспертизу, которая установила, что браслет изготовлен из сплава меди и золота. Продавец заставила менеджера позвонить поставщику и при этом предъявила акт экспертизы. Факт подделки был доказан, а покупателю вернули деньги.

Ответ

При ответе на эту ситуацию следует пользоваться теми же статьями, что и при решении ситуации № 8

Ситуация №10

Покупатель приобрёл в магазине автоматическую зубную щётку. Дома он обнаружил, что щётка не работает. В магазине товар не приняли, ссылаясь на то, что медицинские товары возврату и обмену не подлежат. Правы ли работники магазина?

Ответ

В соответствии со статьёй 18 пункта 1 потребитель в случае обнаружения в товаре недостатков вправе потребовать замены на товар этой же марки. В соответствии со статьёй 21 пункта 1 покупателю обязаны заменить товар в течение 7 дней со дня предъявления указанного требования потребителем. Поскольку зубная щётка не работала, то товар признаётся ненадлежащего качества, и ссылка на то, что товар медицинский здесь не правомерна. Магазин должен заменить неисправную щётку на такую же только исправную, или вернуть деньги покупателю.

Ситуация №11

Покупатель заказал по интернету телевизор. Через 4 дня телевизор сгорел.

Когда покупатель обратился на страничку, где заказывал товар, она была пуста. Кто виноват в данной ситуации?

Ответ

В соответствии со статьёй 26 пунктом 1 договор розничной купли-продажи должен быть заключён на основании ознакомления потребителя с предложенным продавцом описанием товара посредством каталогов, проспектов, буклетов, фотоснимков, средств связи (телевизионной , почтовой, радиосвязи, интернета и других) или иными исключающими возможность непосредственного ознакомления потребителя с товаром либо образцом товара при заключении такого договора (дистанционный способ продажи товара) способами.

В этой же статье пункте 2 указано, что продавцом до заключения договора должна быть представлена потребителю об основных потребительских свойствах товара, об адресе (месте нахождения) продавца, о месте изготовления товара, о полном фирменном наименовании продавца (изготовителя), о цене и об условиях приобретения товара, о его доставке, сроке службы, сроке годности и гарантийном сроке, о порядке оплаты товара, а также о сроке, в течение которого действует предложение о заключении договора. В этой ситуации покупатель таких сведений не потребовал у продавцов. Поэтому ему не с кого спросить за некачественный товар и убытки он понесёт сам.

4. Содержание отчета:

- Краткие теоретические сведения по теме.
- Изучить ФЗ РФ «О защите прав потребителей».
- Результаты выполнения индивидуального задания записать в тетрадь.
- Анализ полученных результатов и выводы по работе.

5. Контрольные вопросы:

1.Нормативные акты, регламентирующие вопросы защиты прав потребителей.

2. Основные понятия, применяемые в Законе РФ «О защите прав потребителей».

3.Объяснить понятия «потребитель», «покупатель», предусмотренные в преамбуле Закона РФ «О защите прав потребителей».

4.Объяснить понятия «изготовитель», «исполнитель».

5.Отличие понятий «недостаток товара» и «существенный недостаток товара»

6.Понятия «безопасность товара», «импортёр» их содержание.

Практическая работа №15

Стратегии действия в проблемных ситуациях с учетом особенностей своей профессии/специальности (характер возможного нарушения прав) (время на выполнение – 1 час)

1. Цель занятия:

Закрепить умения и навыки по использованию Закона РФ «О защите прав потребителей», при решении ситуаций, возникающих между сторонами при выполнении условий обслуживания, на конкретных примерах из практики уметь разрешать ситуации, возникающие в сфере обслуживания и торговли. Научиться составлять исковые заявления с применением знаний Закона РФ «О защите прав потребителей».

2. Общие сведения:

Настоящий Закон регулирует отношения, возникающие между потребителями и изготовителями, исполнителями, продавцами при продаже товаров (выполнении работ, оказании услуг), устанавливает права потребителей на приобретение товаров (работ, услуг) надлежащего качества и безопасных для жизни, здоровья, имущества, получение информации о товарах (работах, услугах) и об их изготовителях (исполнителях, продавцах), просвещение, государственную и общественную защиту их интересов, а также определяет механизм реализации этих прав.

Продавец (исполнитель) обязан передать потребителю товар (выполнить работу, оказать услугу), надлежащего качества. Обычно качество устанавливается договором. Закон устанавливает порядок, в соответствии с которым качество товара проверяется, а также определяет сроки (службы, годности, гарантийный).

Стандарты – зафиксированные параметры определенных товаров, которым они должны соответствовать.

Основные стандарты: Госстандарты (ГОСТ); стандарты отраслевые; стандарты предприятий (ОТК); технические условия (ТУ).

ГОСТы двух видов: обязательные и рекомендуемые.

Обязательные ГОСТы – императивные установки, направленные на защиту жизни, здоровья человека, окружающей среды, запрещение предельно-допустимой нормы, объемы использования, условия обработки, хранение, санитарные нормы.

Рекомендуемые ГОСТы – создают условия, определяют ориентиры для производства определенных видов товаров (создают благоприятную среду), например, розетка – определенные стандарты.

Отраслевые стандарты – всегда обязательные – ориентиры в рамках отдельной отрасли производства товаров (запчасти определенных параметров, чтобы подходили).

Стандарты предприятий – устанавливает сам производитель. Обязательны только для самого производителя. Удовлетворяют потребности производителя.

Технические условия – для помощи потребителю, чтобы ориентироваться (символы, торговые обозначения) – достаточно мягкие стандарты.

Изготовитель обязан устанавливать срок службы товара (работы) длительного пользования, в том числе комплектующих изделий (деталей, узлов, агрегатов), которые по истечении определенного периода могут представлять опасность для жизни, здоровья потребителя, причинять вред его имуществу или окружающей среде.

Срок службы – срок, кот устанавливается производителем для товаров длительного использования. В этот период товар должен сохранять свои предназначения, его можно эксплуатировать (даже после ремонта); в этот период товар не должен причинять человеку вреда.

На продукты питания, парфюмерно-косметические товары, медикаменты, товары бытовой химии и иные подобные товары (работы) изготовитель (исполнитель) обязан устанавливать срок годности - период, по истечении которого товар (работа) считается непригодным для использования по назначению. Перечень товаров, на которые обязателен срок годности устанавливается Правительством РФ.

Продажа товара по истечении установленного срока годности, а также товара, на который должен быть установлен срок годности, но он не установлен, запрещается.

Изготовитель вправе устанавливать на товар (работу) гарантийный срок - период, в течение которого в случае обнаружения в товаре (работе) недостатка изготовитель, продавец, обязаны удовлетворить требования потребителя. В этот период изготовитель гарантирует, что товар будет как новый, обязан ремонтировать безплатно.

Продавец вправе установить на товар гарантийный срок, если он не установлен изготовителем. Кто устанавливает срок, тот и несет ответственность. Если товары сезонные, то срок начинает течь с начала соответствующего сезона.

Изготовитель обязан обеспечить возможность использования товара в течение его срока службы. Изготовитель отвечает за ремонт, комплектующие в течение срока службы товара, а при отсутствии такого срока - в течение десяти лет со дня передачи товара потребителю.

Потребитель имеет право на то, чтобы товар (работа, услуга) был безопасен для жизни, здоровья потребителя, окружающей среды, а также не причинял вред имуществу потребителя.

Вред, причиненный жизни, здоровью или имуществу потребителя вследствие необезпечения безопасности товара (работы), подлежит возмещению.

Информационное обезпечение потребителя.

Потребитель вправе потребовать предоставления необходимой и достоверной информации об изготовителе (исполнителе, продавце), режиме его работы и реализуемых им товарах (работах, услугах).

Изготовитель (исполнитель, продавец) обязан довести до сведения потребителя фирменное наименование (наименование) своей организации, место ее нахождения (адрес) и режим ее работы. Продавец (исполнитель) размещает указанную информацию на вывеске.

Изготовитель (исполнитель, продавец) обязан своевременно предоставлять потребителю необходимую и достоверную информацию о товарах (работах, услугах).

Информация о товарах (работах, услугах) в обязательном порядке должна содержать:

- сведения об основных потребительских свойствах товаров (работ, услуг), в отношении продуктов питания сведения о составе (в том числе наименование использованных в процессе изготовления продуктов питания пищевых добавок, биологически активных добавок, информация о наличии в продуктах питания компонентов, полученных с применением генно-инженерно-модифицированных организмов), пищевой ценности, назначении, об условиях применения и хранения продуктов питания, о способах изготовления готовых блюд, весе (объеме), дате и месте изготовления и упаковки (расфасовки) продуктов питания, а также сведения о противопоказаниях для их применения при отдельных заболеваниях.;
- цену в рублях и условия приобретения товаров (работ, услуг);
- гарантийный срок, если он установлен; где находятся сервисные службы;

- правила и условия эффективного и безопасного использования товаров (работ, услуг);
- срок службы или срок годности товаров (работ), а также сведения о необходимых действиях потребителя по истечении указанных сроков и возможных последствиях при невыполнении таких действий, если товары (работы) по истечении указанных сроков представляют опасность для жизни, здоровья и имущества потребителя или становятся непригодными для использования по назначению;
- адрес (место нахождения), фирменное наименование (наименование) изготовителя;
- указание на конкретное лицо, которое будет выполнять работу (оказывать услугу), и информацию о нем, если это имеет значение, исходя из характера работы (услуги);
- указание на использование фонограмм при оказании развлекательных услуг исполнителями музыкальных произведений.
- если приобретаемый потребителем товар был в употреблении или в нем устранялся недостаток (недостатки), потребителю должна быть предоставлена информация об этом;
- сведения о сертификате.

Ответственность изготовителя (исполнителя, продавца) за ненадлежащую информацию о товаре (работе, услуге)

- Если потребителю не предоставлена возможность незамедлительно получить при заключении договора информацию о товаре (работе, услуге), он вправе потребовать от продавца (исполнителя) возмещения убытков, причиненных необоснованным уклонением от заключения договора, а если договор заключен, в разумный срок отказаться от его исполнения и потребовать возврата уплаченной за товар суммы и возмещения других убытков.
- Продавец (исполнитель), не предоставивший покупателю полной и достоверной информации о товаре (работе, услуге), несет ответственность за недостатки товара (работы, услуги), возникшие после его передачи потребителю вследствие отсутствия у него такой информации.
- При причинении вреда жизни, здоровью и имуществу потребителя вследствие непредоставления ему полной и достоверной информации о товаре (работе, услуге) потребитель вправе потребовать возмещения такого вреда, в том числе полного возмещения убытков, причиненных природным объектам, находящимся в собственности (владении) потребителя.

Ответственность изготовителя за нарушение прав потребителей

Убытки, причиненные потребителю, подлежат возмещению в полной сумме сверх неустойки (пени), установленной законом или договором.

Уплата неустойки (пени) и возмещение убытков не освобождают изготовителя (исполнителя, продавца) от исполнения обязательств в натуре перед потребителем.

Имущественная ответственность за вред, причиненный вследствие недостатков товара (работы, услуги)

Вред, причиненный жизни, здоровью или имуществу потребителя подлежит возмещению в полном объеме.

Вред, причиненный жизни, здоровью или имуществу потребителя, подлежит возмещению, если вред причинен в течение установленного срока службы или срока годности товара (работы).

Если на товар (результат работы) должен быть установлен срок службы или срок годности, но он не установлен, либо потребителю не была предоставлена полная и достоверная информация о сроке службы или сроке годности, вред подлежит возмещению независимо от времени его причинения.

Если изготовитель (исполнитель) не установил на товар (работу) срок службы, вред подлежит возмещению в случае его причинения в течение десяти лет со дня передачи товара (работы) потребителю, а если день передачи установить невозможно, с даты изготовления товара (окончания выполнения работы).

Предусмотрено возмещение морального вреда.

Права потребителя

Потребитель, которому продан товар ненадлежащего качества, если оно не было оговорено продавцом, вправе по своему выбору потребовать:
- безвозмездного устранения недостатков товара или возмещения расходов на их исправление потребителем или третьим лицом;
- соразмерного уменьшения покупной цены;
- замены на товар аналогичной марки (модели, артикула);
- замены на такой же товар другой марки (модели, артикула) с соответствующим перерасчетом покупной цены.
- Потребитель вместо предъявления этих требований вправе отказаться от исполнения договора купли-продажи и потребовать возврата уплаченной за товар денежной суммы. По требованию продавца и за его счет потребитель должен возвратить товар с недостатками.
- При этом потребитель вправе потребовать также полного возмещения убытков, причиненных ему вследствие продажи товара ненадлежащего качества.

Судебная защита прав потребителей

Защита прав потребителей осуществляется судом.

Иски о защите прав потребителей могут быть предъявлены по выбору истца в суд по месту:

нахождения организации, а если ответчиком является индивидуальный предприниматель, - его жительства;

жительства или пребывания истца;

заключения или исполнения договора.

Если иск к организации вытекает из деятельности ее филиала или представительства, он может быть предъявлен в суд по месту нахождения ее филиала или представительства.

3. Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с образцом искового заявления «О возмещении вреда, причиненного здоровью и морального вреда.
2. На основе предложенных ситуаций составьте исковое заявление в суд.

Образец искового заявления:

Исковое заявление о возмещении вреда, причинённого здоровью, и морального вреда

В----------суд

--------(адрес суда) ----------

Истец: Федотова Мария Леонидовна,

зарегистрированная по адресу: --------

Ответчик: ЗАО «Комфорт»

Юридический адрес----------

Цена иска----------руб.

Исковое заявление

27 июня 2008 года я обратилась в ЗАО «Комфорт» с целью починки и окраски летних кожаных босоножек.

Стоимость услуг по починке (замене набоек и подклейке подошвы) составила-------- руб., которые я при сдаче обуви уплатила в кассу.

Забирая обувь из мастерской после окончания ремонта, недостатков в работе по ремонту я не заметила, однако через два дня носки подошва босоножек стала отклеиваться.

После того, как я в этих босоножках попала под дождь, краска на них существенно полиняла. Частично краска с босоножек попала на ноги, после чего у меня началось сильное

раздражение кожи обеих стоп. Для лечения раздражения я вынуждена была обратиться в поликлинику № 145 за медицинской помощью.

В соответствии с заключением от 5июля 2008 года №12 врача-дерматолога повреждение кожи стоп произошло вследствие ожога, возникшего в результате попадания на кожу ядовитых химических веществ.

Отремонтированную ответчиком пару обуви я сдала в экспертное учреждение-ООО «Бюро экспертиз №23», имеющее соответствующую лицензию. По заключению эксперта, окрашивание моих босоножек было произведено красителем, не предназначенным к использованию для окрашивания одежды и обуви по причине повышенного содержания в нём токсичных и ядовитых веществ. Кроме того, экспертиза указала на несоответствие качества клея, которым были приклеены подошвы к босоножкам, требованиям ГОСТа. (За проведение экспертизы мною было уплачено---------руб.)

Следовательно, из-за указанных недостатков оказанной мне ответчиком услуги было нарушено моё право на безопасность услуги: причинён вред моему здоровью.

Сумма, уплаченная за медицинские услуги, диагностические исследования и лекарства для лечения ожога кожи и его последствий, составила----------руб.

11июля я обратилась к ответчику с требованием вернуть уплаченную мною за ремонт обуви сумму и возместить мне расходы на лечение, однако заместитель генерального директора ЗАО «Комфорт» Силаева М.С. в грубой форме отказалась возмещать мне расходы и возвращать деньги.

Таким образом, действиями ответчика мне был причинён моральный вред, заключающийся в физических и нравственных страданиях, связанных с ненадлежащим оказанием услуг, причинением вреда здоровью, физической боли, грубым отказом ответчика от удовлетворения моих законных требований и вынужденным в связи с этим обращением в суд. Причинённый мне моральный вред я оцениваю в --------руб.

На основании изложенного и статей 7, 14, 15, 17, 29 Закона РФ «О защите прав потребителей»

Прошу:

1.Взыскать в мою пользу с ЗАО. «Комфорт» средства, уплаченные мной за ремонт обуви, в размере----------руб., сумму в возмещение вреда здоровью в размере----------руб., средства по оплате проведения экспертизы в размере---------руб. и компенсацию морального вреда в размере 50тыс. руб.

2.Вызвать в суд и допросить в качестве свидетелей:

1.Батуркину Ольгу Викторовну, проживающую по адресу----------

2.Васильеву Ирину Олеговну, проживающую по адресу ----------

3 Столярова Валерия Сидоровича, проживающего по адресу----------

Приложения:

1.Копия искового заявления.

2.Копия заключения от 5 июля 2008 года №12 врача-дерматолога Поликлиники № 145.

3.Копия договора с ООО «Бюро экспертиз № 23», квитанция об оплате услуг по проведению экспертизы.

4.Копия лицензии ООО «Бюро экспертиз № 23», документы в подтверждение квалификации эксперта, проводившего экспертизу (сертификат, диплом и др.).

5.Копия экспертного заключения ООО «Бюро экспертиз № 23»

Дата обращения в суд с заявлением----------

Подпись----------

2. Основываясь на Закон РФ «О защите прав потребителей», указать, чем отличаются понятия «недостаток товара» и «существенный недостаток».

1. Ситуация:

Покупатель купил три метра ткани на костюм, но жена посчитала его выбор неудачным и с отрезом в магазин, чтобы заменить на другую, ткань для него подходящую. Чек был сохранён. Но в магазине, несмотря на то, что с момента покупки прошло несколько часов, покупку обменять отказались.

Кто прав в этой ситуации?

Как трактуется понятие «продавец» в Законе РФ «О защите прав потребителей»?

2.Ситуация:

Когда покупательница покупала губную помаду, продавец ей сказала, что она изготовлена на основе натуральных веществ, позднее у неё возникли сомнения в достоверности сказанного, и она отдала купленную помаду на экспертизу. Экспертиза установила, что в химический состав помады натуральные компоненты не входят. Может ли покупательница потребовать зря потраченные деньги?

1.Пользуясь статьями 30 и 31 решить ситуацию 2.

2.На примере искового заявления, изложенного в руководстве к практической работе составить исковое заявление по данным ситуации № 2

3.Определить сумму иска в претензии.

4. Содержание отчета:

- Краткие теоретические сведения по теме.
- Изучить порядок составления искового заявления.
- Результаты выполнения индивидуального задания записать в тетрадь.
- Анализ полученных результатов и выводы по работе.

5. Контрольные вопросы:

1. Что регулирует ФЗ РФ «О защите прав потребителей»?
2. Дайте определение стандартам.
3. Что должна содержать информация о товарах (работах, услугах)?
4. Перечислите права потребителя.

Литература

Нормативные правовые акты:

1. Закон Российской Федерации «О защите прав потребителей» от 9января 1996г. № 2 – ФЗ (в ред. От 25.11.2006 №193 – ФЗ)
2. Федеральный Закон «О банках и банковской деятельности» от 02.12.1990г. №395 – 1.

Интернет – ресурсы:

1. Каталог образовательных интернет – ресурсов: http://www.edu.ru/
2. http://claw.ru/ - Образовательный портал
3. http://ru.wikipedia.org/ - Свободная энциклопедия
4. Электронный ресурс Российское образование, Федеральный портал (http://www.edu.ru).
5. http://www.budget.gov.ru/ – единый портал бюджетной системы Российской Федерации.
6. http://www.cbr.ru/fingramota/?PrtId=fg_3 – Как получить кредит по самой

Приложение 2.1.6
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ОП 01 «МАТЕМАТИКА»

2025

Методические рекомендации по выполнению практических работ разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта в соответствии с программой по ОП.01 «Математика» для специальности **15.02.09 Аддитивные технологии.**

Организация-разработчик:

СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Пояснительная записка

Методические рекомендации по выполнению практических работ составлены в соответствии с рабочей программой по общепрофессиональной дисциплине ОП.03 «Инженерная графика» для специальности СПО 15.02.09 Аддитивные технологии.

Выполнение практических работ по общепрофессиональной дисциплине для специальности СПО 15.02.09 Аддитивные технологии является одним из важнейших условий реализации основной профессиональной образовательной программы.

Целью выполняемых работ является получение умений и знаний, которые необходимы обучающемуся для овладения им соответствующего вида профессиональной деятельности.

При выполнении практических работ основными задачами являются:

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;

2) выработка практических навыков самостоятельной работы;

3) подготовка обучающихся к будущей практической работе.

Практическая работа № 1

Комплексные числа.

Цель работы: закрепить навыки и умения вычислений с комплексными числами и изображение комплексных чисел на комплексной плоскости.

Типовой вариант

1. Следующие комплексные числа изобразить векторами и записать в тригонометрической и показательной формах:

   а) $z = 4 - 3i$;

   б) $z = (1 - i)^3$.

   Решение.

   а) Для начала найдем модуль и аргумент для данного комплексного числа $z = 4 - 3i$. Здесь $x = 4 > 0, y = -3 < 0$,

   Модуль (длинна) $|z|$ комплексного числа z равна:

   $|z| = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{4^2 + (-3)^2} = \sqrt{25} = 5.$

   Аргумент φ комплексного числа z равен:

   $\varphi = \arg z = arctg\frac{y}{x} = arctg\frac{-3}{4} \approx -0{,}644$ радиан $(-36{,}87°)$.

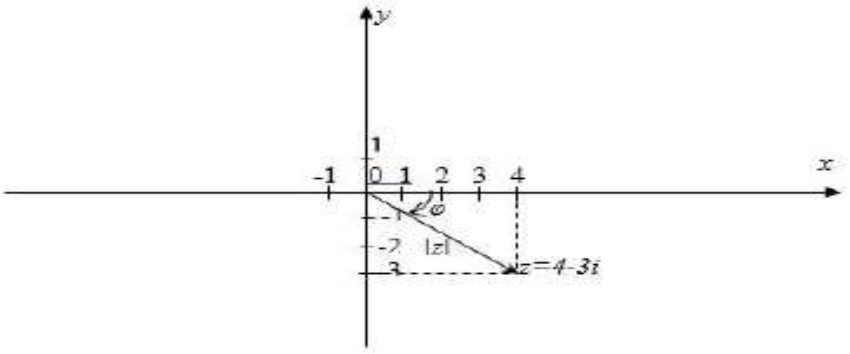
   Отсюда тригонометрическая форма данного комплексного числа запишется в виде:

   $z = 5 \cdot (\cos(-36{,}87°) + i \cdot \sin(-36{,}87°))$.

   Показательная форма будет иметь вид:

   $z = 5 \cdot e^{-36{,}87°i}$.

   Изобразим данное число в комплексной плоскости C



   б) Преобразуем сначала данное выражение, приведем его к алгебраической форме записи комплексного числа и учтём также что $i^2 = -1$

   $z = (1 - i)^3 = (1 - i) \cdot (1 - i) \cdot (1 - i) = (1 - 2i + i^2) \cdot (1 - i) =$
   $= -2i \cdot (1 - i) = -2i + 2i^2 = -2 - 2i.$

   Таким образом получили, что $z = -2 - 2i$, здесь $x = -2 < 0, y = -2 < 0$.

   Теперь по аналогии с пунктом а) находим:

   Модуль (длинна) $|z|$ комплексного числа z равна:

В практической работе 6 вариантов и семь заданий. Также есть решение типового варианта с пояснениями и необходимой теорией.

$|z| = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(-2)^2 + (-2)^2} = \sqrt{8} = 2\sqrt{2}.$

Аргумент φ комплексного числа z равен:

$\varphi = \arg z = arctg\frac{y}{x} = arctg\frac{-2}{-2} - \pi = arctg(1) - \pi = \frac{\pi}{4} - \pi = -\frac{3\pi}{4}.$

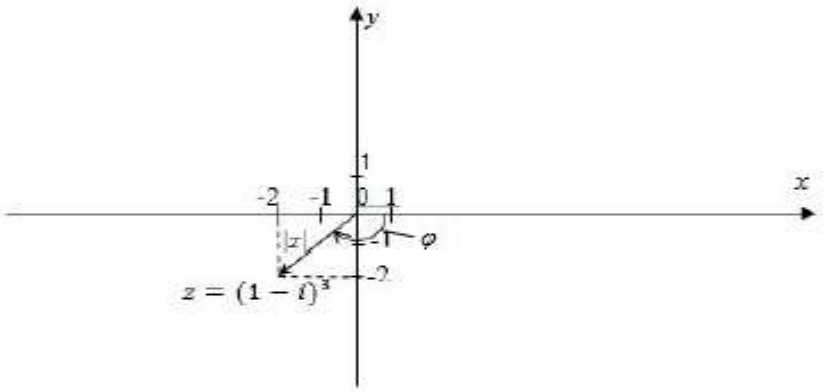
Отсюда тригонометрическая форма данного комплексного числа запишется в виде:

$z = 2\sqrt{2} \cdot \left(\cos\left(-\frac{3\pi}{4}\right) + i \cdot \sin\left(-\frac{3\pi}{4}\right)\right).$

Показательная форма будет иметь вид:

$z = 2\sqrt{2} \cdot e^{-\frac{3\pi}{4}i}.$

Изобразим данное число в комплексной плоскости C



2. Даны комплексные числа

а) $z = 3 - 7i;$

б) $z = \left(\frac{1+i}{1-i}\right)^3.$

Найти $Re\ z, Im\ z, |z|, \arg z.$

Решение.

а) Так как в алгебраической записи комплексного числа

$z = x + yi$

$Re\ z = x, Im\ z = y, |z| = \sqrt{x^2 + y^2}$, то в нашем случае получаем:

$Re\ z = 3, Im\ z = -7, |z| = \sqrt{3^2 + (-7)^2} = \sqrt{58}.$

$\arg z = arctg\frac{y}{x} = arctg\frac{-7}{3} \approx -66{,}8°.$

б) Преобразуем сначала данное выражение, умножим числитель и знаменатель дроби на выражение сопряженное к знаменателю дроби $1 + i$

$$z=\left(\frac{1+i}{1-i}\right)^3=\left(\frac{(1+i)\cdot(1+i)}{(1-i)\cdot(1+i)}\right)^3=\left(\frac{1+2i+i^2}{1-i^2}\right)^3=\left(\frac{2i}{2}\right)^3=i^3=i^2\cdot i=-i.$$

По аналогии с пунктом а) находим

$$Re\,z=0,\ Im\,z=-1,\ |z|=\sqrt{0^2+(-1)^2}=1,\ \arg z=\pi.$$

3. Найти $z_1+z_2,\ z_1-z_2,\ z_1\cdot z_2,\frac{z_1}{z_2}$, если $z_1=1+3i;\ z_2=-2+5i.$

Решение.

$z_1+z_2=1+3i+(-2+5i)=1+3i-2+5i=-1+8i;$

$z_1-z_2=1+3i-(-2+5i)=1+3i+2-5i=-1+8i;$

$z_1\cdot z_2=(1+3i)\cdot(-2+5i)=-2+5i-6i+15\cdot i^2=-17-i;$

$$\frac{z_1}{z_2}=\frac{1+3i}{-2+5i}=\frac{(1+3i)\cdot(-2-5i)}{(-2+5i)\cdot(-2-5i)}=\frac{-2-5i-6i-15\cdot i^2}{4-25\cdot i^2}=\frac{13-11}{29}$$

Полнено разделив слагаемые числителя на знаменатель получим алгебраическую форму записи комплексного числа

$$\frac{z_1}{z_2}=\frac{13}{29}-\frac{11}{29}\cdot i.$$

4. Найти произведение $z\cdot\overline{z},\frac{z}{\overline{z}}$, если $z=\sqrt{5}-\frac{1}{2}i$ а $\overline{z}$ – его сопряженное.

Решение.

$$z\cdot\overline{z}=\left(\sqrt{5}-\frac{1}{2}i\right)\cdot\left(\sqrt{5}+\frac{1}{2}i\right)=5+\frac{\sqrt{5}}{2}i-\frac{\sqrt{5}}{2}i-\frac{1}{4}\cdot i^2=5+\frac{1}{4}=5\frac{1}{4},$$

$$\frac{z}{\overline{z}}=\frac{\left(\sqrt{5}-\frac{1}{2}i\right)}{\left(\sqrt{5}+\frac{1}{2}i\right)}=\frac{\left(\sqrt{5}-\frac{1}{2}i\right)\cdot\left(\sqrt{5}-\frac{1}{2}i\right)}{\left(\sqrt{5}+\frac{1}{2}i\right)\cdot\left(\sqrt{5}-\frac{1}{2}i\right)}=\frac{5-\frac{\sqrt{5}}{2}i-\frac{\sqrt{5}}{2}i+\frac{1}{4}\cdot i^2}{5\frac{1}{4}}=$$

$$=\frac{\frac{19}{4}-\sqrt{5}i}{\frac{21}{4}}=\frac{19}{4}\cdot\frac{4}{21}-\frac{\sqrt{5}\cdot 4i}{21}=\frac{19}{21}-\frac{4\sqrt{5}i}{21}.$$

5. Задана функция $f(z)=4z^3-z+3i.$

Найти значение этой функции в точке $z_0=-1+i.$

Решение.

Подставим значение $z_0=-1+i$ в заданную функцию $f(z)$ и найдем её значение в этой точке

$f(z_0)=4\cdot(-1+i)^3-(-1+i)+3i=4\cdot(1-2i+i^2)\cdot(-1+i)+$

$+1-i+3i=4\cdot(-2i)\cdot(-1+i)+1+2i=-8i\cdot(-1+i)+1+2i=$

$=8i-8i^2+1+2i=9+10i.$

6. Изобразить на рисунке множества точек z комплексной области, удовлетворяющих условию:

а) $|z-2-i|\geq 1,$

б) $\begin{cases}|z|<\sqrt{2},\\ |z|\geq 1,\end{cases}$

Решение.

7. Найти $(1+i)^7$

Решение.

Возведем в степень число $z = 1 + i$ используя формулу Муавра:

$z^n = |z|^n \cdot (\cos(n\varphi) + i \cdot \sin(n\varphi))$.

В нашем случае будем иметь

$|z| = \sqrt{1^2 + 1^2} = \sqrt{2}$, $\varphi = argz = arctg\frac{1}{1} = arctg\,1 = \frac{\pi}{4}$, т.е.

$z = 1 + i = \sqrt{2} \cdot \left(cos\frac{\pi}{4} + i \cdot sin\frac{\pi}{4}\right)$.

Применяя формулу Муавра получим

$$z^7 = (1+i)^7 = \left(\sqrt{2} \cdot \left(cos\frac{\pi}{4} + i \cdot sin\frac{\pi}{4}\right)\right)^7 =$$

$$= 2^{\frac{7}{2}} \cdot \left(cos\frac{7\pi}{4} + i \cdot sin\frac{7\pi}{4}\right) = 8\sqrt{2} \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{2} + i \cdot \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}\right)\right) = 8 - 8i.$$

Варианты индивидуальных заданий по комплексным числам

Вариант № 1

1. Следующие комплексные числа изобразить векторами и записать в тригонометрической и показательной формах:

а) $z = 2 + 2i$;

б) $z = -5i$.

2. Даны комплексные числа

а) $z = 5 - 5i$;

б) $z = (2-i)^2 \cdot (3+4i)$;

Найти $\mathrm{Re}\,z$, $\mathrm{Im}\,z$, $|z|$, $\arg z$.

3. Найти $z_1 + z_2$, $z_1 - z_2$, $z_1 \cdot z_2$, $\frac{z_1}{z_2}$, если $z_1 = 1 + 2i$, $z_2 = 2 - i$

4. Найти произведение $z \cdot \bar{z}$ и частное $\frac{z}{\bar{z}}$, если $z = 5 - 2i$ а $\bar{z}$ - его сопряженное.

5. Задана функция $f(z) = \frac{3}{z} + \frac{2}{z^2}$.

Найти а) значение этой функции в точке $z_0 = -1 + i$.

б) значение её производной в точке $z_0 = 1 + 2i$.

6. Изобразить на рисунке множества точек z комплексной области, удовлетворяющих условию:

а) $|z - i| = |z + 2|$,

б) $\begin{cases} 1 \le z \cdot \bar{z} \le 2, \\ -\sqrt{3} \le \mathrm{Im}\,z \le 0. \end{cases}$

7. Найти $(1+i)^{10}$.

Вариант № 2

1. Следующие комплексные числа изобразить векторами и записать в тригонометрической и показательной формах:

а) $z = -1 + i\sqrt{3}$;

б) $z = -3 - 2i$.

2. Даны комплексные числа

а) $z = 1 - 2i$;

б). $z = (-5 + i) \cdot (-5 - i)$

Найти $\operatorname{Re} z$, $\operatorname{Im} z$, $|z|$, $\arg z$.

3. Найти $z_1 + z_2$, $z_1 - z_2$, $z_1 \cdot z_2$, $\frac{z_1}{z_2}$, если $z_1 = 1 - 2i$, $z_2 = 3i$

4. Найти произведение $z \cdot \bar{z}$ и частное $\frac{z}{\bar{z}}$, если $z = 1 - 2i$ а $\bar{z}$ - его сопряженное.

5. Задана функция $f(z) = 10z^2 + z + \frac{3}{z}$.

Найти а) значение этой функции в точке $z_0 = -1 + i$.

б) значение её производной в точке $z_0 = 1 + 2i$.

6. Изобразить на рисунке множества точек z комплексной области, удовлетворяющих условию:

а) $\operatorname{Re} z > 1$,

б) $\begin{cases} |z| \le 1, \\ \frac{\pi}{4} < \arg z < \frac{3}{4}\pi. \end{cases}$

7. Найти $(2 + 2i)^8$.

Вариант № 3

1. Следующие комплексные числа изобразить векторами и записать в тригонометрической и показательной формах:

а) $z = 2 + 4i$;

б) $z = i$.

2. Даны комплексные числа

а) $z = -2 + 2i$;

б). $z = i^8 + \dfrac{5+i}{1-3i}$

Найти $\operatorname{Re} z$, $\operatorname{Im} z$, $|z|$, $\arg z$.

3. Найти $z_1 + z_2$, $z_1 - z_2$, $z_1 \cdot z_2$, $\dfrac{z_1}{z_2}$, если $z_1 = 2 - 3i$, $z_2 = -4 - 2i$

4. Найти произведение $z \cdot \bar{z}$ и частное $\dfrac{z}{\bar{z}}$, если $z = -2 + 3i$ а $\bar{z}$ - его сопряженное.

5. Задана функция $f(z) = 5z^2 + \dfrac{1}{z}$.

Найти а) значение этой функции в точке $z_0 = -1 + i$.

б) значение её производной в точке $z_0 = 1 + 2i$.

6. Изобразить на рисунке множества точек z комплексной области, удовлетворяющих условию:

а) $\operatorname{Re} z = 2$,

б) $\begin{cases} |z - i| < 1, \\ \arg z \geq \dfrac{\pi}{4}. \end{cases}$

7. Найти $(-2 + 2i)^8$.

Вариант № 4

1. Следующие комплексные числа изобразить векторами и записать в тригонометрической и показательной формах:

а) $z = \sqrt{3} - i$;

б) $z = 2\cos\frac{\pi}{3} - 2i\sin\frac{\pi}{3}$.

2. Даны комплексные числа

а) $z = 2$.

б) $(-4 + 3i)^3$.

Найти $\operatorname{Re} z$, $\operatorname{Im} z$, $|z|$, $\arg z$.

3. Найти $z_1 + z_2$, $z_1 - z_2$, $z_1 \cdot z_2$, $\frac{z_1}{z_2}$, если $z_1 = 1 - i\sqrt{3}$, $z_2 = 2 + 4i$

4. Найти произведение $z \cdot \bar{z}$ и частное $\frac{z}{\bar{z}}$, если $z = -2 - i$ а $\bar{z}$ - его сопряженное.

5. Задана функция $f(z) = 2z^2 - \frac{4}{z}$.

Найти а) значение этой функции в точке $z_0 = -1 + i$.

б) значение её производной в точке $z_0 = 1 + 2i$.

6. Изобразить на рисунке множества точек z комплексной области, удовлетворяющих условию:

а) $1 < \operatorname{Re} z \le 2$,

б) $\begin{cases} \arg z \ge \frac{\pi}{4}, \\ \operatorname{Im} z > 1. \end{cases}$

7. Найти $(2 - 2i)^8$.

Вариант № 5

1. Следующие комплексные числа изобразить векторами и записать в тригонометрической и показательной формах:

а) $z = 8i$;

б) $z = -4 - 3i$.

2. Даны комплексные числа

а) $z = 3i$;

б) $z = \dfrac{2+3i}{1-5i} + i^4$.

Найти $\operatorname{Re} z$, $\operatorname{Im} z$, $|z|$, $\arg z$.

3. Найти $z_1 + z_2$, $z_1 - z_2$, $z_1 \cdot z_2$, $\dfrac{z_1}{z_2}$, если $z_1 = 1 - i$, $z_2 = -2 + i$

4. Найти произведение $z \cdot \bar{z}$ и частное $\dfrac{z}{\bar{z}}$, если $z = -1 + 3i$ а $\bar{z}$ - его сопряженное.

5. Задана функция $f(z) = 7z + \dfrac{6}{z}$.

Найти а) значение этой функции в точке $z_0 = -1 + i$.

б) значение её производной в точке $z_0 = 1 + 2i$.

6. Изобразить на рисунке множества точек z комплексной области, удовлетворяющих условию:

а) $\operatorname{Im} = 3$,

б) $\begin{cases} |z+1| \geq 1, \\ 1 \leq \operatorname{Re} z < 3. \end{cases}$

7. Найти $(1-i)^{20}$.

Вариант № 6

1. Следующие комплексные числа изобразить векторами и записать в тригонометрической и показательной формах:

а) $z=-1-i$;

б) $z=-2+4i$.

2. Даны комплексные числа

а) $z=-1$;

б) $z=(2-5i)^3$.

Найти $\operatorname{Re} z$, $\operatorname{Im} z$, $|z|$, $\arg z$.

3. Найти z_1+z_2, z_1-z_2, $z_1\cdot z_2$, $\frac{z_1}{z_2}$, если $z_1=1+i$, $z_2=-1+3i$

4. Найти произведение $z\cdot\bar{z}$ и частное $\frac{z}{\bar{z}}$, если $z=1+2i$ а $\bar{z}$ - его сопряженное.

5. Задана функция $f(z)=5z^2-\frac{5}{z}$.

Найти а) значение этой функции в точке $z_0=-1+i$.

б) значение её производной в точке $z_0=1+2i$.

6. Изобразить на рисунке множества точек z комплексной области, удовлетворяющих условию:

а) $|z-3+5i|<3$,

б) $\begin{cases}|z+i|\le 2,\\ \operatorname{Re} z>\sqrt{2}.\end{cases}$

7. Найти $(1-i)^{13}$.

Практическая работа 2-4.
Действия над матрицами. Вычисление определителя матрицы. Нахождение обратной матрицы

1. Вычислить определитель.

1. $\begin{pmatrix}4&0&4&5\\0&1&5&6\\-2&2&2&0\\1&-5&1&3\end{pmatrix}$ 2. $\begin{pmatrix}5&0&1&3\\0&1&5&-1\\7&-1&3&-2\\5&3&0&1\end{pmatrix}$ 3. $\begin{pmatrix}4&0&1&5\\1&1&0&4\\0&1&1&5\\6&-4&1&1\end{pmatrix}$

4. $\begin{pmatrix}3&0&4&2\\2&4&5&-1\\2&7&1&0\\0&2&-2&3\end{pmatrix}$ 5. $\begin{pmatrix}0&2&5&1\\1&-2&2&-1\\3&0&5&0\\1&2&1&-3\end{pmatrix}$ 6. $\begin{pmatrix}6&2&0&1\\0&3&5&5\\1&2&-2&4\\-1&3&3&0\end{pmatrix}$

7. $\begin{pmatrix} 3 & 2 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & 2 & 3 \\ 1 & 5 & 6 & 1 \\ -2 & 0 & 3 & 2 \end{pmatrix}$ 8. $\begin{pmatrix} 5 & 1 & 3 & 0 \\ -3 & 0 & 5 & 2 \\ 2 & 1 & -1 & 3 \\ 1 & 5 & 0 & 7 \end{pmatrix}$ 9. $\begin{pmatrix} 7 & 6 & 0 & 1 \\ 1 & 3 & 5 & 0 \\ 0 & 1 & -2 & 4 \\ 1 & 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}$

10. $\begin{pmatrix} 3 & 2 & 7 & -1 \\ 4 & 1 & 4 & 0 \\ 0 & 2 & -5 & 3 \\ 1 & 2 & 4 & 5 \end{pmatrix}$ 11. $\begin{pmatrix} 5 & 3 & 0 & 1 \\ 4 & 2 & 1 & 3 \\ 0 & -4 & 3 & 5 \\ 1 & -3 & 2 & 4 \end{pmatrix}$ 12. $\begin{pmatrix} 5 & 0 & 4 & -1 \\ 2 & 3 & 0 & 4 \\ -3 & 4 & 2 & 1 \\ 7 & 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$

13. $\begin{pmatrix} 2 & 3 & 0 & 1 \\ -4 & 0 & 3 & 1 \\ 0 & 8 & 7 & 5 \\ 3 & 3 & 4 & -2 \end{pmatrix}$ 14. $\begin{pmatrix} 3 & 1 & 3 & 1 \\ 2 & 4 & 2 & 5 \\ 1 & 4 & 5 & 3 \\ -1 & 0 & 3 & 2 \end{pmatrix}$ 15. $\begin{pmatrix} 7 & 6 & 0 & 1 \\ 1 & 3 & 5 & 0 \\ 0 & 1 & -2 & 4 \\ 1 & 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}$

16. $\begin{pmatrix} 7 & 3 & 2 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 0 \\ 0 & 3 & 4 & 1 \\ -3 & 5 & 5 & 1 \end{pmatrix}$ 17. $\begin{pmatrix} 8 & 7 & 4 & 0 \\ 0 & 1 & 3 & 1 \\ 2 & 0 & 5 & 3 \\ 3 & 2 & 0 & 6 \end{pmatrix}$ 18. $\begin{pmatrix} -1 & 2 & 0 & 3 \\ 1 & -2 & 3 & 2 \\ 6 & 0 & 1 & 3 \\ 2 & 3 & 4 & 5 \end{pmatrix}$

19. $\begin{pmatrix} 4 & 3 & 1 & 0 \\ 7 & 2 & 2 & 1 \\ 2 & 0 & 3 & 5 \\ 1 & 5 & 0 & 4 \end{pmatrix}$ 20. $\begin{pmatrix} 4 & 6 & 8 & 1 \\ 2 & 0 & 3 & -2 \\ 3 & 1 & 4 & 0 \\ 0 & 5 & -1 & 2 \end{pmatrix}$ 21. $\begin{pmatrix} 5 & -3 & 7 & -1 \\ 3 & 2 & 0 & 2 \\ 2 & 1 & 4 & -6 \\ 3 & -2 & 9 & 4 \end{pmatrix}$

22. $\begin{pmatrix} 1 & 8 & 2 & -3 \\ 3 & -2 & 0 & 4 \\ 5 & 3 & 7 & -1 \\ 3 & 2 & 0 & 2 \end{pmatrix}$ 23. $\begin{pmatrix} 2 & -3 & 4 & 1 \\ 4 & -2 & 3 & 2 \\ 3 & 0 & 2 & 1 \\ 3 & -1 & 4 & 3 \end{pmatrix}$ 24. $\begin{pmatrix} 3 & 1 & 2 & 3 \\ 4 & -1 & 2 & 4 \\ 1 & -1 & 1 & 1 \\ 4 & -1 & 2 & 5 \end{pmatrix}$

25. $\begin{pmatrix} 3 & 1 & 4 & 2 \\ 2 & 4 & 5 & -1 \\ 2 & 7 & 1 & 0 \\ 0 & 2 & -2 & 3 \end{pmatrix}$ 26. $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 5 & 1 \\ 1 & -2 & 2 & -1 \\ 3 & 0 & 5 & 0 \\ 1 & 2 & 1 & -3 \end{pmatrix}$

2. С матрицами A, B, C совершить указанные действия. Найти обратную к матрице A.

1.A=$\begin{pmatrix} 6 & -1 & 4 \\ 0 & 3 & 2 \\ 3 & 8 & -2 \end{pmatrix}$ B=$\begin{pmatrix} 9 & -1 & 5 \\ 7 & 0 & 3 \\ 1 & 4 & -1 \end{pmatrix}$ C=$\begin{pmatrix} 4 & 0 & 2 \\ 1 & 5 & 7 \end{pmatrix}$ 2A+5B, CA

2. $A=\begin{pmatrix}2&5&-1\\4&7&8\\1&0&-7\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}5&1&3\\-3&4&2\\8&0&1\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}2&1\\4&-1\\2&-6\end{pmatrix}$ 2B-A, AC

3. $A=\begin{pmatrix}5&4&-1\\3&7&4\\1&0&5\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}-3&1&3\\5&5&-1\\0&9&4\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}0&7&-6\\1&-4&5\end{pmatrix}$ 3A+2B, AC^T

4. $A=\begin{pmatrix}1&7&-1\\3&2&4\\1&0&5\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}-7&1&3\\5&6&-1\\0&8&4\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}2&-3&4\\1&7&0\end{pmatrix}$ 5A+2B, CA

5. $A=\begin{pmatrix}5&1&-1\\1&8&7\\1&3&0\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}-5&1&3\\0&4&7\\3&9&-2\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}1&-3&4\\7&9&0\end{pmatrix}$ 3A-4B, BC^T

6. $A=\begin{pmatrix}4&1&-1\\-3&5&2\\1&3&0\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}7&1&3\\6&-2&7\\5&4&1\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}-1&3\\4&5\\2&1\end{pmatrix}$ 3A-2B, $C^T B$

7. $A=\begin{pmatrix}7&1&-1\\3&5&4\\1&3&0\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}8&1&3\\-7&3&4\\2&4&-1\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}-1&3\\4&5\\2&1\end{pmatrix}$ -5A-+3B, $C^T A$

8. $A=\begin{pmatrix}6&-1&4\\0&3&2\\3&8&-2\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}9&-1&5\\7&0&3\\1&4&-1\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}4&0&2\\1&5&7\end{pmatrix}$ 2A+5B, CA

9. $A=\begin{pmatrix}2&5&-1\\4&7&8\\1&0&-7\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}5&1&3\\-3&4&2\\8&0&1\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}2&1\\4&-1\\2&-6\end{pmatrix}$ 2B-A, AC

10. $A=\begin{pmatrix}5&4&-1\\3&7&4\\1&0&5\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}-3&1&3\\5&5&-1\\0&9&4\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}0&7&-6\\1&-4&5\end{pmatrix}$ 3A+2B, AC^T

11. $A=\begin{pmatrix}1&7&-1\\3&2&4\\1&0&5\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}-7&1&3\\5&6&-1\\0&8&4\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}2&-3&4\\1&7&0\end{pmatrix}$ 5A+2B, CA

12. $A=\begin{pmatrix}5&1&-1\\1&8&7\\1&3&0\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}-5&1&3\\0&4&7\\3&9&-2\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}1&-3&4\\7&9&0\end{pmatrix}$ 3A-4B, BC^T

13. $A=\begin{pmatrix}6&-1&4\\0&3&2\\3&8&-2\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}9&-1&5\\7&0&3\\1&4&-1\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}4&0&2\\1&5&7\end{pmatrix}$ 2A+5B, CA

14. $A=\begin{pmatrix}2 & 5 & -1\\ 4 & 7 & 8\\ 1 & 0 & -7\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}5 & 1 & 3\\ -3 & 4 & 2\\ 8 & 0 & 1\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}2 & 1\\ 4 & -1\\ 2 & -6\end{pmatrix}$ 2B-A, AC

15.$A=\begin{pmatrix}5 & 4 & -1\\ 3 & 7 & 4\\ 1 & 0 & 5\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}-3 & 1 & 3\\ 5 & 5 & -1\\ 0 & 9 & 4\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}0 & 7 & -6\\ 1 & -4 & 5\end{pmatrix}$ 3A+2B, AC^T

16.$A=\begin{pmatrix}1 & 7 & -1\\ 3 & 2 & 4\\ 1 & 0 & 5\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}-7 & 1 & 3\\ 5 & 6 & -1\\ 0 & 8 & 4\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}2 & -3 & 4\\ 1 & 7 & 0\end{pmatrix}$ 5A+2B, CA

17.$A=\begin{pmatrix}5 & 1 & -1\\ 1 & 8 & 7\\ 1 & 3 & 0\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}-5 & 1 & 3\\ 0 & 4 & 7\\ 3 & 9 & -2\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}1 & -3 & 4\\ 7 & 9 & 0\end{pmatrix}$ 3A-4B, BC^T

18. $A=\begin{pmatrix}4 & 1 & -1\\ -3 & 5 & 2\\ 1 & 3 & 0\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}7 & 1 & 3\\ 6 & -2 & 7\\ 5 & 4 & 1\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}-1 & 3\\ 4 & 5\\ 2 & 1\end{pmatrix}$ 3A-2B, $C^T B$

19.$A=\begin{pmatrix}7 & 1 & -1\\ 3 & 5 & 4\\ 1 & 3 & 0\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}8 & 1 & 3\\ -7 & 3 & 4\\ 2 & 4 & -1\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}-1 & 3\\ 4 & 5\\ 2 & 1\end{pmatrix}$ -5A-+3B, $C^T A$

20.$A=\begin{pmatrix}6 & -1 & 4\\ 0 & 3 & 2\\ 3 & 8 & -2\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}9 & -1 & 5\\ 7 & 0 & 3\\ 1 & 4 & -1\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}4 & 0 & 2\\ 1 & 5 & 7\end{pmatrix}$ 2A+5B, CA

21. $A=\begin{pmatrix}2 & 5 & -1\\ 4 & 7 & 8\\ 1 & 0 & -7\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}5 & 1 & 3\\ -3 & 4 & 2\\ 8 & 0 & 1\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}2 & 1\\ 4 & -1\\ 2 & -6\end{pmatrix}$ 2B-A, AC

22. $A=\begin{pmatrix}5 & 4 & -1\\ 3 & 7 & 4\\ 1 & 0 & 5\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}-3 & 1 & 3\\ 5 & 5 & -1\\ 0 & 9 & 4\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}0 & 7 & -6\\ 1 & -4 & 5\end{pmatrix}$ 3A+2B, AC^T

23.$A=\begin{pmatrix}1 & 7 & -1\\ 3 & 2 & 4\\ 1 & 0 & 5\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}-7 & 1 & 3\\ 5 & 6 & -1\\ 0 & 8 & 4\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}2 & -3 & 4\\ 1 & 7 & 0\end{pmatrix}$ 5A+2B, CA

24.$A=\begin{pmatrix}5 & 1 & -1\\ 1 & 8 & 7\\ 1 & 3 & 0\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}-5 & 1 & 3\\ 0 & 4 & 7\\ 3 & 9 & -2\end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix}1 & -3 & 4\\ 7 & 9 & 0\end{pmatrix}$ 3A-4B, BC^T

25. $A=\begin{pmatrix} 4 & 1 & -1 \\ -3 & 5 & 2 \\ 1 & 3 & 0 \end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix} 7 & 1 & 3 \\ 6 & -2 & 7 \\ 5 & 4 & 1 \end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix} -1 & 3 \\ 4 & 5 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$ 3A-2B, $C^T B$

26.$A=\begin{pmatrix} 7 & 1 & -1 \\ 3 & 5 & 4 \\ 1 & 3 & 0 \end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix} 8 & 1 & 3 \\ -7 & 3 & 4 \\ 2 & 4 & -1 \end{pmatrix}$ $C=\begin{pmatrix} -1 & 3 \\ 4 & 5 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$ -5A-+3B, $C^T A$

Практическая работа №5-6
Решение СЛАУ методом Крамера и Гаусса

Цель работы: закрепить умения и навыки решения систем линейных алгебраических уравнений методом Крамера и Гаусса и понять отличие этих способов.

Практическая работа состоит из 26 вариантов и двух заданий. Номер варианта соответствует порядковому номера в журнале.

1. Решить СЛАУ методом Гаусса.

1. $\begin{cases} 2x+3y+5z=10 \\ 3x+7y+4z=3 \\ x+2y+2z=3 \end{cases}$

6. $\begin{cases} -3x+2y-z=8 \\ -8x+4y+3z=-1 \\ -5x-3y+2z=-9 \end{cases}$

2. $\begin{cases} 4x+5y+6z=7 \\ -x+6y+2z=2. \\ 5x-y+4z=5 \end{cases}$

7. $\begin{cases} 5x+2y+3z=-2 \\ 2x-2y+5z=0 \\ 3x+4y+2z=-10 \end{cases}$

3. $\begin{cases} 5x-6y+4z=3 \\ 3x-3y+2z=2 \\ 4x-5y+2z=1 \end{cases}$

8. $\begin{cases} 4x+3y-z=5 \\ x-2y+2z=-1 \\ 5x+y+z=4 \end{cases}$

4. $\begin{cases} -3x+5y+8z=-8 \\ 2x+4y+17z=5 \\ 5x-y+9z=13 \end{cases}$

9. $\begin{cases} 7x+3y-z=29 \\ 3x-6y+3z=-42 \\ -4x+2y-z=11 \end{cases}$

5. $\begin{cases} 4x-3y+2z=-4 \\ 6x-2y+3z=-1 \\ 5x-3y+2z=-3 \end{cases}$

10. $\begin{cases} 7x-2y-z=-4 \\ 3x+3y+5z=9 \\ -4x+5y+6z=13 \end{cases}$

11. $\begin{cases} 5x+3y-2z=5 \\ x+4y-3z=2 \\ -2x+5y-z=-9 \end{cases}$

20. $\begin{cases} 4x+3y-z=14 \\ -2x-y+4z=-3 \\ 2x+2y+3z=11 \end{cases}$

12. $\begin{cases} 6x-2y-z=15 \\ x+4y-3z=-9 \\ 7x+2y-4z=6 \end{cases}$

21. $\begin{cases} 2x+y+2z=5 \\ 5x-y-3z=1 \\ -2x+3y+6z=7 \end{cases}$

13. $\begin{cases} 7x+9y+4z=-8 \\ x+4y+5z=5 \\ 2x+8y+z=-8 \end{cases}$

22. $\begin{cases} 2x+y-z=1 \\ 3x-2y+4z=11 \\ 5x-y+3z=12 \end{cases}$

14. $\begin{cases} 2x+5y-z=3 \\ x+5y-3z=14 \\ 3x+10y-4z=17 \end{cases}$

23. $\begin{cases} 2x+y-z=4 \\ x-4y+3z=-7 \\ -2x-2y-z=-6 \end{cases}$

15. $\begin{cases} 2x+5y-z=5 \\ x+y+2z=0 \\ -3x+4y+7z=-13 \end{cases}$

24. $\begin{cases} x+11y+3z=40 \\ 3x+7y+4z=32 \\ -2x+4y-z=8 \end{cases}$

16. $\begin{cases} x+5y-z=-12 \\ -2x+9y+2z=-14 \\ -3x+4y+3z=-2 \end{cases}$

25. $\begin{cases} 3x+5y-5z=-4 \\ 3x+7y+2z=16 \\ -2x+4y-3z=12 \end{cases}$

17. $\begin{cases} -x+4y+3z=-5 \\ -2x-y+4z=2 \\ 2x+4y+3z=-1 \end{cases}$

26. $\begin{cases} 5x+y-2z=-11 \\ 3x+5y-5z=6 \\ -2x+4y-3z=17 \end{cases}$

18. $\begin{cases} 4x+5y-z=21 \\ x+y-2z=3 \\ 2x+3y+3z=15 \end{cases}$

19. $\begin{cases} 2x+2y+3z=13 \\ -2x-y+4z=-4 \\ 2x+y-6z=2 \end{cases}$

2. Решить СЛАУ методом Крамера

1. $\begin{cases} 3x+5y-7z=18 \\ 6x+7y+2z=17 \\ -2x-y+4z=-9 \end{cases}$

2. $\begin{cases} 3x+5y-7z=18 \\ -x+6y+2z=2 \\ 5x-y+4z=5 \end{cases}$.

3. $\begin{cases} -3x+5y+8z=7 \\ -x+6y+2z=16 \\ 5x-y+10z=-13 \end{cases}$

4. $\begin{cases} -3x+5y+8z=-8 \\ -x-4y+2z=-19 \\ 5x-y+9z=13 \end{cases}$

5. $\begin{cases} -3x+2y+7z=-28 \\ -x-3y+2z=-1 \\ x+2y+4z=-15 \end{cases}$

6. $\begin{cases} -3x+2y-z=8 \\ 3x-3y+2z=-15 \\ -5x+2y+4z=-9 \end{cases}$

7. $\begin{cases} 4x+2y-z=15 \\ x-3y+2z=16 \\ -5x+2y+4z=1 \end{cases}$

8. $\begin{cases} 4x+3y-z=5 \\ x-2y+2z=-1 \\ 3x+2y-z=4 \end{cases}$

9. $\begin{cases} 7x+3y-z=29 \\ x-2y+z=-14 \\ -4x+2y-z=11 \end{cases}$

10. $\begin{cases} 7x-2y-z=-4 \\ x+4y+z=26 \\ -4x+5y+6z=13 \end{cases}$

11. $\begin{cases} 7x-2y-z=14 \\ x+4y-3z=2 \\ -4x+10y-2z=-18 \end{cases}$

12. $\begin{cases} 6x-2y-z=15 \\ x+4y-3z=-9 \\ 3x+10y-2z=-16 \end{cases}$

13. $\begin{cases} 6x+5y-z=-13 \\ x+4y+5z=5 \\ 2x+8y+z=-8 \end{cases}$

14. $\begin{cases} 2x+5y-z=3 \\ x+5y-3z=14 \\ -3x+4y-z=-2 \end{cases}$

15. $\begin{cases} 2x+5y-z=5 \\ -2x+5y+9z=-13 \\ -3x+4y+7z=-13 \end{cases}$

16. $\begin{cases} x+5y-z=-12 \\ -2x+6y+9z=20 \\ -3x+4y+3z=-2 \end{cases}$

17. $\begin{cases} -x+5y-z=-9 \\ -2x-y+4z=2 \\ 2x+4y+3z=-1 \end{cases}$

18. $\begin{cases} 4x+5y-z=21 \\ -2x-y+4z=-4 \\ 2x+3y+3z=15 \end{cases}$

22. $\begin{cases} 2x+y-z=1 \\ 3x-2y+4z=11 \\ -2x-2y+4z=-9 \end{cases}$

23. $\begin{cases} 2x+y-z=4 \\ 3x-2y+4z=-1 \\ -2x-2y-z=-6 \end{cases}$

19. $\begin{cases} 4x+3y-z=17 \\ -2x-y+4z=-4 \\ 2x+y-6z=2 \end{cases}$ 24. $\begin{cases} 2x+y-z=3 \\ 3x+7y+4z=32 \\ -2x+4y-z=8 \end{cases}$

20. $\begin{cases} 4x+3y-z=14 \\ -2x-y+4z=-3 \\ 5x+3y-2z=16 \end{cases}$ 25. $\begin{cases} 5x+y-2z=-16 \\ 3x+7y+2z=16 \\ -2x+4y-3z=12 \end{cases}$

21. $\begin{cases} 2x+y+2z=5 \\ 3x+2y+3z=1 \\ -2x+3y+6z=7 \end{cases}$ 26. $\begin{cases} 5x+y-2z=-11 \\ 3x+y+z=-8 \\ -2x+4y-3z=17 \end{cases}$

Практическая работа 7.
Вычисление пределов. Раскрытие неопределенностей

Практическая работа по теме «Пределы функций»

Одним из видов контроля является тестирование, позволяющее оперативно и достаточно определить уровень знаний студента.

Данная работа посвящена теме «Предел функции» и дается в 26 вариантах. Каждый вариант содержит 9 заданий с четырьмя вариантами ответов, один из которых правильный. Указать нужно не только номер ответа, но и его решение, т.е. обоснование ответа.

Выборочная система ответов обеспечивает возможность экспресс-контроля, т.е. немедленной проверки и оценки выполненного задания.

Задания составлены таким образом, что в них отражены узловые, идейно важные моменты данной темы, на которые следует обратить внимание в первую очередь.

Вариант 1

1) Вычислите

$\lim\limits_{x\to 3}(x^2-5x+3)$

ответы: А) – 3; Б) $\frac{1}{6}$; В) – 4; Г) 8

2) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 2}\dfrac{3x-2}{5x^2+4}$

ответы: А) – 3; Б) $\frac{1}{6}$; В) $\frac{1}{8}$; Г) другой ответ

3) Дано:

$\lim\limits_{n\to\infty} x_n=\dfrac{2}{3}$; $\lim\limits_{n\to\infty} y_n=-0{,}3$

Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty} \dfrac{3x_n - 5}{x_n \cdot y_n}$

ответы: А) – 15; Б) 15; В) 1,5; Г) – 1,5

4) Вычислите:

$\lim\limits_{n\to\infty} \dfrac{1}{n+2}$

ответы: А) 0; Б) 2; В) ∞; Г) $\frac{1}{2}$

5) Вычислите:

$\lim\limits_{n\to\infty} \dfrac{5+n-3n^2}{4-n+2n^2}$

ответы: А) 0; Б) $-\frac{3}{2}$; В) 1,5; Г) ∞

6) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 3} \dfrac{x^2-5x+6}{3x^2-9x}$

ответы: А) $\frac{1}{3}$; Б) $\frac{1}{9}$; В) 0; Г) ∞

7) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty} (x - \sqrt{x^2-4x})$ ответы: А) ∞; Б) 2; В) 0; Г) $-\frac{1}{3}$

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to+\infty \\ y\to+\infty}} \frac{x}{x^4+y^2}$ *Ответ:* А) ∞; Б) 2; В) 0; Г) -1

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0 \\ y\to 0}} \frac{\sqrt{x^2y^2+1}+1}{x^2+y^2}$ *Ответ:* А) ∞; Б) 0; В) 2; Г) -1

Вариант 2

1) Вычислите

$\lim\limits_{x\to -4} (5-3x-x^2)$

ответы: А) 1; Б) – 23; В) – 19; Г) 3

2) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 2} \dfrac{x^2-x+1}{x-3}$

ответы: А) 1; Б) – 3; В) – 1; Г) 0

3) Дано:

$\lim\limits_{n\to\infty} x_n = -0{,}2$; $\lim\limits_{n\to\infty} y_n = 0{,}5$

Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty} \dfrac{x_n \cdot y_n}{5x_n^2 - 2}$

ответы: А) $\frac{5}{9}$; Б) $-\frac{1}{18}$; В) $-\frac{5}{9}$; Г) $\frac{1}{18}$

4) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{2x+3}{1-5x}$

ответы: А) 0; Б) $\frac{2}{5}$; В)– $\frac{2}{5}$; Г) ∞

5) Вычислите:

$\lim\limits_{n\to\infty}\dfrac{3n^2-5n+1}{2n^3+3n^2}$

ответы: А) 0; Б) $\frac{2}{3}$; В) $\frac{3}{2}$; Г) $-\frac{5}{2}$

6) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to5}\dfrac{x^2-8x+15}{x^2-25}$

ответы: А) $\frac{1}{5}$; Б)1; В) $-\frac{3}{5}$; Г) ∞

7) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-x}-x)$

ответы: А) $-\frac{1}{2}$; Б) ∞; В) 1; Г) 0

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to0\\y\to0}}\frac{x^3y}{x^4+y^4}$ ответы: А) нет решений; Б) 0; В) ∞; Г)

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to0\\y\to0}}\frac{x^2+y^2}{1-\sqrt[3]{1+xy}}$ ответы: А) 2; Б) – 4; В) 4; Г) 0.

Вариант 3

1) Вычислите

$\lim\limits_{x\to1}(x^3-3x+4)$

ответы: А) 2; Б) – 10; В) – $\frac{1}{2}$; Г) $\frac{1}{2}$

2) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to3}\dfrac{3}{2x-6}$

ответы: А) $\frac{1}{2}$; Б) ∞; В) $\frac{3}{2}$; Г) другой ответ

3) Дано:

$\lim\limits_{x\to\infty}f(x)=2$; $\lim\limits_{x\to\infty}\varphi(x)=3$

Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{f(x)\cdot\varphi^2(x)}{[f(x)-\varphi(x)]^3}$

ответы: А) –18; Б) 6; В) – 6; Г) ∞

4) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{2}{x^2+3x}$

ответы: А) 0; Б) $\frac{1}{2}$; В) ∞; Г) другой ответ

5) Вычислите:

$$\lim_{x\to\infty}\frac{3x^2-5x+4}{x^2+2x+3}$$

ответы: А) $\frac{3}{2}$; Б) 0; В) 3; Г) ∞

6) Вычислите:

$$\lim_{x\to-3}\frac{2x^2+x-15}{3x^2+7x-6}$$

ответы: А) 1; Б) $\frac{2}{3}$; В) $\frac{1}{7}$; Г) $\frac{5}{2}$

7) Вычислите:

$$\lim_{x\to\infty}(\sqrt{x^2+5x}-x)$$

ответы: А) -1; Б) $\frac{5}{2}$; В) ∞; Г) 5

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to0\\y\to0}}\frac{x^2-y^2}{x^2+y^2}$ ответы: А) нет решений; Б) 0; В) ∞; Г) 1

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to0\\y\to0}}\frac{xy}{3-\sqrt{xy+9}}$ Ответ: А) -1; Б)-6; В) ∞; Г) 3

Вариант 4

1) Вычислите

$$\lim_{x\to-3}(5+2x+x^2)$$

ответы: А) 20; Б) 8; В) –10; Г) 10

2) Вычислите:

$$\lim_{x\to3}\frac{x^3-x}{4x-4}$$

ответы: А) 3; Б) $\frac{1}{4}$; В) ∞; Г) другой ответ

3) Дано:

$\lim\limits_{x\to a}f(x)=4$; $\lim\limits_{x\to a}\varphi(x)=2$

Вычислите:

$$\lim_{x\to a}\frac{f^2(x)\cdot\varphi^3(x)}{2f(x)-3\varphi(x)}$$

ответы: А) 2; Б) 12; В) $\frac{1}{3}$; Г) 4

4) Вычислите:

$$\lim_{x\to\infty}\frac{4x^2-5x}{x^3-3x^2+1}$$

ответы: А) 0; Б) 4; В) $-\frac{4}{3}$; Г) ∞

5) Вычислите:

$$\lim_{x\to\infty}\frac{5x^2+x+1}{0{,}3x^2-x}$$

ответы: А) $16\frac{2}{3}$; Б) $\frac{5}{3}$; В) –5; Г) 0

6) Вычислите:

$$\lim_{x\to 3}\frac{x-3}{x^2-8x+15}$$

ответы: А) 1; Б) $-\frac{1}{2}$; В) 0; Г) ∞

7) Вычислите:

$$\lim_{x\to\infty}\left(\frac{x^3}{x^2+x+1}-x\right)$$

ответы: А) -1; Б) ∞; В) 0; Г) 1

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to+\infty\\ y\to+\infty}}\frac{x}{x^4+y^2}$ *Ответ:* А) ∞; Б) 2; В) 0; Г) -1

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{\sqrt{x^2y^2+1}+1}{x^2+y^2}$ *Ответ:* А) ∞; Б) 0; В) 2; Г) -1

Вариант 5

1) Вычислите

$$\lim_{x\to 2}(2x^2-3x+4)$$

ответы: А) 0; Б) 6; В) 18; Г) 9

2) Вычислите:

$$\lim_{x\to 4}\frac{\sqrt{x}+1}{\sqrt{x}-1}$$

ответы: А) $\frac{5}{3}$; Б) 1; В) 3; Г) –1

3) Дано:

$\lim\limits_{x\to a}f(x)=1$; $\lim\limits_{x\to a}\varphi(x)=3$

Вычислите:

$$\lim_{x\to a}\frac{\varphi^2(x)-f^2(x)}{2f(x)-\varphi(x)}$$

ответы: А) –2; Б) $\frac{1}{3}$; В) 0; Г) –8

4) Вычислите:

$$\lim_{x\to\infty}\left(1+\frac{3}{x}\right)^{x}$$

ответы: А) 3; Б) e^3; В) ∞; Г) другой ответ

5) Вычислите:

$$\lim_{x\to\infty}\frac{5x^2}{x^2-1}$$

ответы: А) 5; Б) $\frac{1}{2}$; В) –1; Г) –5

6) Вычислите:

$$\lim_{x\to 5}\frac{3x^2-17x+10}{3x^2-16x+5}$$

ответы: А) 1; Б) $\frac{13}{12}$; В) 2; Г) $\frac{1}{2}$

7) Вычислите:

$$\lim_{x\to 7}\frac{\sqrt{x+2}-3}{x^2-49}$$

ответы: А) $\frac{1}{2}$; Б) 0; В) $\frac{1}{84}$; Г) другой ответ

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{x^3y}{x^4+y^4}$ ответы: А) нет решений; Б) 0; В) ∞; Г)

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{x^2+y^2}{1-\sqrt[3]{1+xy}}$ ответы: А) 2; Б) – 4; В) 4; Г) 0.

Вариант 6

1) Вычислите

$$\lim_{x\to -5}(x-2x^2+1)$$

ответы: А) 4; Б) –54; В) –24; Г) 26

2) Вычислите:

$$\lim_{x\to -1}(3x^2-2x+1)$$

ответы: А) 6; Б) –4; В) 2; Г) другой ответ

3) Дано:

$$\lim_{x\to a} f(x)=2\,;\lim_{x\to a}\varphi(x)=-1$$

Вычислите:

$$\lim_{x\to a}\frac{\varphi(x)-f^3(x)}{3\varphi(x)+f(x)}$$

ответы: А) –8; Б) 9; В) 0; Г) $\frac{1}{3}$

4) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{1-x^4}{1-x^2-6x^4}$

ответы: А) $\frac{1}{6}$; Б) $-\frac{1}{6}$; В) 1; Г) –1

5) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 0}(1+4z)^{\frac{3}{5z}}$

ответы: А) $e^{\frac{5}{12}}$; Б) $e^{\frac{12}{5}}$; В) 1; Г) другой ответ

6) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 1}\dfrac{x^3+3x^2-x-3}{x-1}$

ответы: А) 8; Б) 0; В) ∞; Г) 6

7) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 5}\dfrac{x-5}{2-\sqrt{x-1}}$

ответы: А) –4; Б) 0; В) 5; Г) ∞

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{x^2-y^2}{x^2+y^2}$ ответы: А) нет решений; Б) 0; В) ∞; Г) 1

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{xy}{3-\sqrt{xy+9}}$ Ответ: А) -1; Б)-6; В) ∞; Г) 3

Вариант 7

1) Вычислите

$\lim\limits_{x\to 0}[(2x-4)(x-1)(x+2)]$

ответы: А) 4; Б) 0; В) 8; Г) –6

2) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 1}(3x^3+x^2-8x+10)$

ответы: А) 10; Б) 6; В) $-\frac{1}{2}$; Г) 5

3) Дано:

$\lim\limits_{x\to b} f(x)=-1$; $\lim\limits_{x\to b}\varphi(x)=4$

Вычислите:

$\lim\limits_{x\to b}\dfrac{f^2(x)+\varphi^2(x)}{f(x)-2\varphi(x)}$

ответы: А) 1; Б) $-\frac{17}{9}$; В) $\frac{1}{2}$; Г) $-\frac{3}{13}$

4) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{20x^2-6x+8}{3x^2-4}$

ответы: А) –5; Б) $\frac{20}{3}$; В) –2; Г) $-\frac{1}{2}$

5) Вычислите:

$$\lim_{x\to 0}(1+2x)^{\frac{5}{2x}}$$

ответы: А) $-e^{10}$; Б) $e^{\frac{1}{10}}$; В) e^{10}; Г) другой ответ

6) Вычислите:

$$\lim_{x\to 5}\frac{x^2-7x+10}{x^2-9x+20}$$

ответы: А) 1; Б) $\frac{7}{9}$; В) 2; Г) $\frac{1}{2}$

7) Вычислите:

$$\lim_{Z\to 0}\frac{2z}{\sqrt{4+z}-\sqrt{4-z}}$$

ответы: А) $\frac{1}{2}$; Б) 2; В) 4; Г) $-\frac{1}{2}$

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to+\infty\\ y\to+\infty}}\frac{x}{x^4+y^2}$ *Ответ:* А) ∞; Б) 2; В) 0; Г) -1

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{\sqrt{x^2y^2+1}+1}{x^2+y^2}$ *Ответ:* А) ∞; Б) 0; В) 2; Г) -1

Вариант 8

1) Вычислите

$$\lim_{x\to 3}(x^2-5x+3)$$

ответы: А) – 3; Б) $\frac{1}{6}$; В) – 4; Г) 8

2) Вычислите:

$$\lim_{x\to 2}\frac{3x-2}{5x^2+4}$$

ответы: А) – 3; Б) $\frac{1}{6}$; В) $\frac{1}{8}$; Г) другой ответ

3) Дано:

$$\lim_{n\to\infty}x_n=\frac{2}{3};\ \lim_{n\to\infty}y_n=-0{,}3$$

Вычислите:

$$\lim_{x\to\infty}\frac{3x_n-5}{x_n\cdot y_n}$$

ответы: А) – 15; Б) 15; В) 1,5; Г) – 1,5

4) Вычислите:

$$\lim_{n\to\infty}\frac{1}{n+2}$$

ответы: А) 0; Б) 2; В) ∞; Г) $\frac{1}{2}$

5) Вычислите:

$$\lim_{n\to\infty}\frac{5+n-3n^2}{4-n+2n^2}$$

ответы: А) 0; Б) $-\frac{3}{2}$; В) 1,5; Г) ∞

6) Вычислите:

$$\lim_{x\to 3}\frac{x^2-5x+6}{3x^2-9x}$$

ответы: А) $\frac{1}{3}$; Б) $\frac{1}{9}$; В) 0; Г) ∞

7) Вычислите:

$\lim_{x\to\infty}(x-\sqrt{x^2-4x})$ ответы: А) ∞; Б) 2; В) 0; Г) $-\frac{1}{3}$

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{x^3y}{x^4+y^4}$ ответы: А) нет решений; Б) 0; В) ∞; Г)

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{x^2+y^2}{1-\sqrt[3]{1+xy}}$ ответы: А) 2; Б) – 4; В) 4; Г) 0.

Вариант 9

1) Вычислите

$$\lim_{x\to -4}(5-3x-x^2)$$

ответы: А) 1; Б) – 23; В) – 19; Г) 3

2) Вычислите:

$$\lim_{x\to 2}\frac{x^2-x+1}{x-3}$$

ответы: А) 1; Б) – 3; В) – 1; Г) 0

3) Дано:

$\lim_{n\to\infty}x_n=-0{,}2$; $\lim_{n\to\infty}y_n=0{,}5$

Вычислите:

$$\lim_{x\to\infty}\frac{x_n\cdot y_n}{5x_n^2-2}$$

ответы: А) $\frac{5}{9}$; Б) $-\frac{1}{18}$; В) $-\frac{5}{9}$; Г) $\frac{1}{18}$

4) Вычислите:

$$\lim_{x\to\infty}\frac{2x+3}{1-5x}$$

ответы: А) 0; Б) $\frac{2}{5}$; В)– $\frac{2}{5}$; Г) ∞

5) Вычислите:

$$\lim_{n\to\infty}\frac{3n^2-5n+1}{2n^3+3n^2}$$

ответы: А) 0; Б) $\frac{2}{3}$; В) $\frac{3}{2}$; Г) $-\frac{5}{2}$

6) Вычислите:

$$\lim_{x\to 5}\frac{x^2-8x+15}{x^2-25}$$

ответы: А) $\frac{1}{5}$; Б)1; В) $-\frac{3}{5}$; Г) ∞

7) Вычислите:

$$\lim_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-x}-x)$$

ответы: А) $-\frac{1}{2}$; Б) ∞; В) 1; Г) 0

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{x^2-y^2}{x^2+y^2}$ ответы: А) нет решений; Б) 0; В) ∞; Г) 1

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{xy}{3-\sqrt{xy+9}}$ Ответ: А) -1; Б)-6; В) ∞; Г) 3

Вариант 10

1) Вычислите

$$\lim_{x\to 1}(x^3-3x+4)$$

ответы: А) 2; Б) – 10; В) – $\frac{1}{2}$; Г) $\frac{1}{2}$

2) Вычислите:

$$\lim_{x\to 3}\frac{3}{2x-6}$$

ответы: А) $\frac{1}{2}$; Б) ∞; В) $\frac{3}{2}$; Г) другой ответ

3) Дано:

$\lim\limits_{x\to\infty} f(x)=2$; $\lim\limits_{x\to\infty}\varphi(x)=3$

Вычислите:

$$\lim_{x\to\infty}\frac{f(x)\cdot\varphi^2(x)}{[f(x)-\varphi(x)]^3}$$

ответы: А) –18; Б) 6; В) – 6; Г) ∞

4) Вычислите:

$$\lim_{x\to\infty}\frac{2}{x^2+3x}$$

ответы: А) 0; Б) $\frac{1}{2}$; В) ∞; Г) другой ответ

5) Вычислите:

$$\lim_{x\to\infty}\frac{3x^2-5x+4}{x^2+2x+3}$$

ответы: А) $\frac{3}{2}$; Б) 0; В) 3; Г) ∞

6) Вычислите:

$$\lim_{x\to -3}\frac{2x^2+x-15}{3x^2+7x-6}$$

ответы: А) 1; Б) $\frac{2}{3}$; В) $\frac{1}{7}$; Г) $\frac{5}{2}$

7) Вычислите:

$$\lim_{x\to \infty}(\sqrt{x^2+5x}-x)$$

ответы: А) -1; Б) $\frac{5}{2}$; В) ∞; Г) 5

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to+\infty\\ y\to+\infty}}\frac{x}{x^4+y^2}$ *Ответ:* А) ∞; Б) 2; В) 0; Г) -1

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{\sqrt{x^2y^2+1}+1}{x^2+y^2}$ *Ответ:* А) ∞; Б) 0; В) 2; Г) -1

Вариант 11

1) Вычислите

$$\lim_{x\to -3}(5+2x+x^2)$$

ответы: А) 20; Б) 8; В) –10; Г) 10

2) Вычислите:

$$\lim_{x\to 3}\frac{x^3-x}{4x-4}$$

ответы: А) 3; Б) $\frac{1}{4}$; В) ∞; Г) другой ответ

3) Дано:

$\lim\limits_{x\to a}f(x)=4$; $\lim\limits_{x\to a}\varphi(x)=2$

Вычислите:

$$\lim_{x\to a}\frac{f^2(x)\cdot\varphi^3(x)}{2f(x)-3\varphi(x)}$$

ответы: А) 2; Б) 12; В) $\frac{1}{3}$; Г) 4

4) Вычислите:

$$\lim_{x\to \infty}\frac{4x^2-5x}{x^3-3x^2+1}$$

ответы: А) 0; Б) 4; В) $-\frac{4}{3}$; Г) ∞

5) Вычислите:

$$\lim_{x\to \infty}\frac{5x^2+x+1}{0{,}3x^2-x}$$

ответы: А) $16\frac{2}{3}$; Б) $\frac{5}{3}$; В) –5; Г) 0

6) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 3}\dfrac{x-3}{x^2-8x+15}$

ответы: А) 1; Б) $-\frac{1}{2}$; В) 0; Г) ∞

7) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{x^3}{x^2+x+1}-x\right)$

ответы: А) -1; Б) ∞; В) 0; Г) 1

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\dfrac{x^3y}{x^4+y^4}$ ответы: А) нет решений; Б) 0; В) ∞; Г)

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\dfrac{x^2+y^2}{1-\sqrt[3]{1+xy}}$ ответы: А) 2; Б) – 4; В) 4; Г) 0.

Вариант 12

1) Вычислите

$\lim\limits_{x\to 2}(2x^2-3x+4)$

ответы: А) 0; Б) 6; В) 18; Г) 9

2) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 4}\dfrac{\sqrt{x}+1}{\sqrt{x}-1}$

ответы: А) $\frac{5}{3}$; Б) 1; В) 3; Г) –1

3) Дано:

$\lim\limits_{x\to a} f(x)=1$; $\lim\limits_{x\to a}\varphi(x)=3$

Вычислите:

$\lim\limits_{x\to a}\dfrac{\varphi^2(x)-f^2(x)}{2f(x)-\varphi(x)}$

ответы: А) –2; Б) $\frac{1}{3}$; В) 0; Г) –8

4) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\left(1+\dfrac{3}{x}\right)^x$

ответы: А) 3; Б) e^3; В) ∞; Г) другой ответ

5) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{5x^2}{x^2-1}$

ответы: А) 5; Б) $\frac{1}{2}$; В) –1; Г) –5

6) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 5}\dfrac{3x^2-17x+10}{3x^2-16x+5}$

ответы: А) 1; Б) $\frac{13}{12}$; В) 2; Г) $\frac{1}{2}$

7) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 7}\dfrac{\sqrt{x+2}-3}{x^2-49}$

ответы: А) $\frac{1}{2}$; Б) 0; В) $\frac{1}{84}$; Г) другой ответ

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{x^2-y^2}{x^2+y^2}$ ответы: А) нет решений; Б) 0; В) ∞; Г) 1

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{xy}{3-\sqrt{xy+9}}$ Ответ: А) -1; Б)-6; В) ∞; Г) 3

Вариант 13

1) Вычислите

$\lim\limits_{x\to -5}(x-2x^2+1)$

ответы: А) 4; Б) –54; В) –24; Г) 26

2) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to -1}(3x^2-2x+1)$

ответы: А) 6; Б) –4; В) 2; Г) другой ответ

3) Дано:

$\lim\limits_{x\to a} f(x)=2\,;\lim\limits_{x\to a}\varphi(x)=-1$

Вычислите:

$\lim\limits_{x\to a}\dfrac{\varphi(x)-f^3(x)}{3\varphi(x)+f(x)}$

ответы: А) –8; Б) 9; В) 0; Г) $\frac{1}{3}$

4) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{1-x^4}{1-x^2-6x^4}$

ответы: А) $\frac{1}{6}$; Б) $-\frac{1}{6}$; В) 1; Г) –1

5) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 0}(1+4z)^{\frac{3}{5z}}$

ответы: А) $e^{\frac{5}{12}}$; Б) $e^{\frac{12}{5}}$; В) 1; Г) другой ответ

6) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 1}\dfrac{x^3+3x^2-x-3}{x-1}$

ответы: А) 8; Б) 0; В) ∞; Г) 6

7) Вычислите:

$$\lim_{x\to 5}\frac{x-5}{2-\sqrt{x-1}}$$

ответы: А) –4; Б) 0; В) 5; Г) ∞

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to+\infty\\ y\to+\infty}}\frac{x}{x^4+y^2}$ *Ответ:* А) ∞; Б) 2; В) 0; Г) -1

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{\sqrt{x^2y^2+1}+1}{x^2+y^2}$ *Ответ:* А) ∞; Б) 0; В) 2; Г) -1

Вариант 14

1) Вычислите

$$\lim_{x\to 0}[(2x-4)(x-1)(x+2)]$$

ответы: А) 4; Б) 0; В) 8; Г) –6

2) Вычислите:

$$\lim_{x\to 1}(3x^3+x^2-8x+10)$$

ответы: А) 10; Б) 6; В) $-\frac{1}{2}$; Г) 5

3) Дано:

$\lim\limits_{x\to b} f(x)=-1$; $\lim\limits_{x\to b}\varphi(x)=4$

Вычислите:

$$\lim_{x\to b}\frac{f^2(x)+\varphi^2(x)}{f(x)-2\varphi(x)}$$

ответы: А) 1; Б) $-\frac{17}{9}$; В) $\frac{1}{2}$; Г) $-\frac{3}{13}$

4) Вычислите:

$$\lim_{x\to\infty}\frac{20x^2-6x+8}{3x^2-4}$$

ответы: А) –5; Б) $\frac{20}{3}$; В) –2; Г) $-\frac{1}{2}$

5) Вычислите:

$$\lim_{x\to 0}(1+2x)^{\frac{5}{2x}}$$

ответы: А) $-e^{10}$; Б) $e^{\frac{1}{10}}$; В) e^{10}; Г) другой ответ

6) Вычислите:

$$\lim_{x\to 5}\frac{x^2-7x+10}{x^2-9x+20}$$

ответы: А) 1; Б) $\frac{7}{9}$; В) 2; Г) $\frac{1}{2}$

7) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{2z}{\sqrt{4+z}-\sqrt{4-z}}$

ответы: А) $\frac{1}{2}$; Б) 2; В) 4; Г) $-\frac{1}{2}$

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{x^3y}{x^4+y^4}$ ответы: А) нет решений; Б) 0; В) ∞; Г)

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{x^2+y^2}{1-\sqrt[3]{1+xy}}$ ответы: А) 2; Б) – 4; В) 4; Г) 0.

Вариант 15

1) Вычислите

$\lim\limits_{x\to 3}(x^2-5x+3)$

ответы: А) – 3; Б) $\frac{1}{6}$; В) – 4; Г) 8

2) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 2}\dfrac{3x-2}{5x^2+4}$

ответы: А) – 3; Б) $\frac{1}{6}$; В) $\frac{1}{8}$; Г) другой ответ

3) Дано:

$\lim\limits_{n\to\infty} x_n=\dfrac{2}{3}$; $\lim\limits_{n\to\infty} y_n=-0{,}3$

Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{3x_n-5}{x_n\cdot y_n}$

ответы: А) – 15; Б) 15; В) 1,5; Г) – 1,5

4) Вычислите:

$\lim\limits_{n\to\infty}\dfrac{1}{n+2}$

ответы: А) 0; Б) 2; В) ∞; Г) $\frac{1}{2}$

5) Вычислите:

$\lim\limits_{n\to\infty}\dfrac{5+n-3n^2}{4-n+2n^2}$

ответы: А) 0; Б) $-\frac{3}{2}$; В) 1,5; Г) ∞

6) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 3}\dfrac{x^2-5x+6}{3x^2-9x}$

ответы: А) $\frac{1}{3}$; Б) $\frac{1}{9}$; В) 0; Г) ∞

7) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}(x-\sqrt{x^2-4x})$ ответы: А) ∞; Б) 2; В) 0; Г) $-\frac{1}{3}$

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{x^2-y^2}{x^2+y^2}$ ответы: А) нет решений; Б) 0; В) ∞; Г) 1

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{xy}{3-\sqrt{xy+9}}$ Ответ: А) -1; Б)-6; В) ∞; Г) 3

Вариант 16

1) Вычислите

$\lim\limits_{x\to -4}(5-3x-x^2)$

ответы: А) 1; Б) – 23; В) – 19; Г) 3

2) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 2}\frac{x^2-x+1}{x-3}$

ответы: А) 1; Б) – 3; В) – 1; Г) 0

3) Дано:

$\lim\limits_{n\to\infty}x_n=-0{,}2$; $\lim\limits_{n\to\infty}y_n=0{,}5$

Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\frac{x_n\cdot y_n}{5x_n^2-2}$

ответы: А) $\frac{5}{9}$; Б) $-\frac{1}{18}$; В) $-\frac{5}{9}$; Г) $\frac{1}{18}$

4) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\frac{2x+3}{1-5x}$

ответы: А) 0; Б) $\frac{2}{5}$; В)– $\frac{2}{5}$; Г) ∞

5) Вычислите:

$\lim\limits_{n\to\infty}\frac{3n^2-5n+1}{2n^3+3n^2}$

ответы: А) 0; Б) $\frac{2}{3}$; В) $\frac{3}{2}$; Г) $-\frac{5}{2}$

6) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 5}\frac{x^2-8x+15}{x^2-25}$

ответы: А) $\frac{1}{5}$; Б)1; В) $-\frac{3}{5}$; Г) ∞

7) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-x}-x)$

ответы: А) $-\frac{1}{2}$; Б) ∞; В) 1; Г) 0

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to+\infty\\ y\to+\infty}} \frac{x}{x^4+y^2}$ *Ответ:* А) ∞; Б) 2; В) 0; Г) -1

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to0\\ y\to0}} \frac{\sqrt{x^2y^2+1}+1}{x^2+y^2}$ *Ответ:* А) ∞; Б) 0; В) 2; Г) -1

Вариант 17

1) Вычислите

$\lim\limits_{x\to1}(x^3-3x+4)$

ответы: А) 2; Б) – 10; В) – $\frac{1}{2}$; Г) $\frac{1}{2}$

2) Вычислите:

$$\lim_{x\to3}\frac{3}{2x-6}$$

ответы: А) $\frac{1}{2}$; Б) ∞; В) $\frac{3}{2}$; Г) другой ответ

3) Дано:

$\lim\limits_{x\to\infty} f(x)=2$; $\lim\limits_{x\to\infty}\varphi(x)=3$

Вычислите:

$$\lim_{x\to\infty}\frac{f(x)\cdot\varphi^2(x)}{[f(x)-\varphi(x)]^3}$$

ответы: А) –18; Б) 6; В) – 6; Г) ∞

4) Вычислите:

$$\lim_{x\to\infty}\frac{2}{x^2+3x}$$

ответы: А) 0; Б) $\frac{1}{2}$; В) ∞; Г) другой ответ

5) Вычислите:

$$\lim_{x\to\infty}\frac{3x^2-5x+4}{x^2+2x+3}$$

ответы: А) $\frac{3}{2}$; Б) 0; В) 3; Г) ∞

6) Вычислите:

$$\lim_{x\to-3}\frac{2x^2+x-15}{3x^2+7x-6}$$

ответы: А) 1; Б) $\frac{2}{3}$; В) $\frac{1}{7}$; Г) $\frac{5}{2}$

7) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2+5x}-x)$

ответы: А) -1; Б) $\frac{5}{2}$; В) ∞; Г) 5

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}} \frac{x^3 y}{x^4+y^4}$ ответы: А) нет решений; Б) 0; В) ∞; Г)

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}} \frac{x^2+y^2}{1-\sqrt[3]{1+xy}}$ ответы: А) 2; Б) – 4; В) 4; Г) 0.

Вариант 18

1) Вычислите

$\lim\limits_{x\to -3}(5+2x+x^2)$

ответы: А) 20; Б) 8; В) –10; Г) 10

2) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 3} \frac{x^3-x}{4x-4}$

ответы: А) 3; Б) $\frac{1}{4}$; В) ∞; Г) другой ответ

3) Дано:

$\lim\limits_{x\to a} f(x)=4$; $\lim\limits_{x\to a} \varphi(x)=2$

Вычислите:

$\lim\limits_{x\to a} \frac{f^2(x)\cdot \varphi^3(x)}{2f(x)-3\varphi(x)}$

ответы: А) 2; Б) 12; В) $\frac{1}{3}$; Г) 4

4) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to \infty} \frac{4x^2-5x}{x^3-3x^2+1}$

ответы: А) 0; Б) 4; В) $-\frac{4}{3}$; Г) ∞

5) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to \infty} \frac{5x^2+x+1}{0{,}3x^2-x}$

ответы: А) $16\frac{2}{3}$; Б) $\frac{5}{3}$; В) –5; Г) 0

6) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 3} \frac{x-3}{x^2-8x+15}$

ответы: А) 1; Б) $-\frac{1}{2}$; В) 0; Г) ∞

7) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to \infty} \left(\frac{x^3}{x^2+x+1}-x\right)$

ответы: А) -1; Б) ∞; В) 0; Г) 1

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}} \frac{x^2-y^2}{x^2+y^2}$ ответы: А) нет решений; Б) 0; В) ∞; Г) 1

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}} \frac{xy}{3-\sqrt{xy+9}}$ Ответ: А) -1; Б)-6; В) ∞; Г) 3

Вариант 19

1) Вычислите

$\lim\limits_{x\to 2}(2x^2-3x+4)$

ответы: А) 0; Б) 6; В) 18; Г) 9

2) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 4} \frac{\sqrt{x}+1}{\sqrt{x}-1}$

ответы: А) $\frac{5}{3}$; Б) 1; В) 3; Г) –1

3) Дано:

$\lim\limits_{x\to a} f(x)=1$; $\lim\limits_{x\to a} \varphi(x)=3$

Вычислите:

$\lim\limits_{x\to a} \frac{\varphi^2(x)-f^2(x)}{2f(x)-\varphi(x)}$

ответы: А) –2; Б) $\frac{1}{3}$; В) 0; Г) –8

4) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty} \left(1+\frac{3}{x}\right)^x$

ответы: А) 3; Б) e^3; В) ∞; Г) другой ответ

5) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty} \frac{5x^2}{x^2-1}$

ответы: А) 5; Б) $\frac{1}{2}$; В) –1; Г) –5

6) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 5} \frac{3x^2-17x+10}{3x^2-16x+5}$

ответы: А) 1; Б) $\frac{13}{12}$; В) 2; Г) $\frac{1}{2}$

7) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 7} \frac{\sqrt{x+2}-3}{x^2-49}$

ответы: А) $\frac{1}{2}$; Б) 0; В) $\frac{1}{84}$; Г) другой ответ

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to+\infty\\y\to+\infty}} \frac{x}{x^4+y^2}$ *Ответ:* А) ∞; Б) 2; В) 0; Г) -1

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to0\\y\to0}} \frac{\sqrt{x^2y^2+1}+1}{x^2+y^2}$ *Ответ:* А) ∞; Б) 0; В) 2; Г) -1

Вариант 20

1) Вычислите

$\lim\limits_{x\to-5}(x-2x^2+1)$

ответы: А) 4; Б) –54; В) –24; Г) 26

2) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to-1}(3x^2-2x+1)$

ответы: А) 6; Б) –4; В) 2; Г) другой ответ

3) Дано:

$\lim\limits_{x\to a} f(x)=2$; $\lim\limits_{x\to a}\varphi(x)=-1$

Вычислите:

$\lim\limits_{x\to a}\frac{\varphi(x)-f^3(x)}{3\varphi(x)+f(x)}$

ответы: А) –8; Б) 9; В) 0; Г) $\frac{1}{3}$

4) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\frac{1-x^4}{1-x^2-6x^4}$

ответы: А) $\frac{1}{6}$; Б) $-\frac{1}{6}$; В) 1; Г) –1

5) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to0}(1+4z)^{\frac{3}{5z}}$

ответы: А) $e^{\frac{5}{12}}$; Б) $e^{\frac{12}{5}}$; В) 1; Г) другой ответ

6) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to1}\frac{x^3+3x^2-x-3}{x-1}$

ответы: А) 8; Б) 0; В) ∞; Г) 6

7) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to5}\frac{x-5}{2-\sqrt{x-1}}$

ответы: А) –4; Б) 0; В) 5; Г) ∞

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to0\\y\to0}}\frac{x^3y}{x^4+y^4}$ ответы: А) нет решений; Б) 0; В) ∞; Г)

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}} \frac{x^2+y^2}{1-\sqrt[3]{1+xy}}$ ответы: А) 2; Б) – 4; В) 4; Г) 0.

Вариант 21

1) Вычислите

$\lim\limits_{x\to 0}[(2x-4)(x-1)(x+2)]$

ответы: А) 4; Б) 0; В) 8; Г) –6

2) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 1}(3x^3+x^2-8x+10)$

ответы: А) 10; Б) 6; В) $-\frac{1}{2}$; Г) 5

3) Дано:

$\lim\limits_{x\to b} f(x)=-1$; $\lim\limits_{x\to b}\varphi(x)=4$

Вычислите:

$\lim\limits_{x\to b}\frac{f^2(x)+\varphi^2(x)}{f(x)-2\varphi(x)}$

ответы: А) 1; Б) $-\frac{17}{9}$; В) $\frac{1}{2}$; Г) $-\frac{3}{13}$

4) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\frac{20x^2-6x+8}{3x^2-4}$

ответы: А) –5; Б) $\frac{20}{3}$; В) –2; Г) $-\frac{1}{2}$

5) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 0}(1+2x)^{\frac{5}{2x}}$

ответы: А) $-e^{10}$; Б) $e^{\frac{1}{10}}$; В) e^{10}; Г) другой ответ

6) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 5}\frac{x^2-7x+10}{x^2-9x+20}$

ответы: А) 1; Б) $\frac{7}{9}$; В) 2; Г) $\frac{1}{2}$

7) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 0}\frac{2z}{\sqrt{4+z}-\sqrt{4-z}}$

ответы: А) $\frac{1}{2}$; Б) 2; В) 4; Г) $-\frac{1}{2}$

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{x^2-y^2}{x^2+y^2}$ ответы: А) нет решений; Б) 0; В) ∞; Г) 1

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{xy}{3-\sqrt{xy+9}}$ Ответ: А) -1; Б)-6; В) ∞; Г) 3

Вариант 23

1) Вычислите

$\lim\limits_{x\to 3}(x^2-5x+3)$

ответы: А) – 3; Б) $\frac{1}{6}$; В) – 4; Г) 8

2) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 2}\dfrac{3x-2}{5x^2+4}$

ответы: А) – 3; Б) $\frac{1}{6}$; В) $\frac{1}{8}$; Г) другой ответ

3) Дано:

$\lim\limits_{n\to\infty} x_n=\dfrac{2}{3}$; $\lim\limits_{n\to\infty} y_n=-0{,}3$

Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{3x_n-5}{x_n\cdot y_n}$

ответы: А) – 15; Б) 15; В) 1,5; Г) – 1,5

4) Вычислите:

$\lim\limits_{n\to\infty}\dfrac{1}{n+2}$

ответы: А) 0; Б) 2; В) ∞; Г) $\frac{1}{2}$

5) Вычислите:

$\lim\limits_{n\to\infty}\dfrac{5+n-3n^2}{4-n+2n^2}$

ответы: А) 0; Б) $-\frac{3}{2}$; В) 1,5; Г) ∞

6) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 3}\dfrac{x^2-5x+6}{3x^2-9x}$

ответы: А) $\frac{1}{3}$; Б) $\frac{1}{9}$; В) 0; Г) ∞

7) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}(x-\sqrt{x^2-4x})$ ответы: А) ∞; Б) 2; В) 0; Г) $-\frac{1}{3}$

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{x^3y}{x^4+y^4}$ ответы: А) нет решений; Б) 0; В) ∞; Г)

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{x^2+y^2}{1-\sqrt[3]{1+xy}}$ ответы: А) 2; Б) – 4; В) 4; Г) 0.

Вариант 24

1) Вычислите

$\lim\limits_{x\to -4}(5-3x-x^2)$

ответы: А) 1; Б) – 23; В) – 19; Г) 3

2) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 2}\dfrac{x^2-x+1}{x-3}$

ответы: А) 1; Б) – 3; В) – 1; Г) 0

3) Дано:

$\lim\limits_{n\to\infty} x_n=-0{,}2\,;\ \lim\limits_{n\to\infty} y_n=0{,}5$

Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{x_n\cdot y_n}{5x_n^2-2}$

ответы: А) $\frac{5}{9}$; Б) $-\frac{1}{18}$; В) $-\frac{5}{9}$; Г) $\frac{1}{18}$

4) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{2x+3}{1-5x}$

ответы: А) 0; Б) $\frac{2}{5}$; В)$-\frac{2}{5}$; Г) ∞

5) Вычислите:

$\lim\limits_{n\to\infty}\dfrac{3n^2-5n+1}{2n^3+3n^2}$

ответы: А) 0; Б) $\frac{2}{3}$; В) $\frac{3}{2}$; Г) $-\frac{5}{2}$

6) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 5}\dfrac{x^2-8x+15}{x^2-25}$

ответы: А) $\frac{1}{5}$; Б)1; В) $-\frac{3}{5}$; Г) ∞

7) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-x}-x)$

ответы: А) $-\frac{1}{2}$; Б) ∞; В) 1; Г) 0

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to+\infty\\ y\to+\infty}}\frac{x}{x^4+y^2}$ *Ответ:* А) ∞; Б) 2; В) 0; Г) -1

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{\sqrt{x^2y^2+1}+1}{x^2+y^2}$ *Ответ:* А) ∞; Б) 0; В) 2; Г) -1

Вариант 25

1) Вычислите

$\lim\limits_{x\to 1}(x^3-3x+4)$

ответы: А) 2; Б) – 10; В) $-\frac{1}{2}$; Г) $\frac{1}{2}$

2) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 3}\dfrac{3}{2x-6}$

ответы: А) $\frac{1}{2}$; Б) ∞; В) $\frac{3}{2}$; Г) другой ответ

3) Дано:

$\lim\limits_{x\to\infty} f(x)=2$; $\lim\limits_{x\to\infty}\varphi(x)=3$

Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{f(x)\cdot\varphi^2(x)}{[f(x)-\varphi(x)]^3}$

ответы: А) –18; Б) 6; В) – 6; Г) ∞

4) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{2}{x^2+3x}$

ответы: А) 0; Б) $\frac{1}{2}$; В) ∞; Г) другой ответ

5) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{3x^2-5x+4}{x^2+2x+3}$

ответы: А) $\frac{3}{2}$; Б) 0; В) 3; Г) ∞

6) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to -3}\dfrac{2x^2+x-15}{3x^2+7x-6}$

ответы: А) 1; Б) $\frac{2}{3}$; В) $\frac{1}{7}$; Г) $\frac{5}{2}$

7) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2+5x}-x)$

ответы: А) -1; Б) $\frac{5}{2}$; В) ∞; Г) 5

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to+\infty\\ y\to+\infty}}\frac{x}{x^4+y^2}$ *Ответ:* А) ∞; Б) 2; В) 0; Г) -1

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{\sqrt{x^2y^2+1}+1}{x^2+y^2}$ *Ответ:* А) ∞; Б) 0; В) 2; Г) -1

Вариант 26

1) Вычислите

$\lim\limits_{x\to -3}(5+2x+x^2)$

ответы: А) 20; Б) 8; В) –10; Г) 10

2) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 3}\dfrac{x^3-x}{4x-4}$

ответы: А) 3; Б) $\frac{1}{4}$; В) ∞; Г) другой ответ

3) Дано:

$\lim\limits_{x\to a} f(x)=4\,;\lim\limits_{x\to a}\varphi(x)=2$

Вычислите:

$\lim\limits_{x\to a}\dfrac{f^2(x)\cdot\varphi^3(x)}{2f(x)-3\varphi(x)}$

ответы: А) 2; Б) 12; В) $\frac{1}{3}$; Г) 4

4) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{4x^2-5x}{x^3-3x^2+1}$

ответы: А) 0; Б) 4; В) $-\frac{4}{3}$; Г) ∞

5) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{5x^2+x+1}{0{,}3x^2-x}$

ответы: А) $16\frac{2}{3}$; Б) $\frac{5}{3}$; В) –5; Г) 0

6) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 3}\dfrac{x-3}{x^2-8x+15}$

ответы: А) 1; Б) $-\frac{1}{2}$; В) 0; Г) ∞

7) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{x^3}{x^2+x+1}-x\right)$

ответы: А) -1; Б) ∞; В) 0; Г) 1

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\dfrac{x^3y}{x^4+y^4}$ ответы: А) нет решений; Б) 0; В) ∞; Г)

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\dfrac{x^2+y^2}{1-\sqrt[3]{1+xy}}$ ответы: А) 2; Б) – 4; В) 4; Г) 0.

Вариант 27

1) Вычислите

$\lim\limits_{x\to 2}(2x^2-3x+4)$

ответы: А) 0; Б) 6; В) 18; Г) 9

2) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 4}\dfrac{\sqrt{x}+1}{\sqrt{x}-1}$

ответы: А) $\frac{5}{3}$; Б) 1; В) 3; Г) –1

3) Дано:

$\lim\limits_{x\to a} f(x)=1$; $\lim\limits_{x\to a}\varphi(x)=3$

Вычислите:

$\lim\limits_{x\to a}\dfrac{\varphi^2(x)-f^2(x)}{2f(x)-\varphi(x)}$

ответы: А) –2; Б) $\frac{1}{3}$; В) 0; Г) –8

4) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\left(1+\dfrac{3}{x}\right)^x$

ответы: А) 3; Б) e^3; В) ∞; Г) другой ответ

5) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{5x^2}{x^2-1}$

ответы: А) 5; Б) $\frac{1}{2}$; В) –1; Г) –5

6) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 5}\dfrac{3x^2-17x+10}{3x^2-16x+5}$

ответы: А) 1; Б) $\frac{13}{12}$; В) 2; Г) $\frac{1}{2}$

7) Вычислите:

$\lim\limits_{x\to 7}\dfrac{\sqrt{x+2}-3}{x^2-49}$

ответы: А) $\frac{1}{2}$; Б) 0; В) $\frac{1}{84}$; Г) другой ответ

8) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{x^2-y^2}{x^2+y^2}$ ответы: А) нет решений; Б) 0; В) ∞; Г) 1

9) Найти предел для функции двух переменных.

$\lim\limits_{\substack{x\to 0\\ y\to 0}}\frac{xy}{3-\sqrt{xy+9}}$ Ответ: А) -1; Б)-6; В) ∞; Г) 3

$$\lim_{\substack{x\to 3\\ y\to 2}}(5x^2y^2-3xy+x)$$

Практическая работа 7. Вычисление производной функции. Вычисление производной высших порядков

Цель работы: закрепитьь знания, умения и навыки по теме: «Дифференциальное исчисление».

Данная работа состоит из 27 вариантов и 4 заданий. В работе имеется теоретический материал

Глоссарий по теме:

Дифференциал обладает свойствами, аналогичными свойствам производной:

$dC = 0;$ (C – постоянная величина) (5)

$d(u+v) = du + dv,$ (6)

$d(uv) = u\,dv + v\,du;$ (7)

$d(Cu) = C\,du;$ (8)

$d\left(\frac{u}{v}\right) = \frac{v\,du - u\,dv}{v^2}.$ (9)

Формулы (5) – (9) получаются из соответствующих формул для производной умножением обеих частей каждого равенства на dx.

Таблица производных простых функций

1. Производная константы (числа).	$C' = 0$
2. Производная независимой переменной.	$x' = 1$
3. Производная степени.	$(x^n)' = nx^{n-1}$
4. Производная переменной в степени -1	$\left(\frac{1}{x}\right)' = -\frac{1}{x^2}$
5. Производная квадратного корня	$\left(\sqrt{x}\right)' = \frac{1}{2\sqrt{x}}$
6. Производная синуса	$(\sin x)' = \cos x$
7. Производная косинуса	$(\cos x)' = -\sin x$

8. Производная тангенса	$(\operatorname{tg} x)' = \frac{1}{\cos^2 x}$
9. Производная котангенса	$(\operatorname{ctg} x)' = -\frac{1}{\sin^2 x}$
10. Производная арксинуса	$(\arcsin x)' = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$
11. Производная арккосинуса	$(\arccos x)' = -\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$
12. Производная арктангенса	$(\operatorname{arctg} x)' = \frac{1}{1+x^2}$
13. Производная арккотангенса	$(\operatorname{arcctg} x)' = -\frac{1}{1+x^2}$
14. Производная натурального логарифма	$(\ln x)' = \frac{1}{x}$
15. Производная логарифмической функции	$(\log_a x)' = \frac{1}{x \ln a}$
16. Производная экспоненты	$(e^x)' = e^x$
17. Производная показательной функции	$(a^x)' = a^x \ln a$

Критерий оценивания:
Решены все 4 задания – оценка «5»
Решены все 3 задания – оценка «4»
Решены все 2 задания – оценка «3»

Вариант 1

1. Вычислить производную сложной функции.

а) $y = 4x^5 - \sin 2x + 5^x$

б) $y = 2x^7 + \lg 4x + \arccos x$

в) $y = (x^2 + 5x - 1)\ x$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = x^2 - 3x + 2$

б) $y = xe^{x^2}$

3. Найти производную заданную неявно.

а) $3x^4y + e^{7-4y} = 4x^5 + 2y$

б) $y = y^3 + x^3 - 3xy$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = x^2 - 4x + 3, \quad x_0 = 1$

Вариант 2

1. Вычислить производную сложной функции

а) $y = 5x^3 - \cos 5x + 2^x$

б) $y = 2x^4 - \ln 3x + arctgx$

в) $y = \frac{7x}{\sqrt{x^3+3}}$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = 1 - x^2 - x^4$

б) $y = \sqrt{1 - x^2}\arcsin x$

3. Найти производную заданную неявно

а) $y = y^6 + y - x^2$

б) $y = e^{xy} + \frac{y}{x}$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = x^2 + 4x, \qquad x_0 = -3$

Вариант 3

1. Вычислить производную сложной функции

а) $y = 4x^2 - \ln 3x + arcctgx$

б) $y = 5x^2 - \cos 4x + 5$

в) $y = 5x\sqrt{13 - x^4}$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = (x + 10)^6$

б) $y = x^3 \ln x$

3. Найти производную заданную неявно.

а) $y = y^6 - y - x^2$

б) $y = \sin(x + y)$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = x^2 + 4x + 3, \quad x_0 = -3$

Вариант 4

1. Вычислить производную сложной функции

а) $y = 2x^4 - \frac{1}{x} + \sqrt{4x}$

б) $y = 4x^2 - \lg x + 3x$

в) $y = 2x^3 - \frac{1}{x} + \sin 3x$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = \frac{\cos x}{2x + 1}$

б) $y = (x^2 + 1)^3$

3. Вычислить производную заданную неявно.

а) $y = y^3 + x^3 - 3xy$

б) $y = e^{xy} + \frac{y}{x} = \cos 3x$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = 2x - x^2, \qquad x_0 = 2$

Вариант 5

1. Вычислить производную сложной функции.

а) $y = 4x^5 - \sin 2x + 5^x$

б) $y = 2x^7 + \lg\ 4x + \arccos x$

в) $y = (x^2 + 5x - 1)\ x$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = x^2 - 3x + 2$

б) $y = xe^{x^2}$

3. Найти производную заданную неявно.

а) $3x^4y + e^{7-4y} = 4x^5 + 2y$

б) $y = y^3 + x^3 - 3xy$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = x^2 - 4x + 3, \quad x_0 = 1$

Вариант 6

1. Вычислить производную сложной функции

а) $y = 5x^3 - \cos 5x + 2^x$

б) $y = 2x^4 - \ln 3x + arctgx$

в) $y = \frac{7x}{\sqrt{x^3+3}}$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = 1 - x^2 - x^4$

б) $y = \sqrt{1 - x^2}\arcsin x$

3. Найти производную заданную неявно

а) $y = y^6 + y - x^2$

б) $y = e^{xy} + \frac{y}{x}$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = x^2 + 4x, \qquad x_0 = -3$

Вариант 7

1. Вычислить производную сложной функции

а) $y = 4x^2 - \ln 3x + arcctgx$

б) $y = 5x^2 - \cos 4x + 5$

в) $y = 5x\sqrt{13 - x^4}$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = (x + 10)^6$

б) $y = x^3 \ln x$

3. Найти производную заданную неявно.

а) $y = y^6 - y - x^2$

б) $y = \sin(x + y)$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = x^2 + 4x + 3, \quad x_0 = -3$

Вариант 8

1. Вычислить производную сложной функции

а) $y = 2x^4 - \frac{1}{x} + \sqrt{4x}$

б) $y = 4x^2 - \lg x + 3x$

в) $y = 2x^3 - \frac{1}{x} + \sin 3x$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = \frac{\cos x}{2x + 1}$

б) $y = (x^2 + 1)^3$

3. Вычислить производную заданную неявно.

а) $y = y^3 + x^3 - 3xy$

б) $y = e^{xy} + \frac{y}{x} = \cos 3x$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = 2x - x^2$, $x_0 = 2$

Вариант 9

1. Вычислить производную сложной функции.

а) $y = 4x^5 - \sin 2x + 5^x$

б) $y = 2x^7 + \lg 4x + \arccos x$

в) $y = (x^2 + 5x - 1)\ x$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = x^2 - 3x + 2$

б) $y = xe^{x^2}$

3. Найти производную заданную неявно.

а) $3x^4y + e^{7-4y} = 4x^5 + 2y$

б) $y = y^3 + x^3 - 3xy$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке x

$= x_0$.

$y = x^2 - 4x + 3, \quad x_0 = 1$

Вариант 10

1. Вычислить производную сложной функции

а) $y = 5x^3 - \cos 5x + 2^x$

б) $y = 2x^4 - \ln 3x + arctgx$

в) $y = \frac{7x}{\sqrt{x^3+3}}$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = 1 - x^2 - x^4$

б) $y = \sqrt{1 - x^2}\arcsin x$

3. Найти производную заданную неявно

а) $y = y^6 + y - x^2$

б) $y = e^{xy} + \frac{y}{x}$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = x^2 + 4x, \qquad x_0 = -3$

Вариант 11

1. Вычислить производную сложной функции

а) $y = 4x^2 - \ln 3x + arcctgx$

б) $y = 5x^2 - \cos 4x + 5$

в) $y = 5x\sqrt{13 - x^4}$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = (x + 10)^6$

б) $y = x^3 \ln x$

3. Найти производную заданную неявно.

а) $y = y^6 - y - x^2$

б) $y = \sin(x + y)$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = x^2 + 4x + 3, \quad x_0 = -3$

Вариант 12

1. Вычислить производную сложной функции

а) $y = 2x^4 - \frac{1}{x} + \sqrt{4x}$

б) $y = 4x^2 - \lg x + 3x$

в) $y = 2x^3 - \frac{1}{x} + \sin 3x$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = \frac{\cos x}{2x + 1}$

б) $y = (x^2 + 1)^3$

3. Вычислить производную заданную неявно.

а) $y = y^3 + x^3 - 3xy$

б) $y = e^{xy} + \frac{y}{x} = \cos 3x$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = 2x - x^2, \qquad x_0 = 2$

Вариант 13

1. Вычислить производную сложной функции.

а) $y = 4x^5 - \sin 2x + 5^x$

б) $y = 2x^7 + \lg\ 4x + \arccos x$

в) $y = (x^2 + 5x - 1)\ x$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = x^2 - 3x + 2$

б) $y = xe^{x^2}$

3. Найти производную заданную неявно.

а) $3x^4y + e^{7-4y} = 4x^5 + 2y$

б) $y = y^3 + x^3 - 3xy$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = x^2 - 4x + 3, \quad x_0 = 1$

Вариант 14

1. Вычислить производную сложной функции

а) $y = 5x^3 - \cos 5x + 2^x$

б) $y = 2x^4 - \ln 3x + arctgx$

в) $y = \frac{7x}{\sqrt{x^3+3}}$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = 1 - x^2 - x^4$

б) $y = \sqrt{1 - x^2}\arcsin x$

3. Найти производную заданную неявно

а) $y = y^6 + y - x^2$

б) $y = e^{xy} + \frac{y}{x}$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = x^2 + 4x, \qquad x_0 = -3$

Вариант 15

1. Вычислить производную сложной функции

а) $y = 4x^2 - \ln 3x + arcctgx$

б) $y = 5x^2 - \cos 4x + 5$

в) $y = 5x\sqrt{13 - x^4}$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = (x + 10)^6$

б) $y = x^3 \ln x$

3. Найти производную заданную неявно.

а) $y = y^6 - y - x^2$

б) $y = \sin(x + y)$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = x^2 + 4x + 3, \quad x_0 = -3$

Вариант 16

1. Вычислить производную сложной функции

а) $y = 2x^4 - \frac{1}{x} + \sqrt{4x}$

б) $y = 4x^2 - \lg x + 3x$

в) $y = 2x^3 - \frac{1}{x} + \sin 3x$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = \frac{\cos x}{2x + 1}$

б) $y = (x^2 + 1)^3$

3. Вычислить производную заданную неявно.

а) $y = y^3 + x^3 - 3xy$

б) $y = e^{xy} + \frac{y}{x} = \cos 3x$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = 2x - x^2$, $x_0 = 2$

Вариант 17

1. Вычислить производную сложной функции.

а) $y = 4x^5 - \sin 2x + 5^x$

б) $y = 2x^7 + \lg 4x + \arccos x$

в) $y = (x^2 + 5x - 1)\ x$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = x^2 - 3x + 2$

б) $y = xe^{x^2}$

3. Найти производную заданную неявно.

а) $3x^4y + e^{7-4y} = 4x^5 + 2y$

б) $y = y^3 + x^3 - 3xy$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = x^2 - 4x + 3$, $x_0 = 1$

Вариант 18

1. Вычислить производную сложной функции

а) $y = 5x^3 - \cos 5x + 2^x$

б) $y = 2x^4 - \ln 3x + arctgx$

в) $y = \frac{7x}{\sqrt{x^3+3}}$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = 1 - x^2 - x^4$

б) $y = \sqrt{1-x^2}\arcsin x$

3. Найти производную заданную неявно

а) $y = y^6 + y - x^2$

б) $y = e^{xy} + \frac{y}{x}$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = x^2 + 4x, \qquad x_0 = -3$

Вариант 19

1. Вычислить производную сложной функции

а) $y = 4x^2 - \ln 3x + arcctgx$

б) $y = 5x^2 - \cos 4x + 5$

в) $y = 5x\sqrt{13 - x^4}$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = (x + 10)^6$

б) $y = x^3 \ln x$

3. Найти производную заданную неявно.

а) $y = y^6 - y - x^2$

б) $y = \sin(x + y)$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = x^2 + 4x + 3, \quad x_0 = -3$

Вариант 20

1. Вычислить производную сложной функции

а) $y = 2x^4 - \frac{1}{x} + \sqrt{4x}$

б) $y = 4x^2 - \lg x + 3x$

в) $y = 2x^3 - \frac{1}{x} + \sin 3x$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = \frac{\cos x}{2x + 1}$

б) $y = (x^2 + 1)^3$

3. Вычислить производную заданную неявно.

а) $y = y^3 + x^3 - 3xy$

б) $y = e^{xy} + \frac{y}{x} = \cos 3x$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = 2x - x^2, \qquad x_0 = 2$

Вариант 21

1. Вычислить производную сложной функции.

а) $y = 4x^5 - \sin 2x + 5^x$

б) $y = 2x^7 + \lg 4x + \arccos x$

в) $y = (x^2 + 5x - 1)\ x$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = x^2 - 3x + 2$

б) $y = xe^{x^2}$

3. Найти производную заданную неявно.

а) $3x^4y + e^{7-4y} = 4x^5 + 2y$

б) $y = y^3 + x^3 - 3xy$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = x^2 - 4x + 3, \quad x_0 = 1$

Вариант 22

1. Вычислить производную сложной функции

а) $y = 5x^3 - \cos 5x + 2^x$

б) $y = 2x^4 - \ln 3x + arctgx$

в) $y = \frac{7x}{\sqrt{x^3+3}}$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = 1 - x^2 - x^4$

б) $y = \sqrt{1 - x^2}\arcsin x$

3. Найти производную заданную неявно

а) $y = y^6 + y - x^2$

б) $y = e^{xy} + \frac{y}{x}$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке x

$= x_0$.

$y = x^2 + 4x, \qquad x_0 = -3$

Вариант 23

1. Вычислить производную сложной функции

а) $y = 4x^2 - \ln 3x + arcctgx$

б) $y = 5x^2 - \cos 4x + 5$

в) $y = 5x\sqrt{13 - x^4}$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = (x + 10)^6$

б) $y = x^3 \ln x$

3. Найти производную заданную неявно.

а) $y = y^6 - y - x^2$

б) $y = \sin(x + y)$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = x^2 + 4x + 3, \quad x_0 = -3$

Вариант 24

1. Вычислить производную сложной функции

а) $y = 2x^4 - \frac{1}{x} + \sqrt{4x}$

б) $y = 4x^2 - \lg x + 3x$

в) $y = 2x^3 - \frac{1}{x} + \sin 3x$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = \frac{\cos x}{2x + 1}$

б) $y = (x^2 + 1)^3$

3. Вычислить производную заданную неявно.

а) $y = y^3 + x^3 - 3xy$

б) $y = e^{xy} + \frac{y}{x} = \cos 3x$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = 2x - x^2$, $x_0 = 2$

Вариант 25

1. Вычислить производную сложной функции.

а) $y = 4x^5 - \sin 2x + 5^x$

б) $y = 2x^7 + \lg 4x + \arccos x$

в) $y = (x^2 + 5x - 1)\ x$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = x^2 - 3x + 2$

б) $y = xe^{x^2}$

3. Найти производную заданную неявно.

а) $3x^4y + e^{7-4y} = 4x^5 + 2y$

б) $y = y^3 + x^3 - 3xy$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = x^2 - 4x + 3$, $x_0 = 1$

Вариант 26

1. Вычислить производную сложной функции

а) $y = 5x^3 - \cos 5x + 2^x$

б) $y = 2x^4 - \ln 3x + arctgx$

в) $y = \frac{7x}{\sqrt{x^3+3}}$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = 1 - x^2 - x^4$

б) $y = \sqrt{1-x^2}\arcsin x$

3. Найти производную заданную неявно

а) $y = y^6 + y - x^2$

б) $y = e^{xy} + \frac{y}{x}$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = x^2 + 4x, \qquad x_0 = -3$

Вариант 27

1. Вычислить производную сложной функции

а) $y = 4x^2 - \ln 3x + arcctgx$

б) $y = 5x^2 - \cos 4x + 5$

в) $y = 5x\sqrt{13 - x^4}$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = (x + 10)^6$

б) $y = x^3 \ln x$

3. Найти производную заданную неявно.

а) $y = y^6 - y - x^2$

б) $y = \sin(x + y)$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = x^2 + 4x + 3, \quad x_0 = -3$

Вариант 28

1. Вычислить производную сложной функции

а) $y = 2x^4 - \frac{1}{x} + \sqrt{4x}$

б) $y = 4x^2 - \lg x + 3x$

в) $y = 2x^3 - \frac{1}{x} + \sin 3x$

2. Вычислить производную второго порядка

а) $y = \frac{\cos x}{2x + 1}$

б) $y = (x^2 + 1)^3$

3. Вычислить производную заданную неявно.

а) $y = y^3 + x^3 - 3xy$

б) $y = e^{xy} + \frac{y}{x} = \cos 3x$

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = f(x)$ в точке $x = x_0$.

$y = 2x - x^2, \qquad x_0 = 2$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 9.
ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ ФУНКЦИЙ

Тема: Производные

Глоссарий по теме.

Исследование функции и построение графика

Построение графика произвольной функции может быть как отдельной задачей, так и вспомогательной - например, при решении уравнений графическим способом, или при решении задач с параметрами.

Алгоритм **исследования функции** $y=f(x)$ **и построения ее графика** таков:

1. Находим область определения (D(f)) функции $y=f(x)$.

2. Если область определения функции симметрична относительно нуля (то есть для любого значения x из D(f) значение $-x$ также принадлежит области определения, то **проверяем функцию на четность.**

Если $f(-x)=f(x)$, то функция **четная**. (Примером четной функции является функция $y=x^2$)

Для нас важно, что **график четной функции симметричен относительно оси OY.**

Если $f(-x)=-f(x)$, то функция **нечетная**. (Примером нечетной функции является функция $y=x^3$)

График **нечетной функции симметричен относительно начала координат.**

Если функция является четной или нечетной, то мы можем построить часть ее графика для $x\geqslant 0$, а затем соответствующим образом отразить ее.

3. Находим точки пересечения графика с осями координат.

Находим нули функции - это точки пересечения графика функции $y=f(x)$ с осью абсцисс (OX).

Для этого мы решаем уравнение $f(x)=0$.

Корни этого уравнения являются ***абсциссами точек пересечения графика функции с осью OX.***

Находим точку пересечения графика функции $y=f(x)$ с осью ординат (OY). Для этого ищем значение функции при $x=0$.

4. Находим промежутки знакопостоянства функции, то есть промежутки, на которых функция $y=f(x)$ сохраняет знак. Это нам потребуется для контроля правильности построения графика.

Чтобы найти промежутки знакопостоянства функции $y=f(x)$, нам нужно решить неравенства $f(x)>0$ и $f(x)<0$.

5. Находим асимптоты графика функции.
6. Если функция периодическая, то **находим период функции**.
7. Исследуем функцию с помощью производной: **находим промежутки возрастания и убывания функции, а также точки максимума и минимума.**

Для этого мы следуем привычному алгоритму.

а) Находим производную $f'(x)$

б) Приравниваем производную к нулю и находим корни уравнения $f'(x)=0$ - это стационарные точки.

в) Находим промежутки знакопостоянства производной. Промежутки, на которых **производная положительна**, являются промежутками **возрастания** функции.

Промежутки, на которых **производная отрицательна**, являются промежутками **убывания** функции.

Точки, в которых производная меняет знак с плюса на минус, являются точками максимума.

Точки, в которых производная меняет знак с минуса на плюс, являются точками минимума.

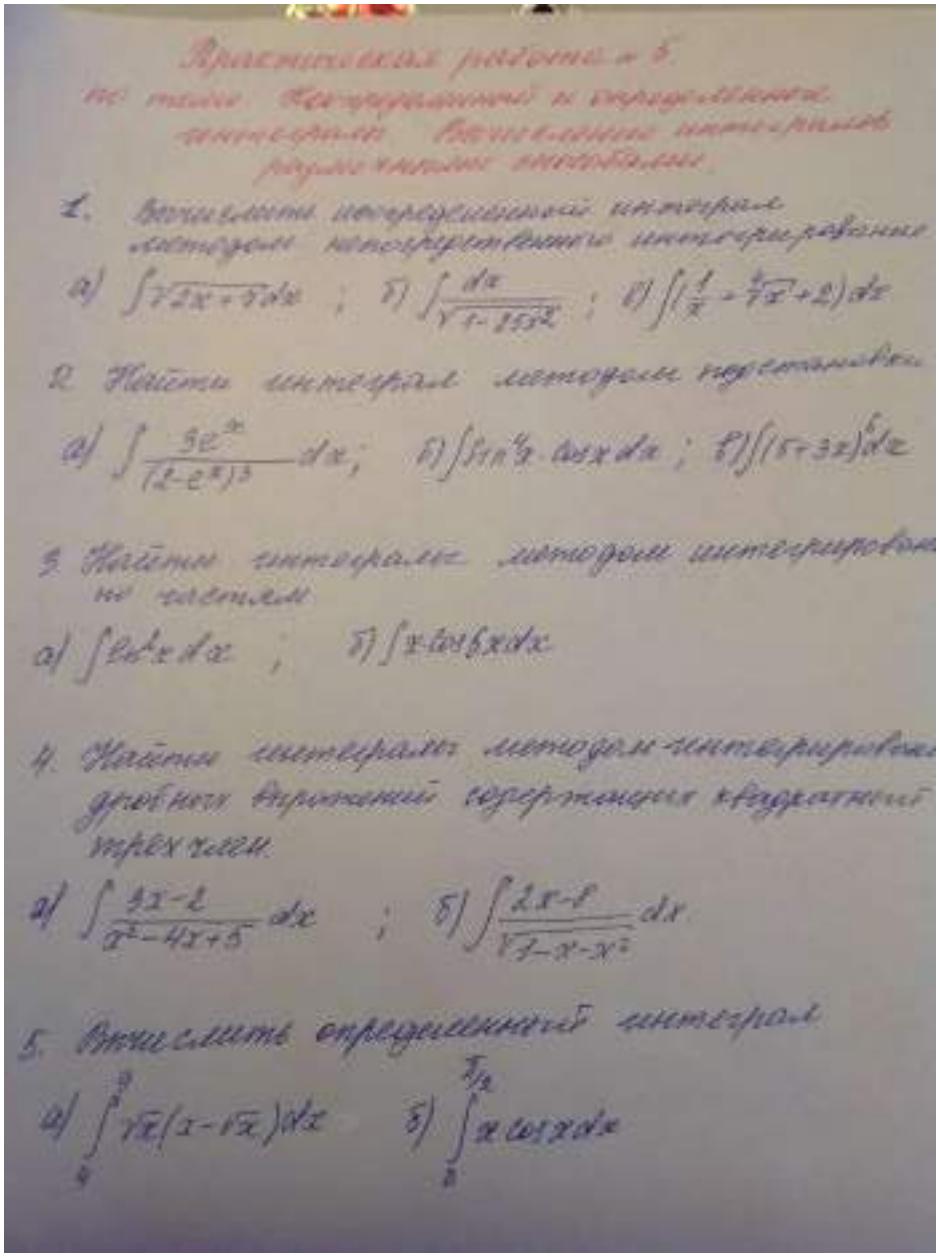
8. И последний номер наше программы - **точки перегибы и промежутки выпуклости и вогнутости.**

1. Провести полное исследование функции

$$y=\frac{4x^2+1}{x}$$

В задании необходимо выполнить полное исследование функции по схеме и выполнить чертеж.

Практическая работа 10.
Вычисление неопределенных интегралов



Практическая работа № 5

по теме: Непосредственное и определенное интегрирование. Вычисление интегралов различными методами.

1. Вычислить неопределенный интеграл методом непосредственного интегрирования

а) $\int \sqrt{2x+3}\,dx$; б) $\int \frac{dx}{\sqrt{1-25x^2}}$; в) $\int \left(\frac{1}{x} - \frac{3}{\sqrt{x}} + 2\right)dx$

2. Найти интеграл методом подстановки

а) $\int \frac{5e^x}{(2-e^x)^3}\,dx$; б) $\int \sin^5 x \cos x\,dx$; в) $\int (5+3x)^6 dx$

3. Найти интеграл методом интегрирования по частям

а) $\int \ln 2x\,dx$; б) $\int x \cos 6x\,dx$

4. Найти интеграл методом интегрирования дробно-рациональных выражений, содержащих квадратный трехчлен

а) $\int \frac{4x-2}{x^2-4x+5}\,dx$; б) $\int \frac{2x-1}{\sqrt{7-x-x^2}}\,dx$

5. Вычислить определенный интеграл

а) $\int_4^9 \sqrt{x}(x-\sqrt{x})\,dx$ б) $\int_0^{\pi/2} x \cos x\,dx$

Практическая работа 11.
Вычисление определенных интегралов

Тема: Интегралы. Приложение интегралов.

Номер варианта определяется по второй цифре в нумерации заданий. Например задание 1 №1.6 это задание 1 вариант 6.

! ВНИМАНИЕ. В 4 задании выполняем только задания под буквам а и б, пример в не делаем. Напоминаю, если выполняете не свой вариант работа к проверке не будет принята.

Критерий оценивания:
Решены все 4 задания – оценка «5»
Решены все 3 задания – оценка «4»
Решены все 2 задания – оценка «3»

Задание 1.

Задачи. Найти интегралы **непосредственным интегрированием**, используя свойства и таблицу интегралов.

1.1. а) $\int (6x^2+8x+3)dx$; б) $\int \frac{dx}{x^2+7}$; в) $\int (\sqrt{x}+1)(x-\sqrt{x}+1)dx$.

1.2. а) $\int \frac{2x+3}{x^4}dx$; б) $\int \frac{dx}{\sqrt{4+x^2}}$; в) $\int \frac{(1-x)^2}{x\cdot\sqrt{x}}dx$.

1.3. а) $\int (2x+3\cos x)dx$; б) $\int \frac{dx}{7x^2-8}$; в) $\int \frac{(\sqrt{a}-\sqrt{x})^2}{\sqrt{a\cdot x}}dx$.

1.4. а) $\int \frac{\sqrt[3]{x^2}-\sqrt[4]{x}}{\sqrt{x}}dx$; б) $\int \frac{dx}{\sqrt{7-5x^2}}$; в) $\int \frac{\cos^2 x+3\cos x-2}{\cos^2 x}dx$.

1.5. а) $\int \left(\frac{x^2-9}{x^2-8}\right)dx$; б) $\int \frac{\sqrt{2+x^2}-\sqrt{2-x^2}}{\sqrt{4-x^4}}dx$; в) $\int tg^2 x dx$.

1.6. а) $\int \frac{(1+2x^2)\cdot dx}{x^2\cdot(1+x^2)}$; б) $\int \frac{3\cdot 2^x-2\cdot 3^x}{2^x}dx$; в) $\int \left(\sin\frac{x}{2}-\cos\frac{x}{2}\right)^2 dx$.

1.7. а) $\int \left(3x^2+2x+\frac{1}{x}\right)dx$; б) $\int \frac{dx}{x^2-10}$; в) $\int \left(\frac{1-x}{x}\right)^2 dx$.

1.8. а) $\int \frac{x^3+2}{x}dx$; б) $\int \frac{dx}{\sqrt{8-x^2}}$; в) $\int \frac{(x^2+1)\cdot(x^2-2)}{\sqrt[3]{x^2}}dx$.

1.9. а) $\int \frac{2-\sin x}{\sin^2 x}dx$; б) $\int \frac{dx}{\sqrt{7+8x^2}}$; в) $\int \left(\frac{1}{\sqrt[3]{x^2}}-\frac{x+1}{\sqrt[4]{x^3}}\right)dx$.

1.10. а) $\int \frac{(1+\sqrt{x})^5}{\sqrt[3]{x}}dx$; б) $\int \frac{dx}{3x^2+5}$; в) $\int \frac{\cos 2x}{\cos^2 x\cdot\sin^2 x}dx$.

1.11. а) $\int \frac{(1+x)^2\cdot dx}{x\cdot(1+x^2)}$; б) $\int \frac{\sqrt{x^2-3}-\sqrt{x^2+3}}{\sqrt{x^4-9}}dx$; в) $\int \frac{dx}{\cos 2x+\sin^2 x}$.

Задание 2.

Задачи. При помощи замены переменной найти следующие интегралы.

1.1. а) $\int \frac{dx}{\sqrt{5x-2}}$; б) $\int \frac{xdx}{\sqrt{1+x^4}}$; в) $\int x^2 \cdot e^{x^3} dx$.

1.2. а) $\int 4^{2-3x} dx$; б) $\int \frac{xdx}{2x^2+3}$; в) $\int \frac{\sqrt{\arcsin x}}{\sqrt{1-x^2}} dx$.

1.3. а) $\int \frac{dx}{3\cos(5x-\pi/4)}$; б) $\int x \cdot e^{-(x^2+1)} dx$; в) $\int 5^{\sqrt{x}} \cdot \frac{dx}{\sqrt{x}}$.

1.4. а) $\int \frac{dx}{\cos^2 x \sqrt{\operatorname{tg}^3 x - 2}}$; б) $\int \frac{xdx}{\cos^2(x^2)}$; в) $\int \frac{arctg(x/2)}{4+x^2} dx$.

1.5. а) $\int \frac{\sin 3x}{3+\cos 3x} dx$; б) $\int \frac{dx}{x(4-\ln^2 x)}$; в) $\int \frac{1-\sin x}{x+\cos x} dx$.

1.6. а) $\int \sqrt{a-kx} dx$; б) $\int \frac{x}{\sqrt{x^2+1}} dx$; в) $\int \frac{x^2}{1+x^6} dx$.

1.7. а) $\int \cos \frac{x}{\sqrt{2}} dx$; б) $\int x \cdot 7^{x^2} dx$; в) $\int \frac{x^2 dx}{\sqrt{x^6-1}}$.

1.8. а) $\int ctg\left(\frac{x}{5}\right) dx$; б) $\int x\sqrt[5]{5-x^2} dx$; в) $\int \frac{\sqrt[3]{1+\ln x}}{x} dx$.

1.9. а) $\int \frac{e^x dx}{\sqrt{e^{2x}-2}}$; б) $\int \sin(\ln x) \frac{dx}{x}$; в) $\int \frac{\sqrt{tgx}}{\cos^2 x} dx$.

1.10. а) $\int sh(5x+3) dx$; б) $\int x^2 ch(x^3+3) dx$; в) $\int \frac{3^{thx}}{ch^2 x} dx$.

Задание 3.

Задачи. Методом **интегрирования по частям** найти следующие интегралы:

1.1. а) $\int (x-7)\cdot \sin x dx$; б) $\int x^2 \cdot \ln x dx$.

1.2. а) $\int (4-x)\cdot e^{-3x} dx$; б) $\int arctgx dx$.

1.3. а) $\int (x+2)\cdot 3^x dx$; б) $\int \ln(1+x^2) dx$.

1.4. а) $\int x^2 \cdot \cos x dx$; б) $\int \ln(x+\sqrt{1+x^2}) dx$.

1.5. $\int \frac{x}{\sin^2 3x} dx$. **1.6.** $\int e^{ax} \cdot \sin bx dx$. **1.7.** $\int 3^x \cdot \cos x dx$.

1.8. а) $\int (1-3x)\cos 2x dx$; б) $\int \frac{\ln x}{\sqrt{x}} dx$.

1.9. а) $\int (2x+3)\cdot e^{5x} dx$; б) $\int x \arcsin x dx$.

1.10. а) $\int x^2 \cdot e^{4x} dx$; б) $\int \frac{\arcsin x}{x^2} dx$.

1.11. $\int \frac{x}{\cos^2 x} dx$. **1.12.** $\int \frac{x \cdot \cos x}{\sin^2 x} dx$. **1.13.** $\int \sin(\ln x) dx$.

Задание 4.

Задачи. Вычислить следующие интегралы:

5.1. а) $\int_3^8 \sqrt{x+1} dx$; б) $\int_0^{\pi/2} \sin x \cdot \cos^2 x dx$.; в) $\int_0^4 \frac{dx}{1+\sqrt{2x+1}}$.

5.2. а) $\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{4-3x}}$; б) $\int_0^{\sqrt{3}} x \cdot \sqrt{1+x^2} dx$.; в) $\int_2^3 x \ln(x-1) dx$..

5.3. а) $\int_1^e \frac{1+\ln x}{x} dx$.; б) $\int_0^{\pi} (x+2)\cos \frac{x}{2} dx$; в) $\int_0^1 \frac{3x^4+3x^2+1}{x^2+1} dx$.

5.4. а) $\int_1^{\sqrt{2}} \frac{x dx}{\sqrt{4-x^2}}$; б) $\int_1^e \frac{\ln^2 x}{x^2} dx$.; в) $\int_{-1}^0 \frac{dx}{1+\sqrt[3]{x+1}}$.

5.5. а) $\int_1^{e^3} \frac{dx}{x\sqrt{1+\ln x}}$; б) $\int_0^{\ln 2} \sqrt{e^x-1} dx$; в) $\int_2^3 \frac{2x^4-5x^2+3}{x^2-1} dx$.

5.6. а) $\int_0^1 \frac{x^2 dx}{x^2+1}$; б) $\int_0^2 \frac{x^3 dx}{\sqrt{x^4+4}}$; в) $\int_0^{\pi/2} \frac{\cos x}{1+\cos x} dx$..

5.7. а) $\int_{-1}^0 \frac{dx}{4x^2-9}$; б) $\int_1^{\sqrt{e}} \frac{dx}{x\sqrt{1-\ln^2 x}}$; в) $\int_0^1 3(x^2+x\cdot e^{x^2}) dx$.

5.8. а) $\int_1^2 \frac{e^{1/x}}{x^2} dx$.; б) $\int_0^1 arctg\sqrt{x} dx$; в) $\int_2^3 \frac{x+2}{x^2(x-1)} dx$.

5.9. а) $\int_0^{\sqrt{3}} \frac{12x^5 dx}{\sqrt{x^6+1}}$; б) $\int_{-1}^0 (x+1)\cdot e^{-2x} dx$.; в) $\int_0^{\pi/3} \frac{\sin^3 x}{\cos^4 x} dx$.

5.10. а) $\int_0^{\pi/2} \frac{\cos x dx}{\sin^2 x+1}$; б) $\int_4^5 \frac{dx}{(x-1)(x+2)}$; в) $\int_{-2}^0 x^2 \cdot e^{-x/2} dx$..

Практическая работа 12-14.
Вычисление объемов и площади фигур с помощью определенного интеграла

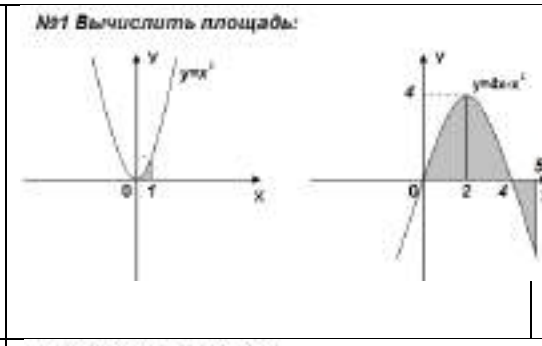
Тема: Вычисление площадей и объемов при проектировании объектов транспорта с применением определенного интеграла.

Цель работы: Закрепить знания, умения и навыки по теме: «Дифференциальное и интегральное исчисление».

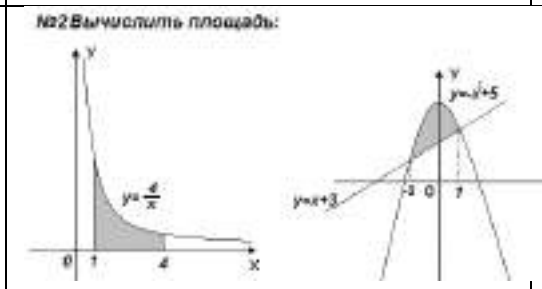
Данная работа представлена в 6 вариантах по пять заданий

Задание 1: Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями:

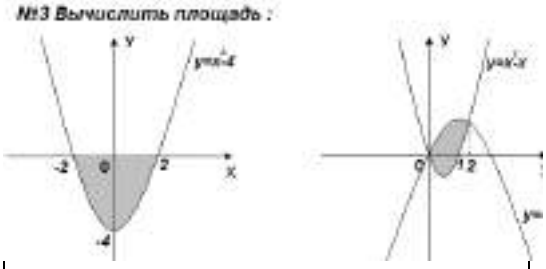
1.



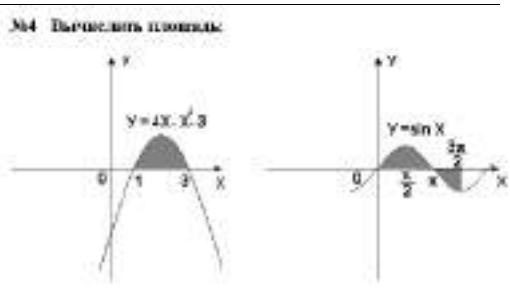
2.



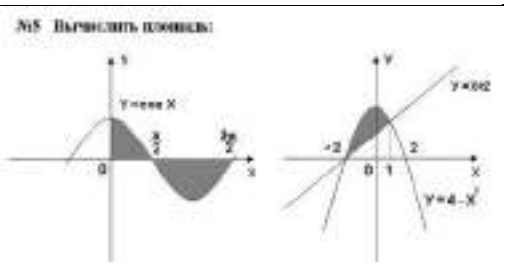
3.



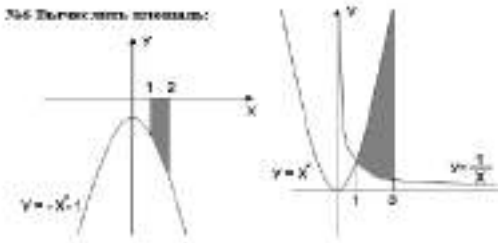
4.



5.



6.



Задание 2: Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями:

7.	$y = x^3, x = -2, x = 1, y = 0.$	10.	$y = x + 3, y = x^2 + 1.$
8.	$y = 2x - x^2, y = x.$	11.	$y = x^2, x = 1, x = 3, y = 0.$
9.	$x = \sqrt{y}, y = 1, y = 4, x = 0.$	12.	$y = \frac{1}{2}x^2, y = 4 - x.$

Задание 3: Вычислите площадь фигуры, ограниченной линиями:

13.	$y = -x^2 + 8x - 16;$ $y = x^2 - 4x.$	16.	$y = -1{,}5x^2 + 9x - 7{,}5,$ $y = -x^2 + 6x - 5$
14.	$y = x^2,$	17.	$y = x^2 - 4x + 6,$

	$y = 2 - x^2$		$y = 4x - x^2$.
15.	$y = - x^2 + 2x + 3;$ $y = x^2 - 6x - 7.$	18.	$y = x^2 - 2x + 2;$ $y = -x^2 + 4x + 2.$

Задание 4: Вычислить объем тела:

19.	Полученного при вращении вокруг оси *Ox* криволинейной трапеции, ограниченной гиперболой $y = \frac{4}{x}$, прямыми $x = 3, x$=12 и осью абсцисс.	22.	Полученного при вращении вокруг оси *Oy* трапеции, образованной прямыми $y = 3x, \text{y} = 2, \text{y}$=4 и осью ординат.
20.	Образованного вращением вокруг оси *Oy* фигуры, ограниченной кривой $y = x^3$и отрезком $0 \leq \text{y} \leq 8$ оси ординат.	23.	Образованного вращением вокруг оси *Ox* фигуры, ограниченной одной полуволной синусоиды $y = \sin x$ и отрезком $0 \leq \text{x} \leq \pi$ оси абсцисс.
21.	Полученного при вращении вокруг оси *Ox* трапеции, образованной прямыми $y = 0{,}5x, x = 4, x$=6 и осью абсцисс.	24.	Полученного отвращения кривой $y = \frac{x^2}{4}$ вокруг оси *Oy* в пределах от $\text{y} = 1, \text{y}$=5.

Задание 5: Решить задачу:

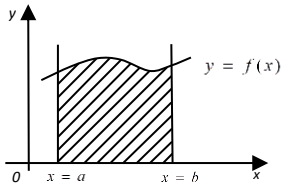
25.	Скорость движения поезда задается формулой $V(t) = 4t^3 - 2t +$ 1 км/ч. Найти путь пройденный поездом за первые 4с от начала движения.	28.	Скорость движения поезда задается формулой $V(t) = 3 +$ $3t^2$км/ч. Найти путь пройденный поездом за первые 4с от начала движения.
26.	Найти путь, пройденный поездом за 10-ю секунду, зная, что скорость прямолинейного движения выражается формулой $V(t) = t^2 +$ $4t - 2$км/ч	29.	Скорость движения поезда задается формулой $V(t) = 3t^2 + t + 1$км/ч. Найти путь пройденный поездом за первые 4с от начала движения.
27.	Найти путь, пройденный поездом за 4-ю секунду, зная, что скорость прямолинейного движения выражается формулой $V(t) =$ $3t^2 - 2t - 3$км/ч	30.	Скорость движения изменяется по закону $V(t) =$ $2t$ км/ч. Найти длину пути, пройденного телом за 3-ю секунду его движения.

Пояснения к работе:

Необходимые формулы:

Вычисление площадей плоских фигур

Площадь криволинейной трапеции (рис.1) с основанием на оси ох вычисляется по формуле

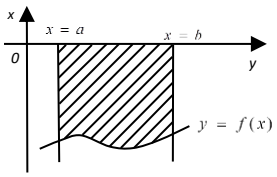


$$S = \int_a^b f(x)dx$$

Рис. 1.

Если $f(x) < 0$, т.е. криволинейная трапеция расположена ниже оси ох (рис.2), то её площадь вычисляется по формуле

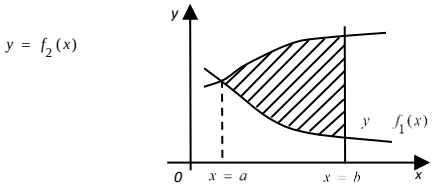
.



$$S = -\int_a^b f(x)dx$$

Рис. 2.

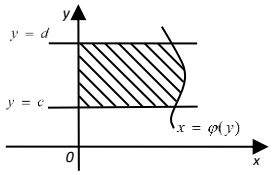
Если для всех $x \in [a;b]$ выполняется условие $f_2(x) \geq f_1(x)$, т.е. $f_2(x) - f_1(x) \geq 0$, то площадь фигуры, ограниченной графиками непрерывных функций $y = f_1(x)$, $y = f_2(x)$ и прямыми $x = a$, $x = b$, $a < b$ (рис.3), вычисляется по формуле



$$S = \int_a^b (f_2(x) - f_1(x))dx$$

Рис. 3.

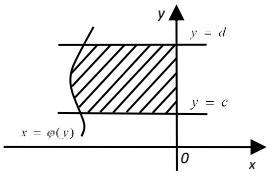
Площадь криволинейной трапеции с основанием на оси оу (рис.4) вычисляется по формуле:



$$S = \int_c^d \varphi(y)dy$$

Рис. 4.

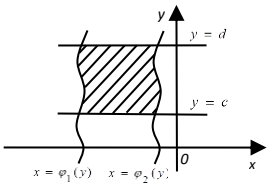
Если $\varphi(y) < 0$, т.е. криволинейная трапеция расположена левее оси оу (рис.5), то её площадь вычисляют по формуле



$$S = -\int_c^d \varphi(y)dy$$

Рис. 5.

Если для всех $y \in [c;d]$ выполняется условие $\varphi_2(y) \geq \varphi_1(y)$, т.е. $\varphi_2(y) - \varphi_1(y) \geq 0$, то площадь криволинейной трапеции, ограниченной графиками непрерывных функций $x = \varphi_2(y)$, $x = \varphi_1(y)$ и прямыми $y = c$, $y = d$, $c < d$ (рис.6), вычисляется по формуле



$$S = \int_c^d (\varphi_2(y) - \varphi_1(y))dy$$

Рис. 6.

Вычисление объёмов тел вращения

Объём тела, образованного вращением вокруг оси ох криволинейной трапеции, ограниченной непрерывной линией $y = f(x)$, отрезком оси абсцисс $a \le x \le b$ и прямыми $x = a, x = b$, вычисляется по формуле $V_x = \pi \int_a^b f^2(x)dx$

.

Объём тела, образованного вращением вокруг оси оу криволинейной трапеции, ограниченной непрерывной линией $x = \varphi(y)$, отрезком оси ординат $c \le y \le d$ и прямыми $y = c, y = d$, вычисляется по формуле $V_y = \pi \int_c^d \varphi^2(y)dy$

.Содержание отчета

1. Титульный лист.
2. Цель работы
3. Задание
4. Выполненная практическая работа в соответствии с заданием
5. Ответы на контрольные вопросы
6. Вывод

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение неопределенного интеграла.
2. Запишите основные правила интегрирования.
3. Дайте определение определенного интеграла.
4. Запишите основные свойства определенного интеграла.
5. Запишите формулу Ньютона-Лейбница.

Практическая работа 16.
Нахождение частных производных

Нахождение частных производных и экстремума функций двух переменных.

Цель занятия:

- учить находить частные производные первого и второго порядков функции нескольких переменных;
- учить находить полный дифференциал функции нескольких переменных;
- учить находить экстремум функции двух переменных.

Пояснение к работе

Пользуясь теоретическим материалом лекции «Функции нескольких переменных. Частные производные. Экстремум функции», выполнить задания. Варианты для №1 и №2 берете по списку журнала. Варианты для №3 распределены ниже

Распределение по вариантам для №3:

Задание

1. Вычислить частные производные по x и по y по своему варианту.
2. К этим же примерам вычислить полный дифференциал функции

Варианты

№1.

2.1. $z = x^3 + y^4 + 3x^2 \cdot y$.

2.2. $z = \sqrt{x^2 - y^3}$.

2.3. $z = \sin(x \cdot y)$.

2.4. $z = \ell n\ (x^2 + 2y^2)$.

2.5. $z = e^{x \cdot y}$.

2.6. $z = \frac{2x + 3y}{x - y}$.

2.7. $z = x^2 + 2y^2 - xy$.

2.8. $z = \arcsin\left(x^2 + y^2\right)$.

2.9. $z = \ell n\left(x^3 - y^2\right)$.

2.10. $z = \cos\frac{x}{y}$.

2.11. $z = (x + y - xy)^2$.

2.12. $z = \sqrt{x - y^2}$.

2.13. $z = \frac{1}{x + y}$.

2.14. $z = \arccos(2x - 2y)$.

2.15. $z = e^{x^3 + y^3}$.

2.16. $z = (x^3 - xy)^3$.

2.17. $z = \ell n\left(x + \sqrt{x^2 + y^2}\right)$.

2.18. $z = x^y$.

2.19. $z = arctq\frac{y}{x}$.

2.20. $z = \frac{2x - 3y}{x + y}$.

2.21. $z = \sin y \cdot \cos x$.

2.22. $z = \frac{\sin x + \cos y}{\sin y - \cos x}$.

2.23. $z = tq\left(x^2 + y^2\right)$.

2.24. $z = ctq(x \cdot y)$.

2.25. $z = x^3 \ell n y$.

2.26. $z = \frac{\ln x}{y + x}$.

2.27. $z = \frac{x + y}{x - y}$.

2.28. $z = \sqrt{\sin^2 x + \cos^2 y}$.

2.29. $z = x^{\frac{1}{y}}$.

2.30. $z = x\sqrt{y}$.

№ 2.

1. $x^2y-y^2x-1.$
2. $e^{xy}-x^2y-5\,0.$
3. $e^{y}-x^2y-1\,0.$
4. $x^{\frac{1}{3}}+y^{\frac{1}{3}}-1.$
5. $y^{x}-x^{y}.$
6. $x^2\cdot y^2+\sqrt{x\cdot y}$
7. $x^2\cdot y^2+\cos\cdot y-2\,0.$
8. $x^2+y^2+\ell n\left(x^2+y^2\right)-1.$
9. $y^{x}+y^2-4$
10. $arctq\left(\frac{x}{y}\right)-y^2-7\,0.$
11. $x^2y-y^3x-1.$
12. $\sin\left(x^2+2xy\right)-y-8\,0.$
13. $\left(x^2+y^2\right)^2-x^2-y^2$
14. $\arccos\left(\frac{x}{y}\right)+\sqrt{x^2+1}$
15. $x^2-y^2+x^2\cdot y^3-4\,0.$
16. $x^{\sin y}\cdot\cos(x\cdot y)-9\,0$

.17. $xe^{y}+ye^{x}-6$
.18. $xy-\ell nx-1.$
.19. $x^2y-x^2-y^2-1.$
.20. $y\cdot e^{x}+e^{y}-4$
.21. $x^2+y^2-4xy-7$
.22. $\frac{x}{\sqrt{x^2+y^2}}-y-1$
.23. $(x+y)^2+\left(x-\sqrt{y}\right)^2-2$
24. $e^{xy}-y^2+1$
.25. $tq\left(x\cdot y\right)+\frac{x}{y}-9$
26. $\ell n\left(x^2+xy\right)-x^2\cdot y$
.27. $x^3y^2+y^3-x-5$
28. $e^{x}-1+x^3y^2$
.29. $\cos^2x+\cos^2y+x\cdot y$
30. $\ell n\left(x^2+y^3\right)-e^{x}+3$

№ 3.

5.1. $Z = 4x - 4y - x^2 - y^2$.

5.2. $Z = x^3 + y^3 - 15xy$.

5.3. $Z = x^3y^2(1 - x - y)$.

5.4. $Z = x^3 + y^3 - 6xy$.

5.5. $Z = x^2 - xy + y^2 + 3x - 2y + 1$

5.6. $Z = x^2 - y^2 - x + xy$.

5.7. $Z = (x + y + 1)^2 + x^2 - xy$.

5.8. $Z = x^2 + y^2 - 12xy$.

5.9. $Z = xy + \ell n(x^2 + y^2)$.

5.10. $Z = 3xy + x^3 + y^3 - x - y$

5.11. $Z = x^3 + y^2 + 15x - 6xy$.

5.12. $Z = x^2 - xy + y - 2x + 1$.

5.13. $Z = x^3 + y^3 + 3xy$.

5.14. $Z = x^3 + 8y^3 - 6xy + 1$.

5.15. $Z = y\sqrt{x} - y^2 - x + 6y$.

5.16. $Z = (y + 2x + xy)^2 + 1$.

5.17. $Z = x^2 + xy + y^2 + x - y + 1$.

5.18. $Z = x^2 + xy + y^2 + \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$

5.19. $Z = xy \cdot (1 - x - y)$.

5.20. $Z = x^2 + xy + y^2 - 2x - 2x$

5.21. $Z = \sqrt{(1 - x)(1 - y)(x + y - 1)}$.

5.22. $Z = (x + 1)^2 + 2y^2$.

5.23. $Z = (x^2 + 2y^2)e^{x-y}$.

5.24. $Z = 2x^2 + 3xy + y^2 + x - y$.

5.25. $Z = x^3 + y^2 + 2y - 3x + 1$.

5.26. $Z = (x^2 + y^2)e^{2x-y}$.

5.27. $Z = x^2 + 2xy + 4y^2 + 3x - y + 1$

5.28. $Z = y^3 \cdot x^2(6 - x - y)$.

5.29. $Z = 2x^2 - 3xy + 3y^2 - x + 3$.

5.30. $Z = 1 - \sqrt{x^2 + y^2 + 1}$.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 17

Вычисление несобственных двойных и повторных интегралов

Цель работы: научиться вычислять несобственные интегралы первого и второго рода и двойные интегралы по прямоугольной и криволинейной области.

Оборудование (приборы, материалы, дидактическое обеспечение): методические рекомендации к выполнению работы; задание и инструкционная карта для проведения практического занятия

Компьютерные программы: компьютерные программы не используются

Содержание работы.

Основные понятия.

1 Пусть $f(x)$ задана на бесконечном промежутке $[a; \infty)$ и для всякого $A \geq a$ существует интеграл $\int_a^A f(x)dx$ Предел $\lim_{A\to\infty}\int_a^A f(x)dx$ называется несобственным интегралом первого рода (интегралом по неограниченному промежутку) и обозначается $\int_a^\infty f(x)dx$

2 Если $\lim_{A\to\infty}\int_a^A f(x)dx$ существует и конечен, то несобственный интеграл первого рода называется сходящимся, если же он не существует или равен бесконечности, то несобственный интеграл первого рода называется расходящимся.

3 Пусть $f(x)$ задана на полуинтервале $[a,b)$ и $\lim_{x\to b} f(x)=\infty$ Пусть далее для всякого $0<\delta<b-a$ существует интеграл $\int_a^{b-\delta} f(x)dx$ Предел $\lim_{\delta\to 0}\int_a^{b-\delta} f(x)dx$ называется несобственным интегралом второго рода (интегралом от неограниченной функции) и обозначается $\int_a^b f(x)dx$

4 Если $\lim_{\delta\to 0}\int_a^{b-\delta} f(x)dx$ существует и конечен, то несобственный интеграл второго рода называется сходящимся, если же он не существует или равен бесконечности, то несобственный интеграл второго рода называется расходящимся.

5 Двойным интегралом от функции $f(x,y)$ по области D называется предел интегральных сумм $\iint\limits_D f(x,y)dxdy = \lim\limits_{n\to\infty}\sum\limits_{i=1}^{n} f(M_i)\Delta S_i$, где S_i - разбиение области D, ΔS_i- площадь i - го разбиения, $M_i \in S_i$, $i \in \overline{1,n}$.

6 Свойства двойных интегралов:

- $\iint\limits_D C\cdot f(x,y)dxdy = C\iint\limits_D f(x,y)dxdy, \quad C = const.$
- $\iint\limits_D [f(x,y)+g(x,y)]dxdy = \iint\limits_D f(x,y)dxdy + \iint\limits_D g(x,y)dxdy.$
- $\iint\limits_{D=D_1\cup D_2} f(x,y)dxdy = \iint\limits_{D_1} f(x,y)dxdy + \iint\limits_{D_2} f(x,y)dxdy$

7 Сведение двойного интеграла к повторному

$$\iint\limits_D f(x,y)dxdy = \int\limits_a^b dx \int\limits_{\varphi_1(x)}^{\varphi_2(x)} f(x,y)dy, \text{ где } D = \{a \le x \le b, \quad \varphi_1(x) \le y \le \varphi_2(x)\}$$

$$\iint\limits_D f(x,y)dxdy = \int\limits_a^b dy \int\limits_{\phi_1(y)}^{\phi_2(y)} f(x,y)dx, \text{ где } D = \{a \le y \le b, \quad \phi_1(y) \le x \le \phi_2(y)\}$$

Задание

1 Вычислить несобственный интеграл первого рода или установить его расходимость.

2 Вычислить несобственный интеграл второго рода или установить его расходимость.

3 Вычислить двойной интеграл по прямоугольной области.

4 Вычислить двойной интеграл по криволинейной области.

Примеры выполнения:

Задание 1

Исходные данные:

$$\int\limits_1^{\infty} \frac{dx}{x^{10}}$$

Решение:

По обобщенной формуле Ньютона-Лейбница

$$\int_1^{\infty}\frac{dx}{x^{10}}=\lim_{a\to\infty}\int_1^a x^{-10}dx=\lim_{a\to\infty}\frac{x^{-9}}{-9}\Big|_1^a=\lim_{a\to\infty}\left(-\frac{1}{9x^9}\Big|_1^a\right)=0+\frac{1}{9}=\frac{1}{9}$$

Следовательно, несобственный интеграл первого рода сходится.

Задание 2

Исходные данные:

$$\int_0^1\frac{dx}{\sqrt[7]{x}}$$

Решение:

Точка $x=0$ особая. По обобщенной формуле Ньютона-Лейбница

$$\int_0^1\frac{dx}{\sqrt[7]{x}}=\lim_{a\to 0}\int_a^1 x^{-\frac{1}{7}}dx=\lim_{a\to 0}\frac{x^{\frac{6}{7}}}{\frac{6}{7}}\Big|_a^1=\frac{7}{6}\lim_{a\to 0}x^{\frac{6}{7}}\Big|_a^1=\frac{7}{6}\left(1^{\frac{6}{7}}-0\right)=\frac{7}{6}$$

Следовательно, несобственный интеграл второго рода сходится.

Задание 3

Исходные данные:

$\iint_D xydxdy$, где $D: 3\le x\le 5,\quad 0\le y\le 1$

Решение:

$$\iint_D xydxdy=\int_3^5 dx\int_0^1 xydy=\int_3^5 xdx\frac{y^2}{2}\Big|_0^1=\int_3^5\frac{x}{2}(1-0)dx=\int_3^5\frac{x}{2}dx=\frac{x^2}{2\cdot 2}\Big|_3^5=$$

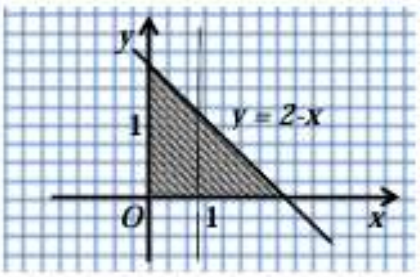
$$=\frac{25}{4}-\frac{9}{4}=\frac{16}{4}=4$$

Задание 4

Исходные данные:

1 $\iint_D(4x+y)dxdy$, где $D: x+y=2,\quad x=0\quad y=0$

Решение:



Построим область D: $y=2-x;\ y=0;\ x=0$

Область ограничена слева и справа прямыми $x = 0;\ x = 2$, сверху и снизу область ограничивают линии $y = 2 - x$ и $y = 0$.

Получим

$D=\{0\le x\le 2,\quad 0\le y\le 2-x\}$, тогда

$$\iint\limits_D (4x+y)dxdy=\int\limits_0^2 dx\int\limits_0^{2-x}(4x+y)dy=\int\limits_0^2\left(4xy+\frac{y^2}{2}\right)\Bigg|_0^{2-x}dx=$$

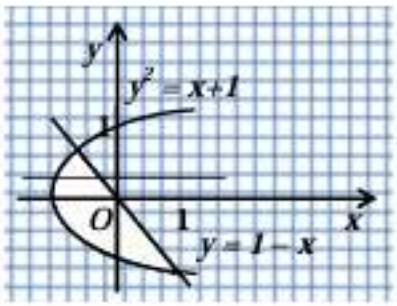
$$=\int\limits_0^2\left(4x(2-x)+\frac{(2-x)^2}{2}\right)\Bigg|_0^{2-x}dx=\int\limits_0^2\left(8x-4x^2+\frac{4-4x+x^2}{2}\right)dx=$$

$$\int\limits_0^2\left(8x-4x^2+\frac{4-4x+x^2}{2}\right)dx=\int\limits_0^2\left(8x-4x^2+2-2x+\frac{x^2}{2}\right)dx=$$

$$=\int\limits_0^2\left(6x+2-\frac{7x^2}{2}\right)dx=\left(3x^2+2x-\frac{7x^3}{6}\right)\Bigg|_0^2=12+4-\frac{28}{3}=\frac{4}{3}$$

2 $\iint\limits_D dxdy;\ D=\{(x;y)\mid y^2=x+1;\ x+y=1\}$

Решение:



Построим область D:

$$D=\{(x;y)\mid y^2=x+1;\ x+y=1\}$$

По графику можно увидеть, что ордината области расположена между точками пересечения графиков функций, а абсцисса области между линиями $y^2=x+1;\ x+y=1$

Найдем точки пересечения графиков функций:

$y^2=x+1\Rightarrow x=y^2-1;$

$x+y=1\Rightarrow x=1-y;$

$y^2-1=1-y;\quad y^2+y-2=0;\quad D=1+8=9;\quad y_1=\frac{-1+3}{2}=1;\quad y_2=\frac{-1-3}{2}=-2$

$D=\{(x;y)\mid -2\le y\le 1;\quad y^2-1\le x\le 1-y\}$, тогда

$$\iint\limits_D dxdy=\int\limits_{-2}^1 dy\int\limits_{y^2-1}^{1-y}dx=\int\limits_{-2}^1 dyx\Big|_{y^2-1}^{1-y}=\int\limits_{-2}^1\left(1-y-y^2+1\right)dy=\int\limits_{-2}^1\left(2-y-y^2\right)dy=$$

$$=\left(2y-\frac{y^2}{2}-\frac{y^3}{3}\right)\Bigg|_{-2}^1=2-\frac{1}{2}-\frac{1}{3}+4+2-\frac{8}{3}=8-3-0{,}5=4{,}5$$

Задания к практической работе.

Задание 1

1 $\int_{-\infty}^{0} \frac{dx}{1+x^2}$	2 $\int_{1}^{+\infty} \frac{dx}{x^2+x}$	3 $\int_{1}^{+\infty} \frac{dx}{x^5}$	4 $\int_{1}^{+\infty} \frac{dx}{x}$	5 $\int_{1}^{+\infty} \frac{dx}{x^2}$
6 $\int_{0}^{+\infty} \frac{xdx}{1+x^4}$	7 $\int_{1}^{+\infty} \frac{1+\ln x}{x} dx$	8 $\int_{-\infty}^{0} xe^x dx$	9 $\int_{1}^{+\infty} \frac{\sqrt{x}dx}{1+x}$	10 $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{x^2+4x+9}$
11 $\int_{1}^{+\infty} \frac{dx}{x^2+x}$	12 $\int_{2}^{+\infty} \frac{xdx}{\sqrt{1+x^4}}$	13 $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{x^2+2x+5}$	14 $\int_{0}^{+\infty} xe^{-x^2} dx$	15 $\int_{0}^{+\infty} arctgxdx$
16 $\int_{1}^{+\infty} \frac{dx}{x^3}$	17 $\int_{1}^{+\infty} \frac{arctgx}{1+x^2} dx$	18 $\int_{0}^{+\infty} \frac{xdx}{\sqrt{1+x^2}}$	19 $\int_{-1}^{+\infty} \frac{dx}{x^2+x+1}$	20 $\int_{4}^{+\infty} \frac{dx}{x}$
21 $\int_{0}^{+\infty} xe^{-x^2} dx$	22 $\int_{-\infty}^{-1} \frac{dx}{x^2}$	23 $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{x^2+2x+8}$	24 $\int_{1}^{+\infty} \frac{x^2 dx}{\sqrt{1+x^3}}$	25 $\int_{1}^{+\infty} \frac{dx}{(1+x)^7}$
26 $\int_{2}^{+\infty} \frac{xdx}{\sqrt{1-x^4}}$	27 $\int_{1}^{+\infty} \frac{dx}{(1+x)^5}$	28 $\int_{0}^{+\infty} xe^{x^2} dx$	29 $\int_{1}^{+\infty} \frac{\ln x}{x} dx$	30 $\int_{1}^{+\infty} \frac{x^2 dx}{\sqrt{1+x^6}}$

Задание 2

1 $\int_{0}^{1} \frac{dx}{\sqrt{x}}$	2 $\int_{-2}^{2} \frac{dx}{x^3}$	3 $\int_{0}^{3} \frac{dx}{(x-2)^2}$	4 $\int_{-1}^{0} \frac{dx}{\sqrt{(x+1)^3}}$	5 $\int_{0}^{\frac{1}{e}} \frac{dx}{x\ln^4 x}$
6 $\int_{0}^{\frac{1}{2}} \frac{dx}{x\ln^2 x}$	7 $\int_{0}^{1} \frac{2xdx}{\sqrt{1-x^4}}$	8 $\int_{0}^{1} \ln x dx$	9 $\int_{-3}^{1} \frac{dx}{3+x}$	10 $\int_{0}^{1} \frac{x^2 dx}{1-x^3}$
11 $\int_{\frac{3}{4}}^{1} \frac{dx}{\sqrt[5]{3-4x}}$	12 $\int_{\frac{1}{2}}^{1} \frac{dx}{x\ln x}$	13 $\int_{-8}^{27} \frac{dx}{\sqrt[3]{x}}$	14 $\int_{1}^{3} \frac{dx}{\sqrt[3]{(x-3)^5}}$	15 $\int_{1}^{2} \frac{dx}{(x-1)^2}$
16 $-\int_{0.5}^{1} \frac{dx}{x\ln^3 x}$	17 $\int_{0}^{1} \frac{dx}{x^2}$	18 $\int_{0}^{\frac{1}{2}} \frac{dx}{x\ln x}$	19 $\int_{0}^{4} \frac{dx}{(x-2)^3}$	20 $\int_{1}^{\frac{3}{2}} \frac{dx}{\sqrt[3]{3-2x}}$
21 $\int_{0}^{2} \frac{dx}{(x-2)^3}$	22 $\int_{0}^{1} \frac{dx}{x-1}$	23 $\int_{-1}^{1} \frac{dx}{\sqrt[3]{x}}$	24 $\int_{0}^{e} \frac{\ln^4 xdx}{x}$	25 $\int_{-1}^{1} \frac{dx}{\sqrt[3]{x}}$
26 $\int_{0}^{1} \frac{dx}{\sqrt[4]{x}}$	27 $\int_{1}^{e} \frac{dx}{x\ln^3 x}$	28 $\int_{-1}^{0} \frac{dx}{\sqrt[3]{x+1}}$	29 $\int_{-3}^{1} \frac{dx}{(3+x)^5}$	30 $\int_{0}^{1} \frac{x^2 dx}{\sqrt{1-x^6}}$

Задание 3

1 $\iint\limits_D 3xy^2\,dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 3\le x\le 6;0\le y\le 2\}$	2 $\iint\limits_D 9x^2y\,dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 3\le x\le 6;0\le y\le 2\}$
3 $\iint\limits_D \frac{3y}{x}\,dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 1\le x\le e;4\le y\le 6\}$	4 $\iint\limits_D \frac{y}{2x}\,dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 1\le x\le e;4\le y\le 6\}$
5 $\iint\limits_D (x-3y^2)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 1\le x\le 4;1\le y\le 3\}$	6 $\iint\limits_D (x-y)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 1\le x\le 4;1\le y\le 3\}$
7 $\iint\limits_D (x+y)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 3\le x\le 5;0\le y\le 2\}$	8 $\iint\limits_D (2x+3y^2)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 3\le x\le 5;0\le y\le 2\}$
9 $\iint\limits_D (3x^2+2y)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 3\le x\le 5;0\le y\le 2\}$	10 $\iint\limits_D (5x-2y)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 0\le x\le 1;2\le y\le 4\}$
11 $\iint\limits_D (xy-3y^2)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 1\le x\le 3;4\le y\le 6\}$	12 $\iint\limits_D (3y^2-xy)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 1\le x\le 3;4\le y\le 6\}$
13 $\iint\limits_D \frac{y}{x^2}\,dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 1\le x\le 3;0\le y\le 2\}$	14 $\iint\limits_D (3x^2y-3x^3)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 0\le x\le 1;1\le y\le 2\}$
15 $\iint\limits_D (6xy^2-4x)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 0\le x\le 1;2\le y\le 3\}$	16 $\iint\limits_D (6y^2+2xy)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 1\le x\le 2;5\le y\le 6\}$
17 $\iint\limits_D (8x-3y)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 0\le x\le 1;2\le y\le 4\}$	18 $\iint\limits_D (x+2y)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 3\le x\le 5;0\le y\le 2\}$
19 $\iint\limits_D \frac{3y}{x}\,dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 1\le x\le e;4\le y\le 6\}$	20 $\iint\limits_D \frac{2x}{y}\,dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 1\le x\le 3;1\le y\le e\}$
21 $\iint\limits_D 6x^2y\,dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 3\le x\le 6;0\le y\le 2\}$	22 $\iint\limits_D (3x^2y-4x^3)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 0\le x\le 1;1\le y\le 2\}$
23 $\iint\limits_D 6x^2y\,dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 3\le x\le 6;0\le y\le 2\}$	24 $\iint\limits_D (2xy-3y^2)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 1\le x\le 3;4\le y\le 6\}$

25 $\iint\limits_D (2x+3y)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 2\le x\le 4;0\le y\le 2\}$	26 $\iint\limits_D (2x+y)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 1\le x\le 2;0\le y\le 2\}$
27 $\iint\limits_D (4x-3y^2)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 0\le x\le 2;2\le y\le 4\}$	28 $\iint\limits_D (3x^2-2y)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 0\le x\le 1;3\le y\le 4\}$
29 $\iint\limits_D (3y^2+2xy)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 1\le x\le 2;3\le y\le 5\}$	30 $\iint\limits_D \frac{y}{x}dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 1\le x\le e;4\le y\le 6\}$

Задание 4

1 $\iint\limits_D xdxdy$ $D=\{(x;y)\mid y=x^3;x+y=2;x=0\}$	2 $\iint\limits_D 9x^2ydxdy$ $D=\{(x;y)\mid xy=6;x+y-7=0\}$
3 $\iint\limits_D yx^2dxdy$ $D=\{(x;y)\mid x^2+y^2=4;x+y-2=0\}$	4 $\iint\limits_D (x+y)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid 0\le y\le \pi;0\le x\le \sin y\}$
5 $\iint\limits_D \sin(x+y)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid x=y;x+y=\frac{\pi}{2};y=0\}$	6 $\iint\limits_D dxdy$ $D=\{(x;y)\mid y^2=x+2;x+y=2\}$
7 $\iint\limits_D xdxdy$ $D=\{(x;y)\mid y=\sqrt{x};y=x\}$	8 $\iint\limits_D 2ydxdy$ $D=\{(x;y)\mid y=-x^3;y=1;x=0\}$
9 $\iint\limits_D \frac{y^2}{x^2}dxdy$ $D=\{(x;y)\mid y=x;xy=1;y=2\}$	10 $\iint\limits_D x^2ydxdy$ $D=\{(x;y)\mid y=2-x;y=x;x=0\}$
11 $\iint\limits_D (2x+y)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid x+y=3;y=0;x=0\}$	12 $\iint\limits_D (2y^3-x)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid y=x+2;y=0;x=0\}$
13 $\iint\limits_D (xy-4x+2y-1)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid y=x^2;y=0;x=1\}$	14 $\iint\limits_D (12xy+9x^2y)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid y=\sqrt{x};y=-x^2;x=1\}$
15 $\iint\limits_D dxdy$ $D=\{(x;y)\mid y=\sqrt{x};y=2\sqrt{x};x=4\}$	16 $\iint\limits_D (x+y^2)dxdy$ $D=\{(x;y)\mid y=x;y=x^2\}$

17 $\iint\limits_D \left(3x^2 + y^2 + 1\right)dxdy$ $D = \{(x; y) \mid x + y = 2; y = 0; x = 0\}$	18 $\iint\limits_D xydxdy$ $D = \{(x; y) \mid y = -x^2 + 2x + 3; y = 0; x = 0\}$
19 $\iint\limits_D \left(8xy + 18xy^2\right)dxdy$ $D = \{(x; y) \mid y = -\sqrt{x}; y = 2x^2; x = 1\}$	20 $\iint\limits_D \left(3x^2y^2 + 4xy\right)dxdy$ $D = \{(x; y) \mid y = -\sqrt{x}; y = x^2; x = 1\}$
21 $\iint\limits_D dxdy$ $D = \{(x; y) \mid y^2 = 4x + 4; y^2 = -2x + 4\}$	22 $\iint\limits_D 6xdxdy$ $D = \{(x; y) \mid y = x^2; y = -x + 2; y = 0\}$
23 $\iint\limits_D 0{,}75ydxdy$ $D = \{(x; y) \mid y = \sqrt{x}; y = -x + 6; x = 0\}$	24 $\iint\limits_D 4xdxdy$ $D = \{(x; y) \mid y = -x + 4;$ $y = x^2 + 2; y = 0; x = 0\}$
25 $\iint\limits_D xdxdy$ $D = \{(x; y) \mid xy = 6; x + y - 7 = 0\}$	26 $\iint\limits_D xydxdy$ $D = \{(x; y) \mid x^2 + y^2 = 4; x + y - 2 = 0\}$
27 $\iint\limits_D dxdy$ $D = \{(x; y) \mid xy = 4; y = x; x = 4\}$	28 $\iint\limits_D dxdy$ $D = \{(x; y) \mid y^2 = 4 + x; x + 3y = 0\}$
29 $\iint\limits_D dxdy$ $D = \{(x; y) \mid y = x^2 - 2x; y = x\}$	30 $\iint\limits_D dxdy$ $D = \{(x; y) \mid y = \ln x; x - y = 1; y = -1\}$

Порядок выполнения задания, методические указания: - ознакомиться с теоретическими положениями по данной теме; - изучить схему решения задач; - выполнить задания практической работы; - сформулировать вывод

Содержание отчета: отчет по практической работе должен содержать: основные определения, рассуждения по решению задач, необходимые вычисления, ответ, вывод по работе

Контрольные вопросы:

1 Что такое несобственный интеграл первого рода?

2 В каком случае несобственный интеграл первого рода сходится, а в каком расходится?

3 Что такое несобственный интеграл второго рода?

4 В каком случае несобственный интеграл второго рода сходится, а в каком расходится?

5 Дайте определение двойного интеграла.

6 Какими свойствами обладает двойной интеграл?

Практическая работа 18.
Вектора в пространстве

Для данных пар векторов выполните действия:

1) найдите координаты вектора $\vec{a} + \vec{b}$;
2) найдите координаты вектора $\overrightarrow{2a} - 3\vec{b}$;
3) найдите длины векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$;
4) найдите скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$;
5) найдите $Cos\lambda$ между векторами $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

1 вариант	**2 вариант**	**3 вариант**
а) $\vec{a}(1;1;2)$ и $\vec{b}(5;4;3)$ б) $\vec{a}(1;0;-7)$ и $\vec{b}(4;4;7)$ в) $\vec{a}(7;0;1)$ и $\vec{b}(7;-6;6)$	а) $\vec{a}(1;0;2)$ и $\vec{b}(7;5;4)$ б) $\vec{a}(3;4;0)$ и $\vec{b}(7;1;0)$ в) $\vec{a}(2;7;-5)$ и $\vec{b}(5;7;3)$	а) $\vec{a}(5;7;2)$ и $\vec{b}(7;2;-5)$ б) $\vec{a}(-2;4;5)$ и $\vec{b}(5;4;7)$ в) $\vec{a}(5;5;2)$ и $\vec{b}(7;4;3)$
4 вариант	**5 вариант**	**6 вариант**
а) $\vec{a}(1;0;-1)$ и $\vec{b}(1;1;4)$ б) $\vec{a}(-7;5;0)$ и $\vec{b}(6;0;1)$ в) $\vec{a}(2;7;1)$ и $\vec{b}(5;4;3)$	а) $\vec{a}(-2;4;5)$ и $\vec{b}(7;5;4)$ б) $\vec{a}(-3;2;5)$ и $\vec{b}(2;5;3)$ в) $\vec{a}(1;6;-5)$ и $\vec{b}(6;1;3)$	а) $\vec{a}(-3;-4;5)$ и $\vec{b}(4;3;0)$ б) $\vec{a}(3;2;0)$ и $\vec{b}(0;5;1)$ в) $\vec{a}(1;3;-4)$ и $\vec{b}(5;7;2)$
7 вариант	**8 вариант**	**9 вариант**
а) $\vec{a}(-3;1;4)$ и $\vec{b}(1;4;6)$ б) $\vec{a}(-2;5;4)$ и $\vec{b}(5;7;4)$ в) $\vec{a}(-3;5;4)$ и $\vec{b}(7;0;1)$	а) $\vec{a}(1;1;0)$ и $\vec{b}(1;2;2)$ б) $\vec{a}(2;7;5)$ и $\vec{b}(-5;2;-7)$ в) $\vec{a}(3;1;2)$ и $\vec{b}(5;4;1)$	а) $\vec{a}(1;-1;2)$ и $\vec{b}(7;-2;1)$ б) $\vec{a}(-3;4;-5)$ и $\vec{b}(5;1;7)$ в) $\vec{a}(5;7;2)$и $\vec{b}(-7;4;3)$
10 вариант	**11 вариант**	**12 вариант**
а) $\vec{a}(5;-2;1)$ и $\vec{b}(4;0;3)$ б) $\vec{a}(-7;2;3)$ и $\vec{b}(2;2;0)$	а) $\vec{a}(5;-1;2)$ и $\vec{b}(6;-2;5)$ б) $\vec{a}(-5;4;3)$ и $\vec{b}(2;4;4)$ в) $\vec{a}(5;0;4)$ и $\vec{b}(3;4;-3)$	а) $\vec{a}(4;1;2)$ и $\vec{b}(-4;0;-5)$ б) $\vec{a}(-3;4;0)$ и $\vec{b}(5;-1;7)$

в) $\vec{a}(8;0;1)$ и $\vec{b}(0;4;-2)$		в) $\vec{a}(5;0;2)$ и $\vec{b}(6;4;-3)$
13 вариант	**14 вариант**	**15 вариант**
а) $\vec{a}(6;-1;3)$ и $\vec{b}(0;-2;5)$ б) $\vec{a}(-5;0;3)$ и $\vec{b}(2;7;4)$ в) $\vec{a}(5;-1;4)$ и $\vec{b}(0;3;-3)$	а) $\vec{a}(-2;-1;1)$ и $\vec{b}(6;2;-5)$ б) $\vec{a}(-3;4;-3)$ и $\vec{b}(4;1;4)$ в) $\vec{a}(-3;0;7)$ и $\vec{b}(5;-4;2)$	а) $\vec{a}(5;-4;2)$ и $\vec{b}(2;-3;5)$ б) $\vec{a}(-4;4;-3)$ и $\vec{b}(1;-1;4)$ в) $\vec{a}(5;0;4)$ и $\vec{b}(2;4;-2)$
16 вариант	**17 вариант**	**18 вариант**
а) $\vec{a}(5;-1;2)$ и $\vec{b}(0;-7;5)$ б) $\vec{a}(-2;1;3)$ и $\vec{b}(7;1;1)$ в) $\vec{a}(-2;0;4)$ и $\vec{b}(3;2;-5)$	а) $\vec{a}(2;-1;9)$ и $\vec{b}(6;-2;1)$ б) $\vec{a}(-5;4;0)$ и $\vec{b}(-2;3;7)$ в) $\vec{a}(7;0;1)$ и $\vec{b}(2;4;-2)$	а) $\vec{a}(1;-1;2)$ и $\vec{b}(6;-2;4)$ б) $\vec{a}(-5;0;3)$ и $\vec{b}(2;-1;4)$ в) $\vec{a}(2;0;4)$ и $\vec{b}(5;-4;3)$
19 вариант	**20 вариант**	**21 вариант**
а) $\vec{a}(4;1;-2)$ и $\vec{b}(-3;2;5)$ б) $\vec{a}(-1;0;3)$ и $\vec{b}(2;7;4)$ в) $\vec{a}(2;0;-4)$ и $\vec{b}(1;-1;3)$	а) $\vec{a}(5;-2;0)$ и $\vec{b}(1;-2;4)$ б) $\vec{a}(-3;5;3)$ и $\vec{b}(2;0;-4)$ в) $\vec{a}(3;0;-4)$ и $\vec{b}(4;-4;1)$	а) $\vec{a}(7;-1;2)$ и $\vec{b}(2;2;-5)$ б) $\vec{a}(-3;1;3)$ и $\vec{b}(2;6;0)$ в) $\vec{a}(8;0;1)$ и $\vec{b}(3;-4;1)$
22 вариант	**23 вариант**	**24 вариант**
а) $\vec{a}(2;-1;2)$ и $\vec{b}(5;-2;0)$ б) $\vec{a}(-1;1;3)$ и $\vec{b}(2;-4;4)$ в) $\vec{a}(2;0;-4)$ и $\vec{b}(7;2;-3)$	а) $\vec{a}(5;-1;2)$ и $\vec{b}(1;-3;5)$ б) $\vec{a}(-4;5;3)$ и $\vec{b}(6;0;4)$ в) $\vec{a}(4;0;-3)$ и $\vec{b}(-2;-3;1)$	а) $\vec{a}(9;-1;2)$ и $\vec{b}(1;-2;4)$ б) $\vec{a}(-6;1;3)$ и $\vec{b}(2;7;3)$ в) $\vec{a}(4;-1;3)$ и $\vec{b}(3;4;-3)$
25 вариант	**26 вариант**	**27 вариант**
а) $\vec{a}(4;-1;1)$ и $\vec{b}(2;-1;5)$ б) $\vec{a}(-4;1;3)$ и $\vec{b}(2;3;4)$	а) $\vec{a}(5;1;-5)$ и $\vec{b}(-1;2;1)$ б) $\vec{a}(5;4;-3)$ и $\vec{b}(2;0;4)$	а) $\vec{a}(5;-1;3)$ и $\vec{b}(2;-1;5)$ б) $\vec{a}(-5;1;-3)$ и $\vec{b}(2;7;0)$

в) $\vec{a}(7;0;-1)$ и $\vec{b}(3;-4;3)$	в) $\vec{a}(1;0;4)$ и $\vec{b}(3;-4;4)$	в) $\vec{a}(-4;0;4)$ и $\vec{b}(-3;1;3)$

Практическая работа № 19. Простейшие задачи аналитической геометрии на плоскости.

Практическая работа №19
По Теме Уравнение прямой и кривых 2-го порядка на плоскости.

Вариант 1

1.Составьте уравнение окружности с центром в точке (-2;5) и радиусом, равным $\sqrt{5}$.

2. Составьте уравнение гиперболы с фокусами на оси Ox , если длина ее действительной оси равна 6, а эксцентриситет равен $\frac{5}{3}$.

3. а) Найдите координаты фокусов, длинны осей и эксцентриситет эллипса, заданного уравнением 16 $x^2+25\,y^2$ =400;

б) Постройте данный эллипс.

4. Прямая L задана точкой M0(−1;2)∈L и направляющим вектором $\overline{S}$(3;−1). Требуется: 1) написать уравнение прямой, привести его к общему виду и построить прямую; 2) привести общее уравнение к нормальному виду и указать расстояние от начала координат до прямой.

Задания для практической работы 2
По Теме Уравнение прямой и кривых 2-го порядка на плоскости.
Вариант 2

1.Составьте уравнение окружности с центром в точке (3;-6)и радиусом равным 2 $\sqrt{3}$.

2. Составить уравнение гиперболы, если ее вершины находятся в точках

A_1(—3; 0) и A_2**(3;** 0), фокусы—в точках **F1(-5; 0) и** F2(5;0).

3. а) Составьте уравнение эллипса с фокусами на оси Ox , если большая ось равна 10, а эксцентриситет $e=\frac{3}{5}$. Постройте найденный эллипс в прямоугольной системе координат.

б) Постройте данный эллипс.
4. Прямая L задана двумя своими точками M1(1;2)∈L и M2(−1;0)∈L. Требуется:
1) написать уравнение прямой, привести его к общему виду и построить прямую;
2) привести общее уравнение к нормальному виду и указать расстояние от начала координат до прямой

Ответы

2 вариант

3 **Задача 3.** Составить уравнение гиперболы, если ее вершины находятся в точках

A_1(—3; 0) и A_2**(3;** 0), фокусы—в точках **F1(-5; 0) и** F2(5;0).

Решение. Из условия следует, что $a=3$**и**$c=5$**. По формуле** $b^2=c^2-a^2$ **находим** $b^2=5^2-3^2=16.$ **Подставив значения** a^2**и** b^2**в уравнение** $\frac{y^2}{a^2}-\frac{x^2}{b^2}=1,$ **получим**

$$\frac{x^2}{9}-\frac{y^2}{16}=1.$$

Ответ: $\frac{x^2}{9}-\frac{y^2}{16}=1$

4

Приложение 2.1.7
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ОП.02 ИНФОРМАТИКА

2025

Методические рекомендации по проведению практических занятий разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее ФГОС) и в соответствии с рабочей программой по дисциплине, обязательную часть блока ОП образовательной программы «ОП.02 Информатика» для специальности среднего профессионального образования **15.02.09 Аддитивные технологии**.

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Головко А.Н., - преподаватель СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Рассмотрено на заседании Методической комиссии СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий» «___»_____20_____

Пояснительная записка

Методические рекомендации по проведению практических занятий составлены в соответствии с рабочей программой по дисциплине «ОП.02 Информатика» для специальности среднего профессионального образования 15.02.09 Аддитивные технологии.

Целью выполняемых работ является освоение системы базовых знаний, отражающих вклад информатики в формирование современной научной картины мира.

При выполнении практических работ основными задачами являются:

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2) выработка практических навыков самостоятельной работы;
3) подготовка обучающихся к будущей практической работе.

Содержание

№ п.п.	№ пр. занятия	Название практической работы	Стр.
1	1	Определение длины кратчайшего пути (2 часа)	5
2	2	Определение количества существующих различных путей (2 часа)	6
3	3	Определение протяженности дороги (2 часа)	7
4	4	Двоичное кодирование (4 часа)	10
5	5	Декодирование (4 часа)	11
6	6	Перевод чисел из двоичной системы счисления в десятичную (4 часа)	12
7	7	Практическое занятие №7 Перевод чисел из десятичной системы счисления в двоичную (4 часа)	12
8	8	Арифметические операции в двоичной системе счисления (4 часа)	13
9	9	Применение таблицы триад для перевода из восьмеричной системы счисления в двоичную (1 час)	14
10	10	Применение таблицы триад для перевода из двоичной системы счисления в восьмеричную (1 час)	14
11	11	Диаграммы Эйлера-Венна (4 часа)	15
12	12	Логические элементы компьютера (4 часа)	16
13	13	Создание текстового документа (4 часа)	17
14		Список литературы	18

Практическое занятие №1
Определение длины кратчайшего пути
(2 часа)

Цель практического занятия – определение длины кратчайшего пути.

Порядок выполнения практического занятия:

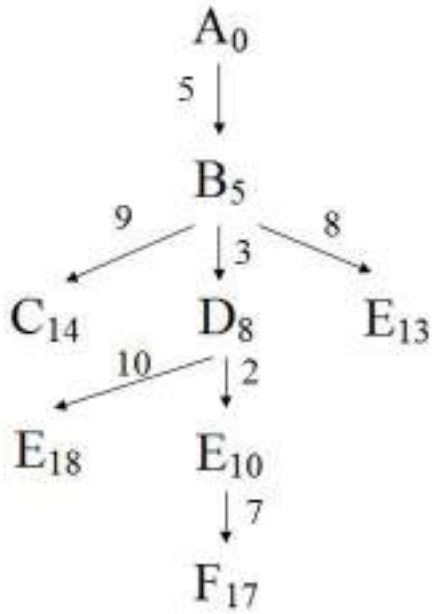
1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните задание.

Пример решения задачи

Между населёнными пунктами A, B, C, D, E, F построены дороги, протяжённость которых приведена в таблице. Отсутствие числа в таблице означает, что прямой дороги между пунктами нет. Определите длину кратчайшего пути между пунктами A и F (при условии, что передвигаться можно только по построенным дорогам).

	A	B	C	D	E	F
A		5				
B	5		9	3	8	
C		9			4	
D		3			2	
E		8	4	2		7
F					7	

Решение



Ответ: ABDEF — 17.

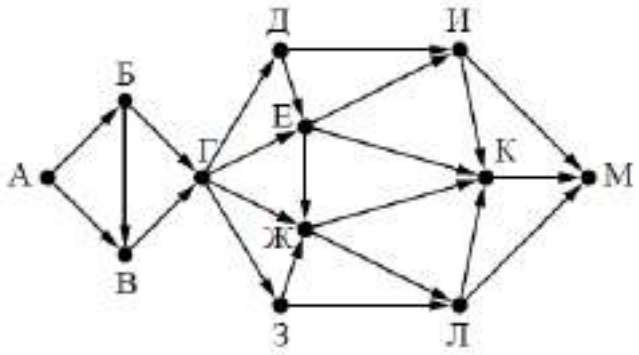
Практическое занятие №2
Определение количества существующих различных путей
(2 часа)

Цель практического занятия – определение количества существующих различных путей.

Порядок выполнения практического занятия:
1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните задание.

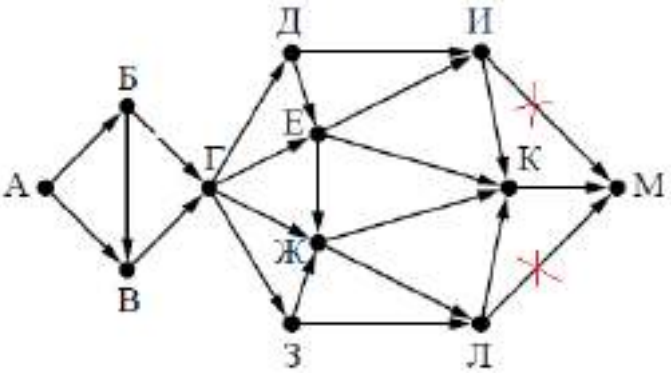
Пример решения задачи

На рисунке — схема дорог, связывающих города А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З, И, К, Л, М. По каждой дороге можно двигаться только в одном направлении, указанном стрелкой. Сколько существует различных путей из города А в город М, проходящих через город К?



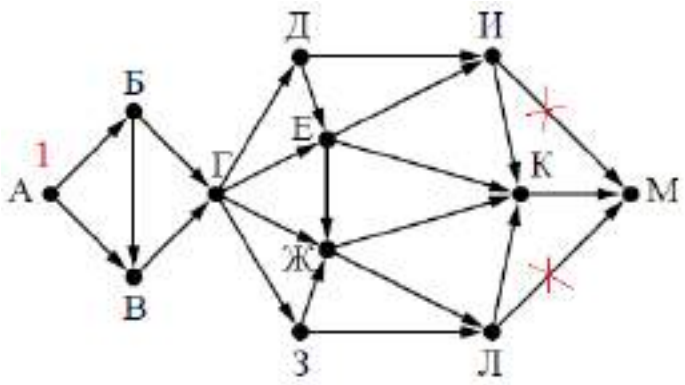
Решение

Так как необходимо определить количество путей только через город К, зачеркиваем пути из города И в город М и из города Л в город М:

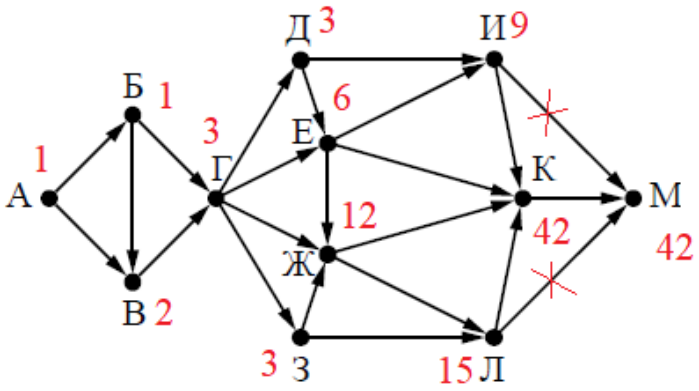


Для удобства будем называть города вершинами, а количество путей в соответствующий город — отметкой.

Укажем цифру 1 у вершины А:



Укажем на схеме количество возможных путей в вершины (количество возможных путей в вершину — сумма отметок предыдущих вершин):



Ответ: 42.

Практическое занятие №3
Определение протяженности дороги
(2 часа)

Цель практического занятия – определение протяженности дороги.

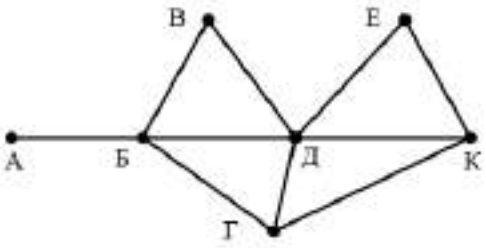
Порядок выполнения практического занятия:

1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните задание.

Пример решения задачи

На рисунке справа схема дорог Н-ского района изображена в виде графа, в таблице содержатся сведения о длинах этих дорог (в километрах).

		Номер пункта						
		1	2	3	4	5	6	7
Номер пункта	1				9			7
	2				5		11	
	3						12	
	4	9	5			4	13	15
	5				4		10	8
	6		11	12	13	10		
	7	7			15	8		

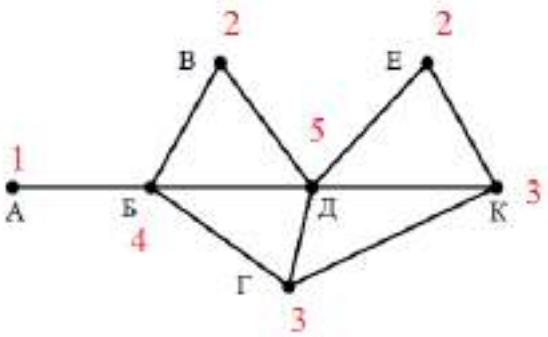


Так как таблицу и схему рисовали независимо друг от друга, то нумерация населенных пунктов в таблице никак не связана с буквенными обозначениями на графе. Определите, какова протяженность дороги из пункта Д в пункт Е. В ответе запишите целое число — так, как оно указано в таблице.

Решение

Укажем на графе степени вершин (степень вершины — количество связей с этой вершиной):

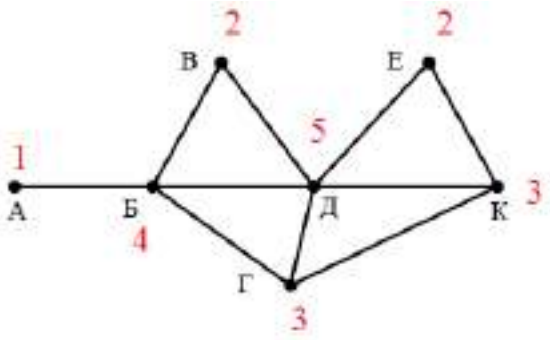
		1	2	3	4	5	6	7
	1				9			7
	2				5		11	
	3						12	
	4	9	5			4	13	15
	5				4		10	8
	6		11	12	13	10		
	7	7			15	8		



Вначале определим пункты, у которых значение степени встречается один раз.

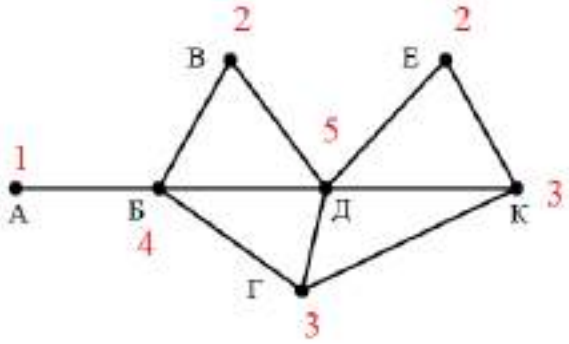
Только пункт А имеет степень 1. В таблице в третьей строке и третьем столбце одно число, следовательно, пункт А — пункт 3:

		А						
		1	2	3	4	5	6	7
А	1				9			7
	2				5		11	
	3						12	
	4	9	5			4	13	15
	5				4		10	8
	6		11	12	13	10		
	7	7			15	8		



Аналогичным образом определяем пункты Б и Д:

		А	Д		Б			
		1	2	3	4	5	6	7
	1				9			7
	2				5		11	
А	3						12	
Д	4	9	5			4	13	15
	5				4		10	8
Б	6		11	12	13	10		
	7	7			15	8		

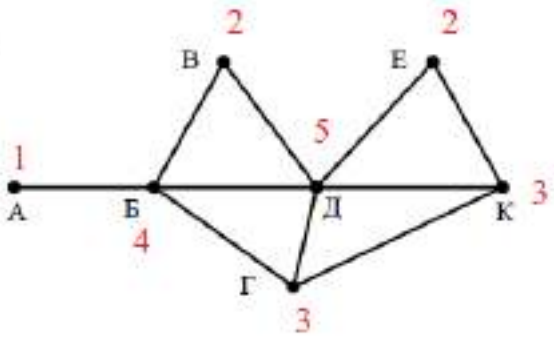


Первый искомый пункт (пункт Д) найден.

Определим второй искомый пункт — пункт Е.

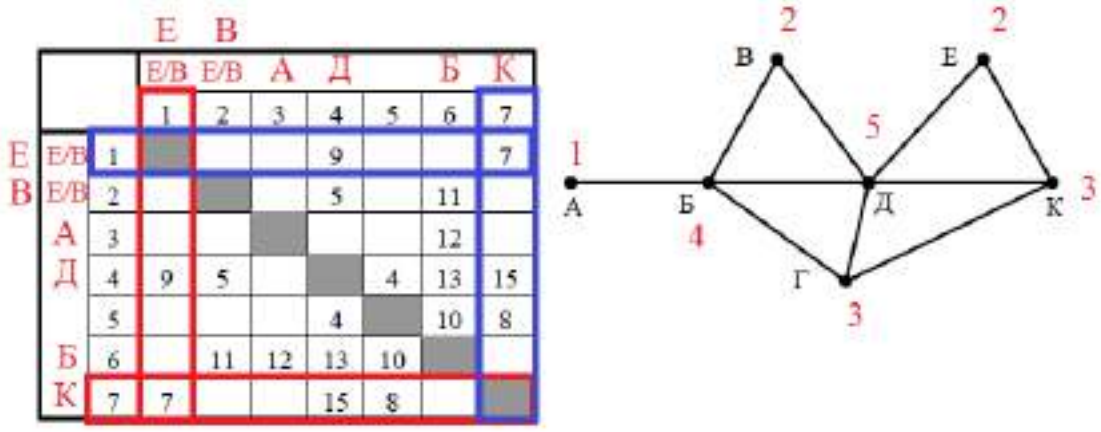
У пункта Е степень 2. Такая же степень и у пункта В. В таблице пунктами Е и В могут быть пункты 1 и 2:

		Е/В	Е/В	А	Д		Б	
		1	2	3	4	5	6	7
Е/В	1				9			7
Е/В	2				5		11	
А	3						12	
Д	4	9	5			4	13	15
	5				4		10	8
Б	6		11	12	13	10		
	7	7			15	8		



Найдем их отличия.

По графу определяем, что только пункт Е связан с пунктом со степенью 3 (пункт К). По таблице определяем, что пункт Е — пункт 1:



Ответ: протяженность дороги из пункта Д (4) в пункт Е (1) равна 9.

Практическое занятие №4
Двоичное кодирование
(4 часа)

Цель практического занятия – определение объем памяти.

Порядок выполнения практического занятия:

1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните задание.

Пример решения задачи

Каждому пользователю автоматизированной системы присваивается код длиной *K* символов, который составляется из заглавных букв (всего используется *M* букв) и десятичных цифр в любом порядке. Каждый символ кодируется одинаковым и минимально возможным количеством бит, а каждый номер — одинаковым и минимально возможным целым количеством байт. Определите объем памяти в байтах, необходимый для хранения кодов *N* пользователей.

K	5
M	32
N	100

Решение

По условию в коде используется 32 заглавных буквы + десятичные цифры (0..9), всего 32 + 10 = 42 символа.

Для кодирования одного из 42 символов нужно выделить 6 бит памяти, так как $2^5 = 32 < 42 \le 2^6 = 64$ (5 бит не хватает, а 6 — достаточно).

Для хранения всех 5 символов кода нужно $5 \cdot 6 = 30$ бит.

1 байт = 8 бит.

Поскольку код должен занимать целое число байт, берем ближайшее значение, содержащее не меньше, чем 30 бит; это 4 байта (32 бита).

На 100 кодов нужно выделить $4 \cdot 100 = 400$ байт.

Ответ: 400.

Практическое занятие №5
Декодирование
(4 часа)

Цель практического занятия – определение неравномерного кода.

Порядок выполнения практического занятия:

1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните задание.

Пример решения задачи

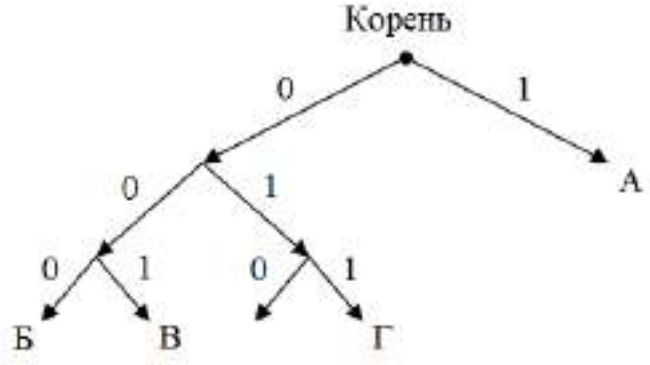
Для передачи сообщения, состоящего только из букв «А», «Б», «В», «Г», «Д», решили использовать неравномерный код.

а) А — 1, Б — 000, В — 001, Г — 011
б) А — 10, Б — 11, В — 000, Г — 001
в) А — 11, Б — 10, В — 011, Г — 000
г) А — 1110, Б — 0, В — 10, Г — 110
д) А — 111, Б — 110, В — 100, Г — 0
е) А — 111, Б — 110, В — 100, Г — 101
ж) А — 000, Б — 001, В — 010, Г — 011

Для каждого случая определите, как нужно закодировать букву «Д», чтобы длина кода была минимальной и выполнялось условие Фано. Если таких кодов несколько, выберите код с наименьшим значением.

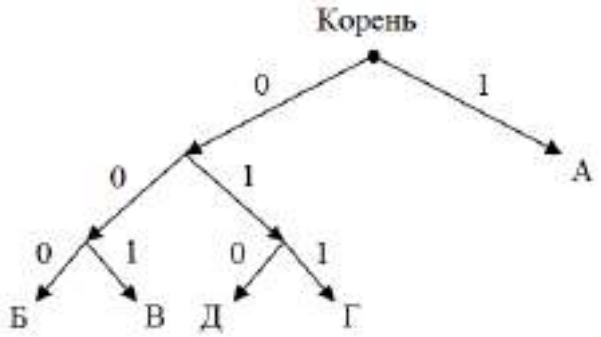
Решение

Построим дерево и укажем на нем буквы «А», «Б», «В» и «Г»:



Условие Фано: ни один символ не должен лежать на пути от корня к другому символу.

Достроим дерево и укажем положение буквы «Д»:



В этом случае длина кода является минимальной, также выполняется условие Фано.

Ответ: 010.

Практическое занятие №6
Перевод чисел из двоичной системы счисления в десятичную
(4 часа)

Цель практического занятия – освоение алгоритма перевода чисел из двоичной системы счисления в десятичную.

Порядок выполнения практического занятия:

1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните задание.

Пример решения задачи

Перевод 1101 из 2-й в 10-ю

$1101_2 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 8 + 4 + 0 + 1 = 13_{10}$.

Практическое занятие №7
Перевод чисел из десятичной системы счисления в двоичную
(4 часа)

Цель практического занятия – освоение алгоритма перевода чисел из десятичной системы счисления в двоичную.

Порядок выполнения практического занятия:

1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните задание.

Пример решения задачи

Перевод 13 из 10-й в 2-ю

13 : 2 = 6 (остаток — 1);
6 : 2 = 3 (остаток — 0);
3 : 2 = 1 (остаток — 1);
остаток — 1.
$13_{10} = 1101_2$.

Практическое занятие №8
Арифметические операции в двоичной системе счисления
(4 часа)

Цель практического занятия – освоение алгоритма выполнения арифметических операций в двоичной системе счисления.

Порядок выполнения практического занятия:
1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните задание.

Сложение

Двоичные числа складываются в столбик, начиная с младшего разряда.

Правила
$0_2 + 0_2 = 0_2$;
$1_2 + 0_2 = 1$;
$1_2 + 1_2 = 10_2$;
$1_2 + 1_2 + 1_2 = 11_2$.

В двух последних случаях сумма не может быть записана с помощью одного разряда, происходит перенос в следующий разряд.

Пример

$$\begin{array}{r} 11111 \\ 10110_2 \\ +\ 111011_2 \\ \hline 1010001_2 \end{array}$$

Единицы сверху обозначают перенос из предыдущего разряда.

Вычитание

Правила
$0_2 - 0_2 = 0_2$;
$1_2 - 0_2 = 1_2$;
$1_2 - 1_2 = 0_2$;
$10_2 - 1_2 = 1_2$.

В последнем случае приходится брать заем из предыдущего разряда.

Все «промежуточные» разряды (между «рабочим» и тем, откуда берется заем) заполняется единицами (старшей цифрой системы счисления).

Пример

$$\begin{array}{r} \overset{\cdot}{1}1_{10} \\ 11000_2 \\ -\quad 1_2 \\ \hline 10111_2 \end{array}$$

Здесь точкой сверху обозначен разряд, из которого берется заем.

Практическое занятие №9
Применение таблицы триад для перевода из восьмеричной системы счисления в двоичную
(1 час)

Цель практического занятия – освоение алгоритма применения таблицы триад для перевода из восьмеричной системы счисления в двоичную.

Порядок выполнения практического занятия:

1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните задание.

Пример решения задачи

Таблица триад

0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1

Перевод 35 из 8-й в 2-ю

$35_8 = 011\ 101_2 = 11101_2$.

Практическое занятие №10
Применение таблицы триад для перевода из двоичной системы счисления в восьмеричную
(1 час)

Цель практического занятия – освоение алгоритма применения таблицы триад для перевода из двоичной системы счисления в восьмеричную.

Порядок выполнения практического занятия:

1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните задание.

Пример решения задачи

Таблица триад

0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1

Перевод 1101 из 2-й в 8-ю

$1101_2 = 001\ 101 = 15_8$.

Практическое занятие №11
Диаграммы Эйлера-Венна
(4 часа)

Цель практического занятия – освоение алгоритма применения диаграмм Эйлера-Венна.

Порядок выполнения практического занятия:

1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните задание.

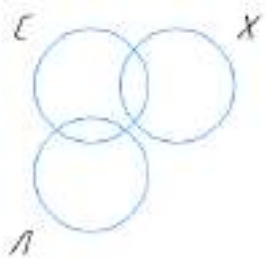
Пример решения задачи

В языке запросов поискового сервера для обозначения логической операции «ИЛИ» используется символ «|», а для обозначения логической операции «И» – символ «&».
В таблице приведены запросы и количество найденных по ним страниц некоторого сегмента сети Интернет.

Запрос	Найдено страниц (в сотнях тысяч)
Слон	45
Хобот	28
Ладья	25
Слон & Хобот	20
Ладья & Слон	12
Ладья & Хобот	0

Какое количество страниц (в сотнях тысяч) будет найдено по запросу
Ладья | Слон | Хобот?
Считается, что все запросы выполнялись практически одновременно, так что набор страниц, содержащих все искомые слова, не изменялся за время выполнения запросов.

Решение



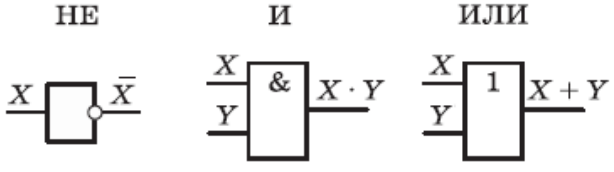
Л|С|Х = (Л + С + Х) − Л&С − С&Х = (25 + 45 + 28) − 12 − 20 = 98 − 32 = 66.
Ответ: 66.

Практическое занятие №12
Логические элементы компьютера
(4 часа)

Цель практического занятия – освоение алгоритма построения схемы, соответствующей выражению.

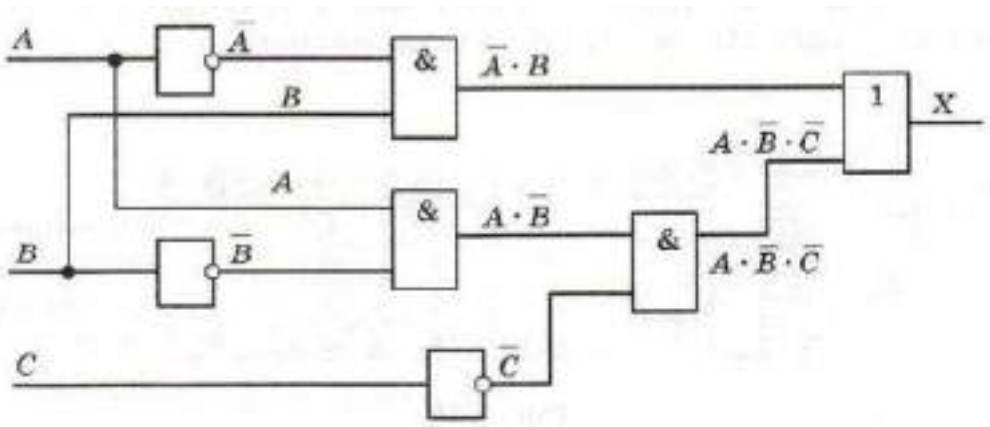
Порядок выполнения практического занятия:
1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните задание.

Логические элементы — электронные схемы, выполняющие логические операции.



Пример решения задачи

Составим схему, соответствующую выражению:
$X = \overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}$.



A, B, C — исходные сигналы.
X — сигнал на выходе.

Практическое занятие №13
Создание текстового документа
(4 часа)

Цель практического занятия – создание текстового документа.

Порядок выполнения практического занятия:

1. Проработайте теоретический материал (конспект, учебник).
2. Выполните задание.

Задание

Создайте новый документ, установите поля: левое – 25 мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 15 мм.

Используя текст из файла Брусенцов.txt, выполните верстку материала на одной странице:

Николай Брусенцов

Николай Петрович Брусенцов впервые в мире создал троичный компьютер «Сетунь», который серийно выпускался в СССР. Интерес к этим идеям сохраняется и в наши дни.

В 50-е годы XX века было написано много статей о тех или иных системах счисления и их использовании в вычислительной технике. Причем для их оценки рассматривались различные критериальные подходы. Один из критериев связан с экономичностью системы счисления. Под этим понимается тот запас чисел, которые можно записать в данной системе с помощью определенного количества знаков.

Список литературы

Основные печатные и/или электронные издания

1. Гаврилов, М. В. Информатика и информационные технологии: учебник для среднего профессионального образования / М. В. Гаврилов, В. А. Климов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 355 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-15930-1. – Текст: непосредственный.

2. Волк, В. К. Информатика: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. К. Волк. – 2-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 226 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-18452-5. – Текст: непосредственный.

3. Торадзе, Д. Л. Информатика: учебное пособие для среднего профессионального образования / Д. Л. Торадзе. – 2-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 158 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-18726-7. – Текст: непосредственный.

4. Трофимов, В. В. Информатика: учебник для среднего профессионального образования / В. В. Трофимов, М. И. Барабанова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 795 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-17499-1. – Текст: непосредственный.

Дополнительные источники

1. Новожилов, О. П. Информатика в 2 ч. Часть 1: учебник для среднего профессионального образования / О. П. Новожилов. 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 320 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-06372-1. – Текст: непосредственный.

2. Новожилов, О. П. Информатика в 2 ч. Часть 2 : учебник для среднего профессионального образования / О. П. Новожилов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 302 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-06374-5. – Текст: непосредственный.

Приложение 2.1.8
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ОП 03 «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»

2025

Содержание

№ п/п		Стр.
1.	Пояснительная записка	3
2.	Общие рекомендации по выполнению работ	4
3.	Проведение различных линий	6
4.	Выполнение чертежа детали с применением геометрических построений	9
5.	Выполнение чертежа детали с применением правил построения сопряжений	12
6.	Выполнение чертежа деталей в системе прямоугольных проекций по их наглядным изображениям	14
7.	Выполнение сечений	15
8.	Выполнение простого разреза	17
9.	Выполнение сложного разреза	20
10.	Выполнение разреза содержащего части вида и разреза	21
11.	Выполнение рабочего чертежа детали	23
12.	Вычерчивание деталей с резьбой	25
13.	Оформление сборочного чертежа на формате А4	27
14.	Чтение сборочного чертежа и нахождение на нем условностей и упрощений	28
15.	Вычерчивание отдельных соединений деталей машин	31
16.	Деталирование сборочного чертежа	33
17.	Составление общей таблицы «Прикладные программы CAD/CAM»	37
18.	Изучение основных элементов и настройка интерфейса Компас	38
19.	Построение чертежа плоских деталей	42
20.	Выполнение сечений и разрезов в программе Компас-График	46
21.	Простановка размеров чертежа детали	48
22.	Редактирование чертежа детали	52
23.	Выполнение титульный листа в СПДС "КОМПАС-3D	60
24.	Выполнение трехмерной модели в программе Компас-3D	62
25.	Выполнение сборочного чертежа	65
26.	Составление спецификации к сборочному чертежу	68
27.	Литература	69

Пояснительная записка

Методические рекомендации по выполнению практических работ составлены в соответствии с рабочей программой по общепрофессиональной дисциплине ОП.03 «Инженерная графика» для специальности СПО 15.02.09 Аддитивные технологии.

Выполнение практических работ по общепрофессиональной дисциплине для специальности СПО 15.02.09 Аддитивные технологии является одним из важнейших условий реализации основной профессиональной образовательной программы.

Целью выполняемых работ является получение умений и знаний, которые необходимы обучающемуся для овладения им соответствующего вида профессиональной деятельности.

При выполнении практических работ основными задачами являются:

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;

2) выработка практических навыков самостоятельной работы;

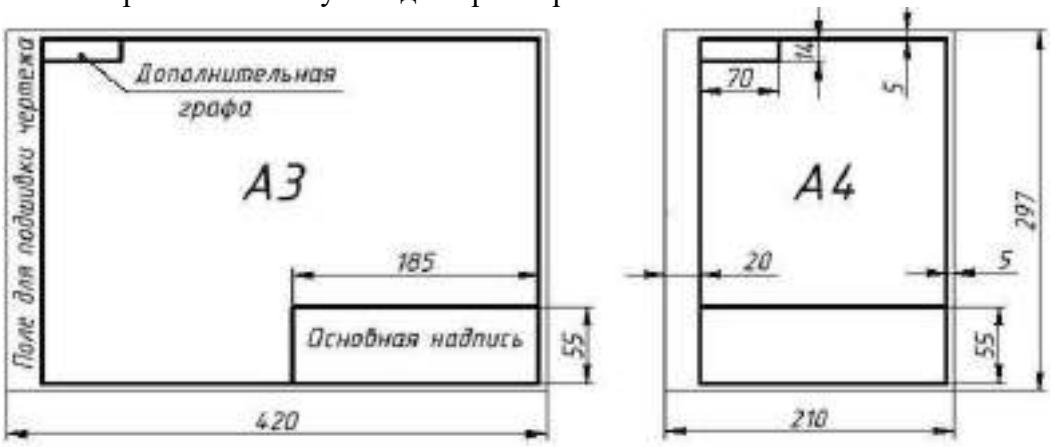
3) подготовка обучающихся к будущей практической работе.

Общие рекомендации по выполнению работ

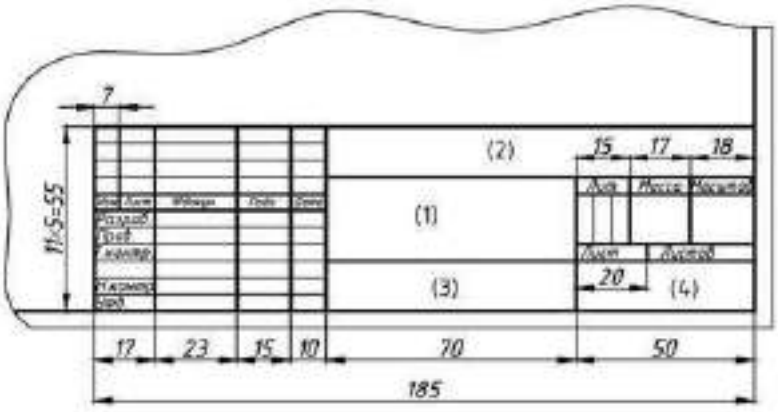
Все чертежи должны выполняться в соответствии со стандартами Единой системы конструкторской документации, отличаться четким и аккуратным оформлением.
Графические работы выполняют на листах чертежной бумаги. Стандартные размеры форматы листов чертежей определены ГОСТ 2.301-68:

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм.
А0	841Х1189
А1	594Х841
А2	420Х594
А3	297Х420
А4	210Х297

В соответствии с ГОСТ 2.104-68 чертёж имеет рамку на расстоянии от левой границы формата 20 мм, от трех других сторон на расстоянии 5 мм. Рамка выполняется сплошной основной линией. Левое поле чертежа используется для брошюровки в альбом.



Чертеж содержит основную надпись, которая располагается в правом нижнем углу чертежа. На листах формата А4 основную надпись располагают только вдоль короткой стороны его. Форма и содержание основной надписи приведены на рисунке.



В графах основной надписи (номера граф на форме показаны в скобках) указываются:

в графе 1 – наименование изделия (в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109 – 73), а также наименование документа, если этому документу присвоен соответствующий шифр (например, наименование: «Сборочный чертеж»)

в графе 2 – обозначение документа по ГОСТ 2.201 – 80;

в графе 3 – обозначение материала детали (эту графу заполняют только на чертежах деталей);

в графе 4 – индекс предприятия, выпускающего документ.

При выполнении чертежей применяют масштабы изображений, которые выбирают согласно ГОСТ 2.302-68:
Масштабы уменьшения: 1:2; 1:2.5; 1:4; 1:5; 1:10 и т.д.
Масштабы увеличения: 2:1; 2.5:1; 4:1; 5:1; 10:1 и т.д.
Для учебных чертежей предпочтителен масштаб 1:1 (изображение в натуральную величину).

Перед выполнением каждой графической работы необходимо изучить теоретический материал по теме задания, понять цель задания, ознакомиться с содержанием и оформлением работы. Рекомендуется перед началом выполнения каждого задания изучить примеры выполнения работ.

Порядок выполнения графических работ:
а) изучить ГОСТ 2.305—68 (разд. 1 и 2) и рекомендуемую литературу;
б) внимательно ознакомиться с заданием;
в) выделить на листе бумаги соответствующую площадь для изображения, провести оси симметрии, центровые линии;
г) нанести тонко карандашом все линии видимого и невидимого контура, расчленяя деталь на основные геометрические тела;
д) нанести все необходимые выносные и размерные линии, выполнить штриховку, надписи.;
е) проставить размеры;
ж) заполнить основную надпись и проверить правильность всех построений;
з) обвести чертеж карандашом.

«Проведение различных линий»

Цель работы: изучить размеры стандартных форматов, размеры рамки и основной надписи, типы линий чертежа, их структуру. Приобрести первоначальные навыки в работе чертежными инструментами и в проведении линий карандашом.

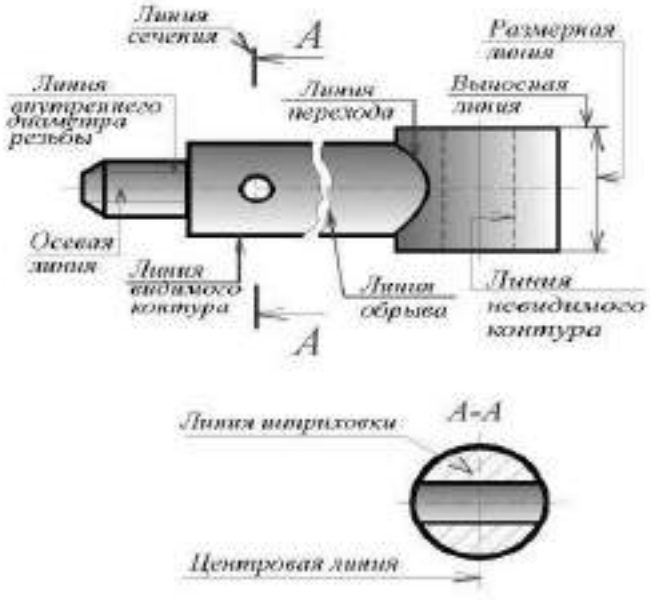
Время проведения: 2 часа.

Общие сведения.

Для того, чтобы чертеж был выразительным и хорошо читался, необходимо выполнять его линиями разной толщины, согласно ГОСТ 2.303-68. Применяются следующие типы линий: сплошная, штриховая, штрихпунктирная, волнистая.

Толщину линий выбирают в зависимости от масштаба и сложности изображения и от назначения чертежа, она обозначается буквой S и выбирается в пределах 0,5…1,4 мм.

Толщина линий должна быть одинаковой для всех изображений на одном чертеже, вычерчиваемых в одном и том же масштабе.

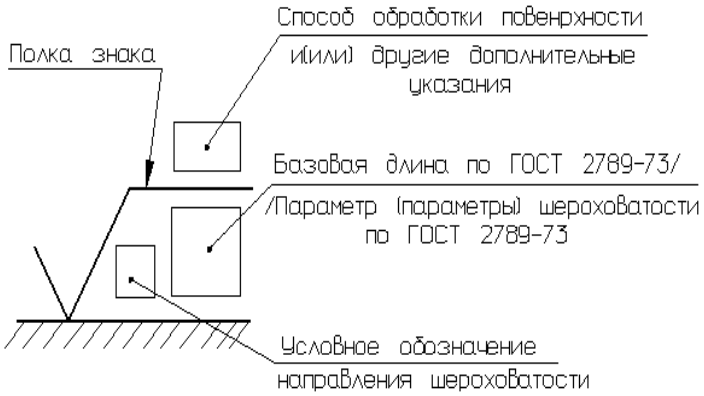


Линии (ГОСТ 2.303-68)

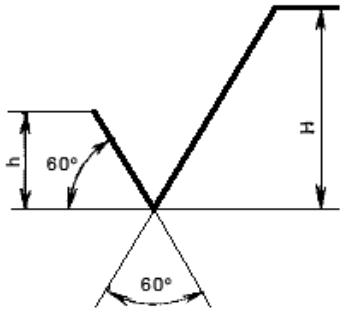
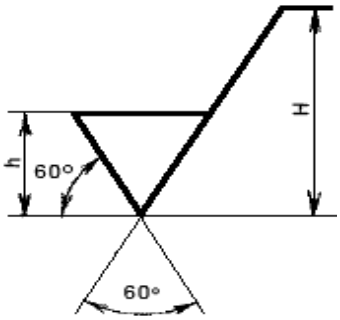
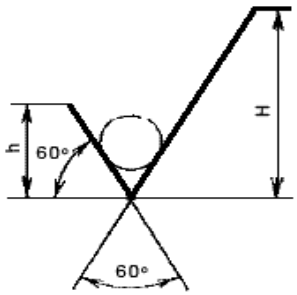
Наименование	Начертание	Толщина линии
Сплошная толстая основная		S=0,5...1,4
Сплошная тонкая		от S/3 до S/2
Сплошная волнистая		от S/3 до S/2
Штриховая		от S/3 до S/2
Штрихпунктирная тонкая		от S/3 до S/2
Штрихпунктирная утолщенная		от S/2 до 2/3S
Разомкнутая		от S до 1,5S
Сплошная тонкая с изломами		от S/3 до S/2
Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		от S/3 до S/2

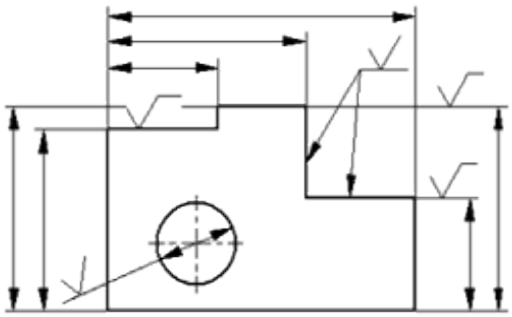
Шероховатость поверхности — совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами на базовой длине.

Согласно ГОСТ 2.309 -73 шероховатость поверхностей обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей детали, независимо от методов их образования, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции. Структура обозначения шероховатости поверхности приведена на рисунке.



Обозначение шероховатости поверхности на чертежах по ГОСТ 2.309-73 при помощи специальных значков

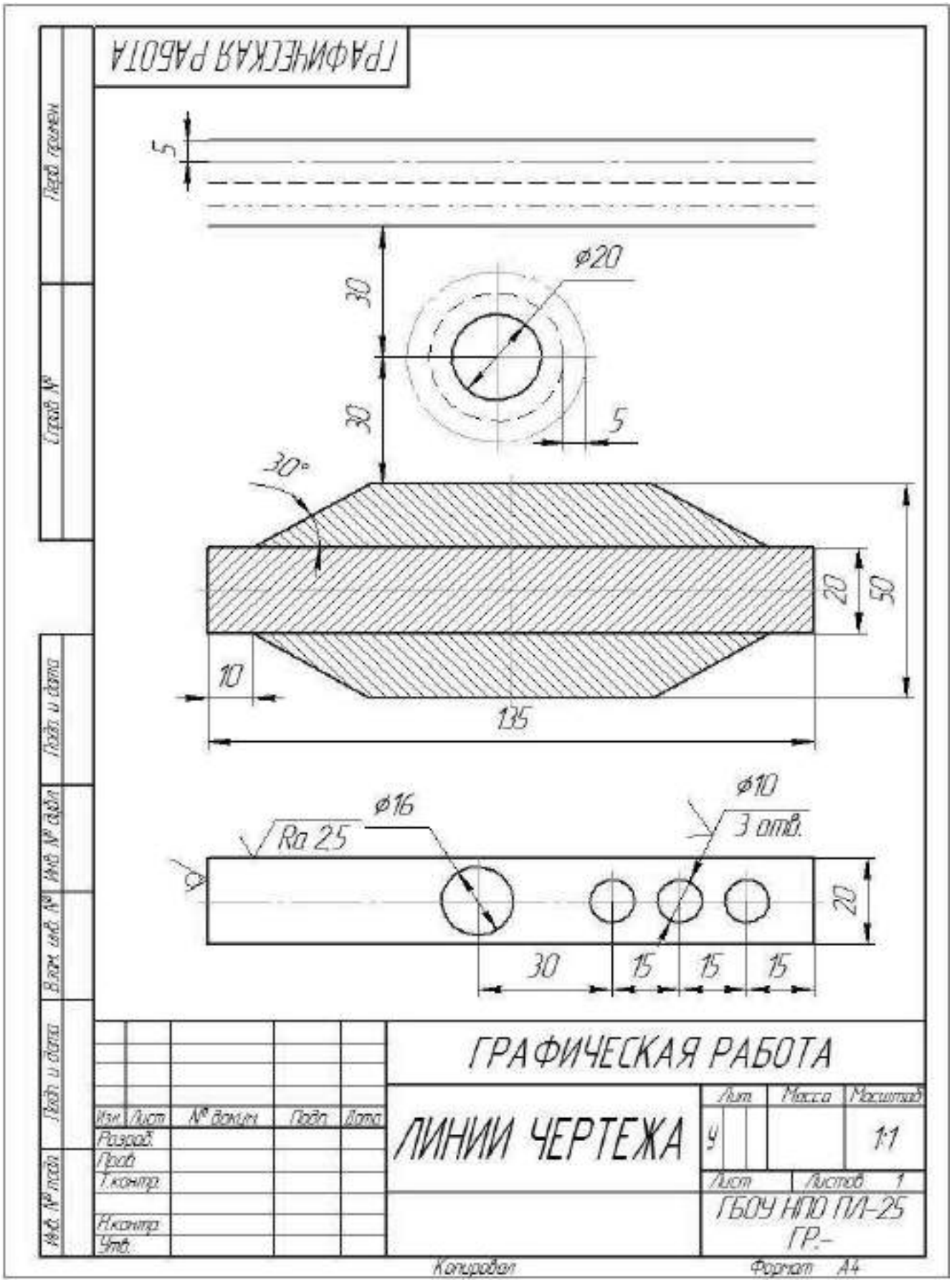
<table>
<tr><td> 
</td><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td rowspan="2">вид обработки поверхности не устанавливается</td><td>обработка поверхности со снятием слоя материала (токарная, фрезерование....)</td><td>обработка поверхности без снятия слоя материала (ковка, литье....)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид обработки поверхности указывется только в том случае, если другим видом обработки указанное качество поверхности не получить.</td></tr>
<tr><td colspan="3">H=(1,5-3)h, h - примерно равна высоте размерных цифр</td></tr>
</table>



Обозначения шероховатости поверхностей на изображении изделия располагают на линиях контура, выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии) или на полках линий-выносок.

Задание

Оформить формат, выполнить основную надпись и вычертить линии чертежа согласно образцу.


ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА
5
ø20
30
30
5
30°
20
50
10
135
ø10
3 отв.
ø16
Ra 25
20
30
15
15
15
ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА
ЛИНИИ ЧЕРТЕЖА
Лит
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов 1
ГБОУ НПО ПИ-25
ГР.-
Копировал
Формат А4

«Выполнение чертежа детали с применением правил построения сопряжений»

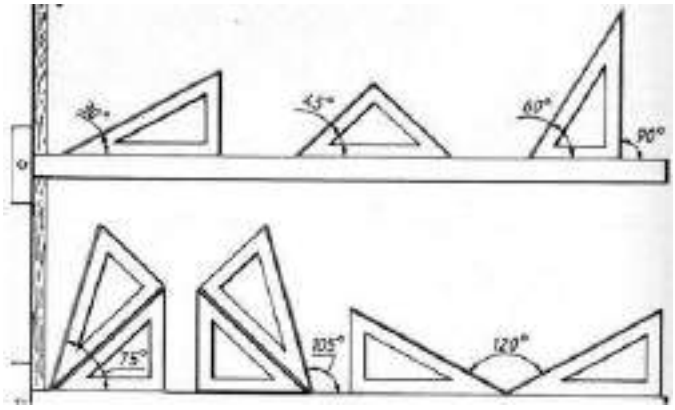
Цель работы: изучить методы построение углов с помощью линейки и угольника, деление отрезка прямой на равные части, деление окружности на равные части; приобрести навыки в выполнении геометрических построений, продолжить закрепление навыков работы с чертежными инструментами и оформления чертежа.

Время проведения-2 часа.

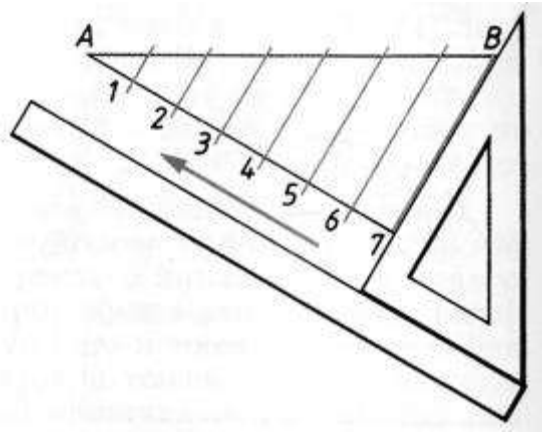
Общие сведения.

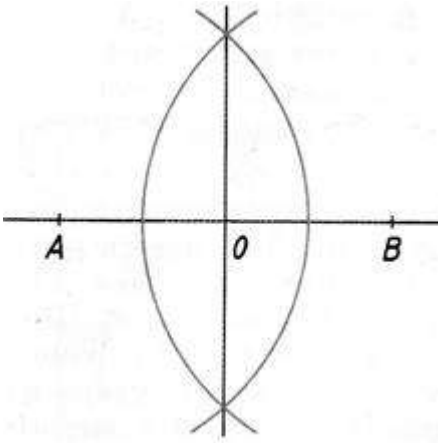
Геометрическое построение - графический способ решения геометрических задач на плоскости при помощи чертежных инструментов.

1.Построение углов при помощи угольников

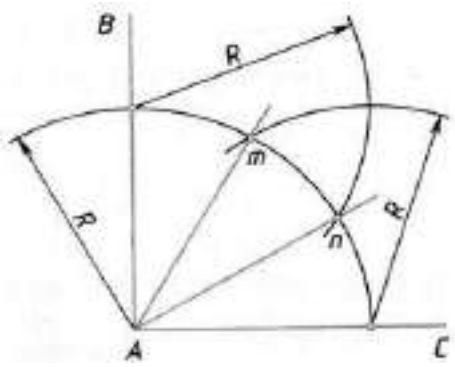


2. *Деление отрезка на равные части*

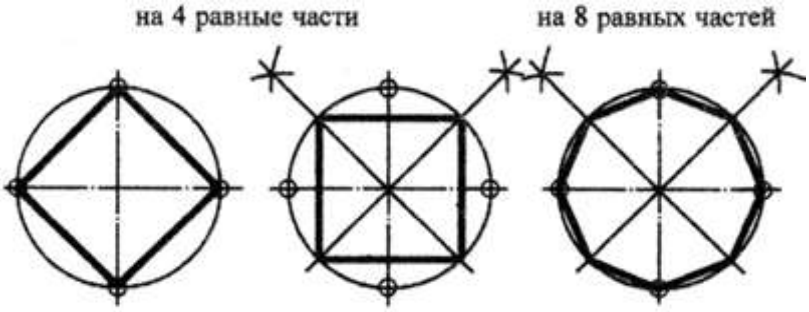




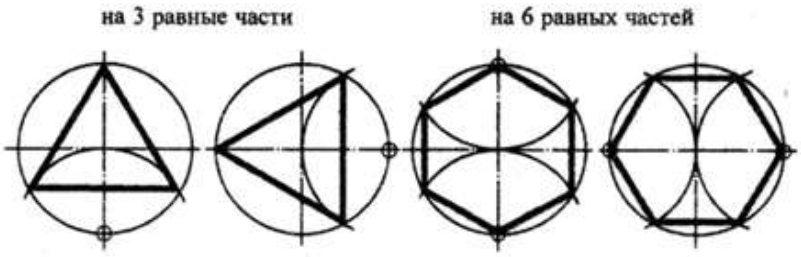
3. *Деление прямого угла на равные части*

4. 

Деление окружностей на 4 и 8 равных частей

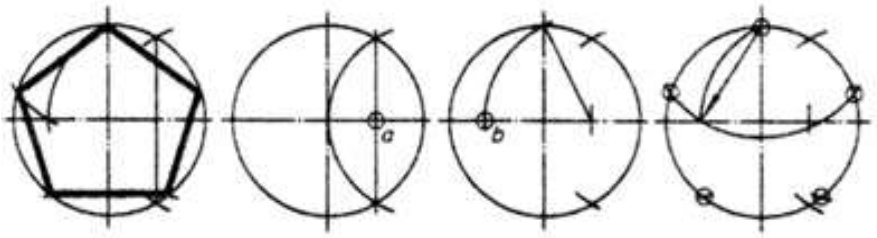


5.Деление окружностей на 3 и 6 равных частей



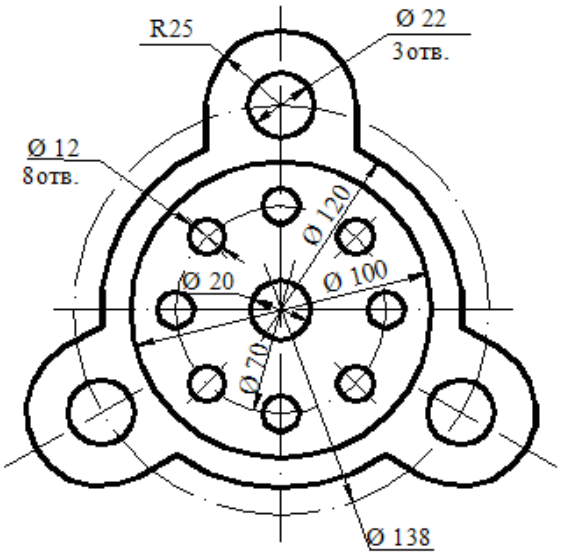
6.Деление окружностей на 5 и 10 равных частей

на 5 равных частей



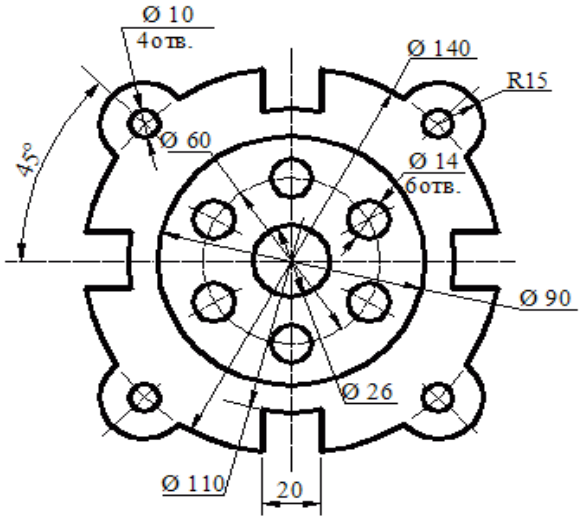
Задание

Вычертить контуры деталей, применяя правила построения деления окружностей на равные части, нанести размеры, построения сохранять.



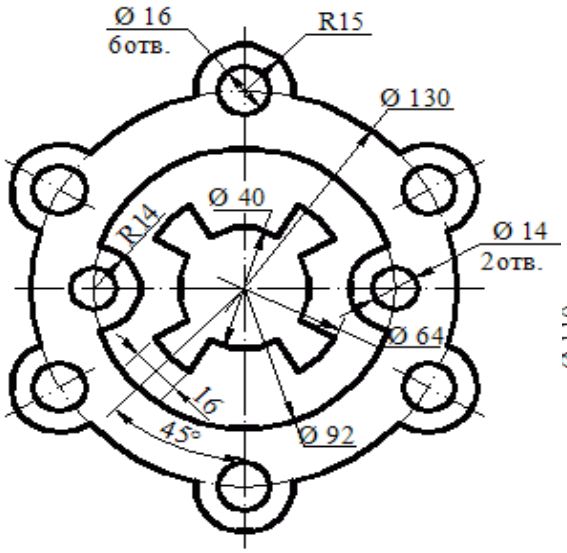
Фланец

1

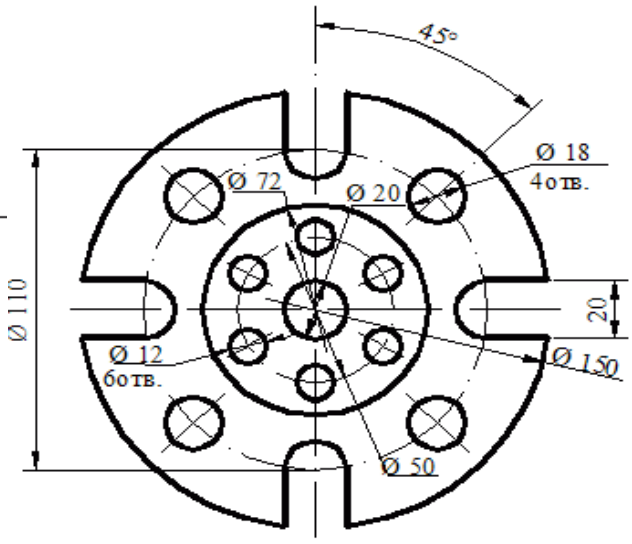


Крышка

2



Крышка



Фланец

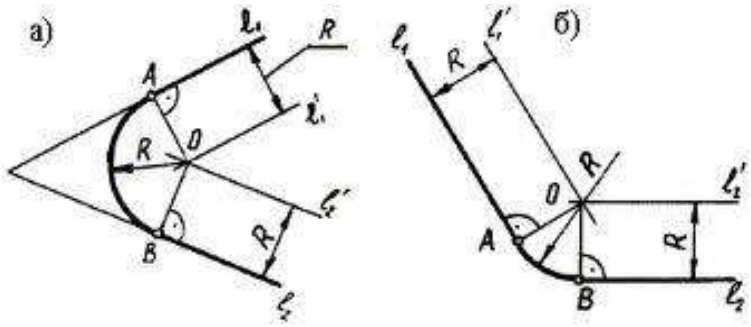
«Выполнение чертежа детали с применением правил построения сопряжений»

Цель работы: изучить методы построения сопряжений и лекальных прямых; приобрести навыки в выполнении геометрических построений, продолжить закрепление навыков работы с чертежными инструментами и оформления чертежа.

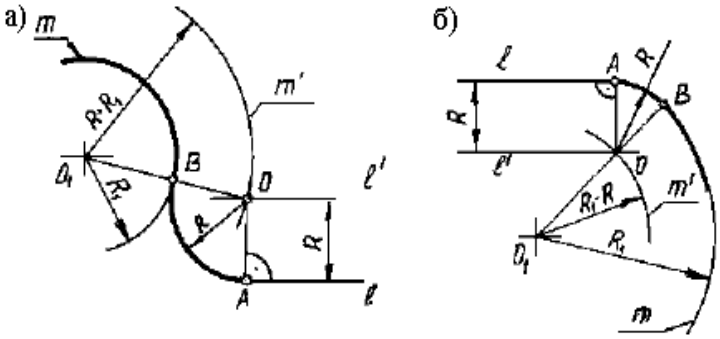
Время проведения-2 часа.

Общие сведения.

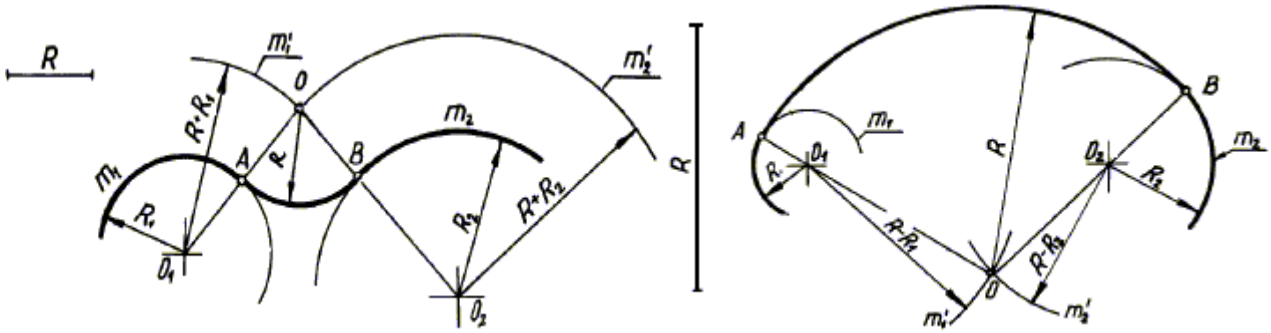
Построение сопряжений сводится к трем моментам: определению центра сопряжения, нахождению точек сопряжения и построению дуги сопряжения заданного радиуса. На рисунке приведены примеры построения сопряжений.



Сопряжение двух пересекающихся прямых



Сопряжение прямой и окружности

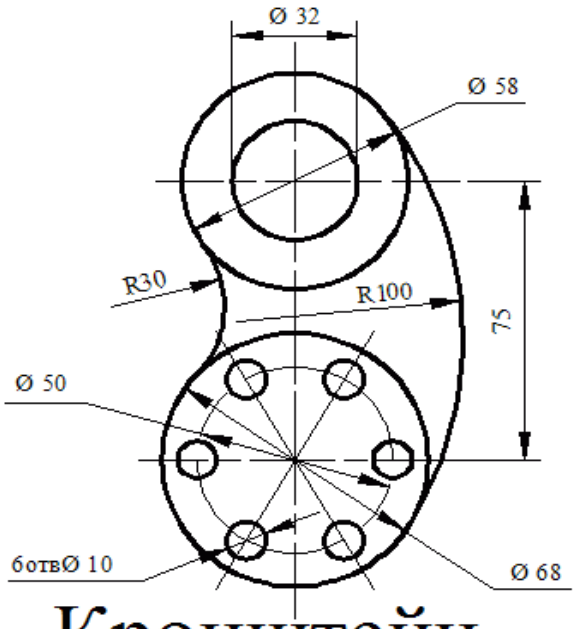


Внешнее сопряжение двух дуг внутреннее сопряжение двух дуг

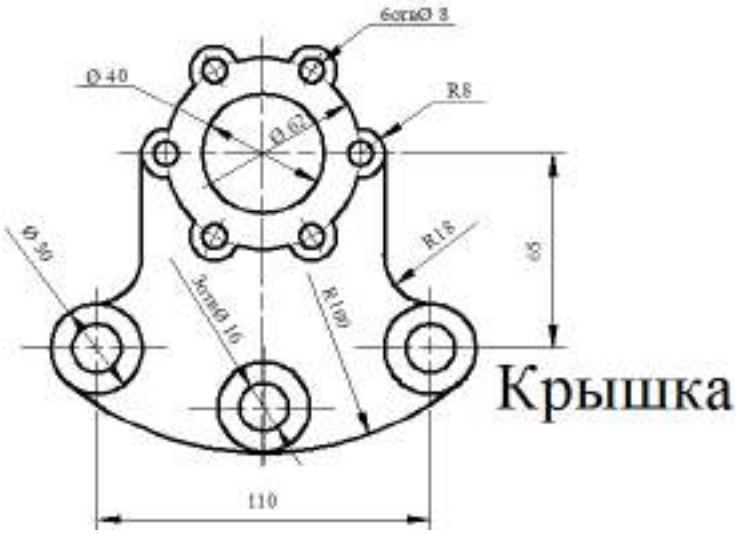
Задание

Вычертить контуры деталей, применяя правила построения деления окружностей на равные части, нанести размеры, построения сохранять.

Наименование детали-шаблон, материал-сталь40 ГОСТ 1050-2013



Кронштейн



Крышка

Материал деталей Ст.3 ГОСТ 380-94

«Выполнение чертежа деталей в системе прямоугольных проекций по их наглядным изображениям»

Цель работы: закрепить знания о проецировании геометрических тел в прямоугольных проекциях, выработать навык в построении комплексного чертежа, развить навыки чтения чертежа и пространственное воображение, сформировать умение анализировать геометрическую форму предмета.

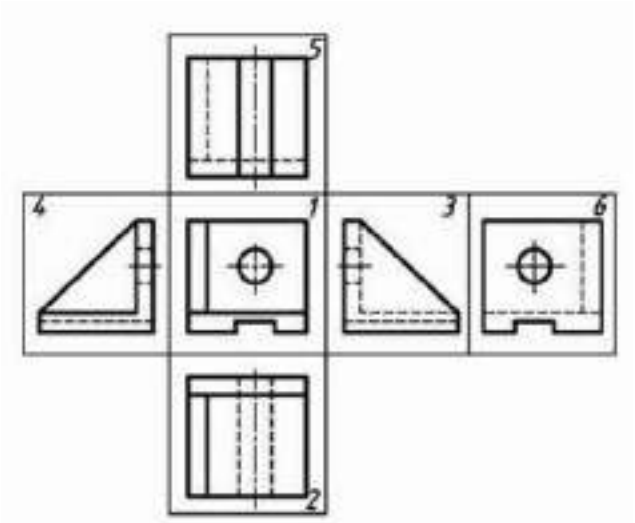
Время проведения-2 часа.

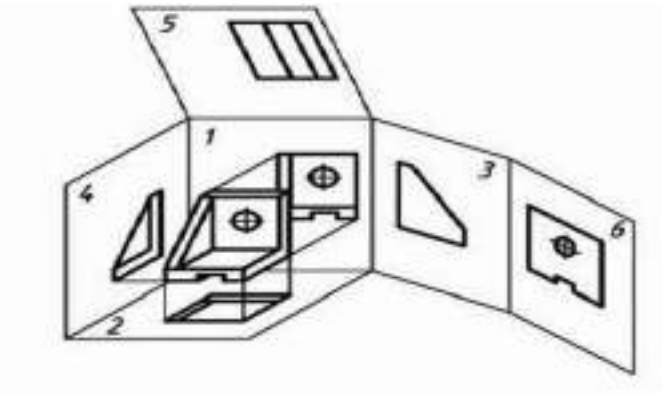
Общие сведения.

Изображения предметов выполняют по методу прямоугольного проецирования. При этом предмет предполагается расположенным между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. На видах допускается наносить контуры невидимых элементов.

Основными называют виды, полученные на шести основных плоскостях проекций. За основные плоскости проекций принимают шесть граней пространственного куба, внутрь которого помещают предмет. После разворота граней куба получают схему расположения основных видов на чертеже.





Устанавливаются следующие названия основных видов:

1 – вид спереди (главный вид)

2 – вид сверху

3 – вид слева

4 – вид справа

5 – вид снизу

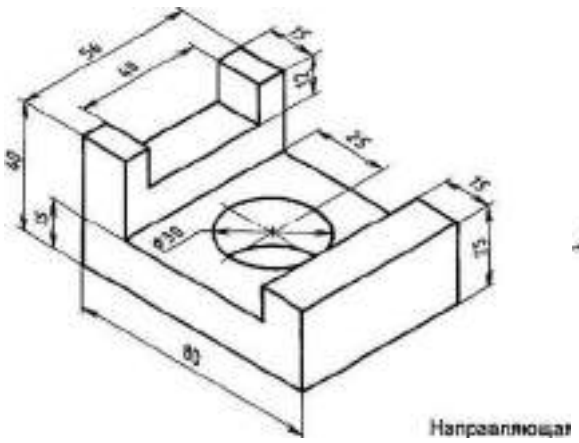
6 – вид сзади

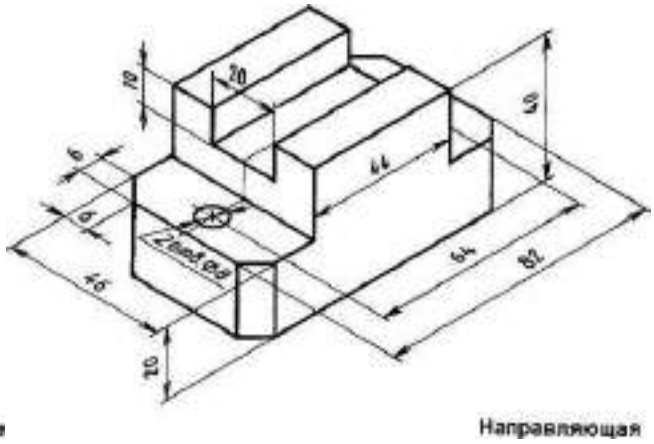
Основные виды, как правило, располагают в проекционной связи.

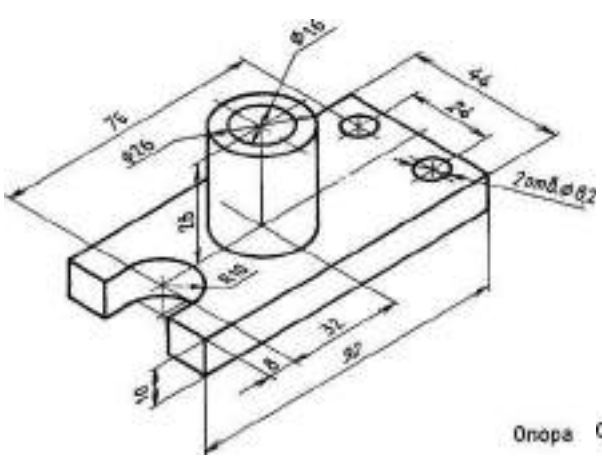
Количество основных видов на чертеже определяется формой детали, при этом предпочтение отдается комбинации из трех видов: спереди, сверху, слева.

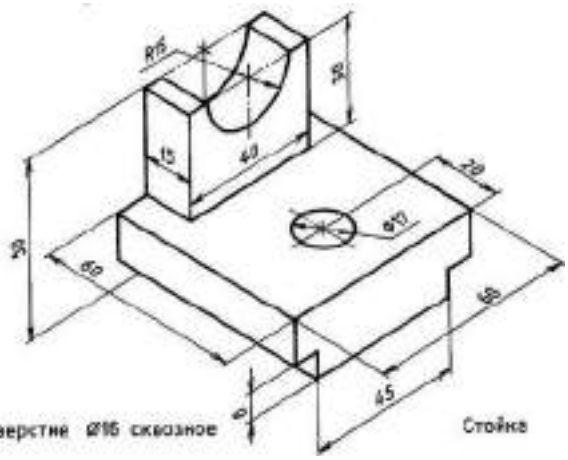
Задание

По заданной аксонометрической проекции начертить комплексный чертеж изделия в указанном масштабе. Нанести размеры.









Материал деталей Ст.3 ГОСТ 380-94

«Выполнение сечений»

Цель работы: освоить правила и методы изображения сечений деталей на чертежах, закрепить приемы выполнения технического рисунка предмета.

Время проведения: 2 часа

Общие сведения.

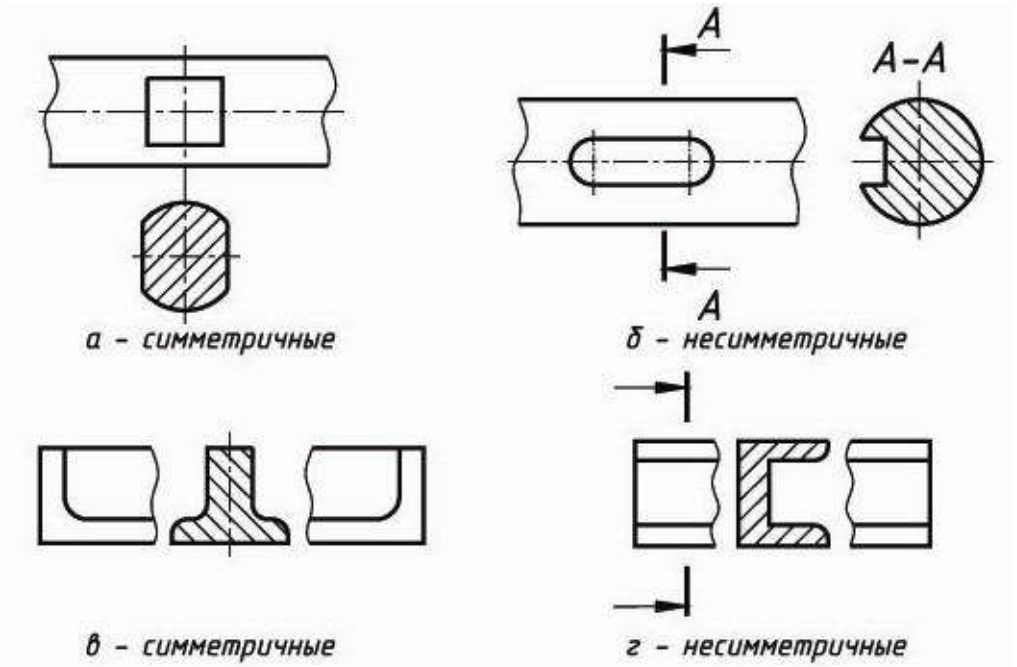
Сечением называют изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывают только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.

Сечения обычно применяют для выявления поперечной формы предмета.

Фигуру сечения на чертеже выделяют штриховкой. Штриховые линии наносят в соответствии с общими правилами.

Сечения разделяют на:

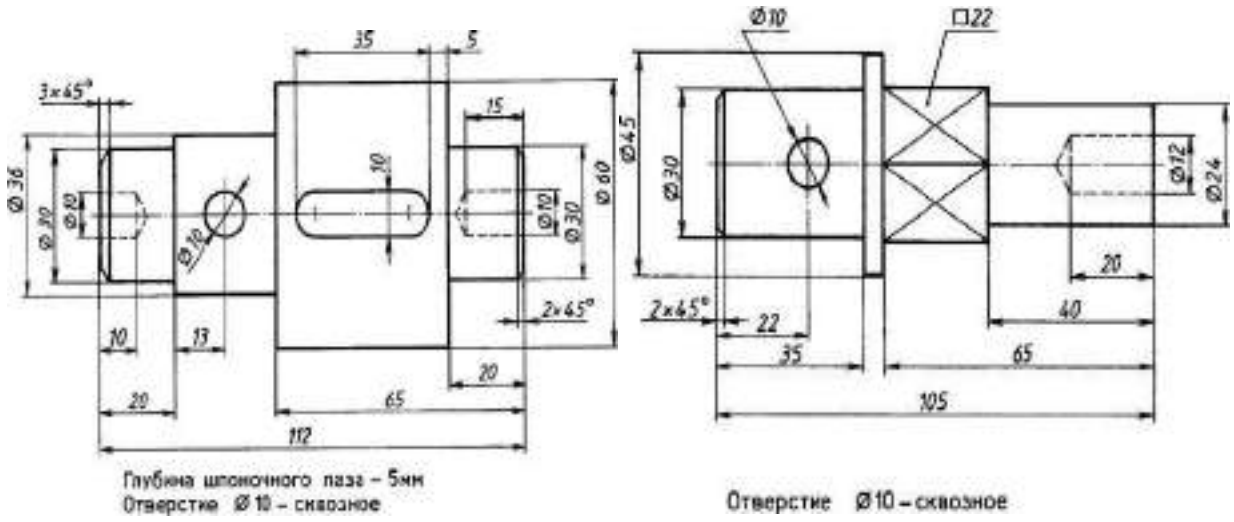
- вынесенные,
- наложенные.

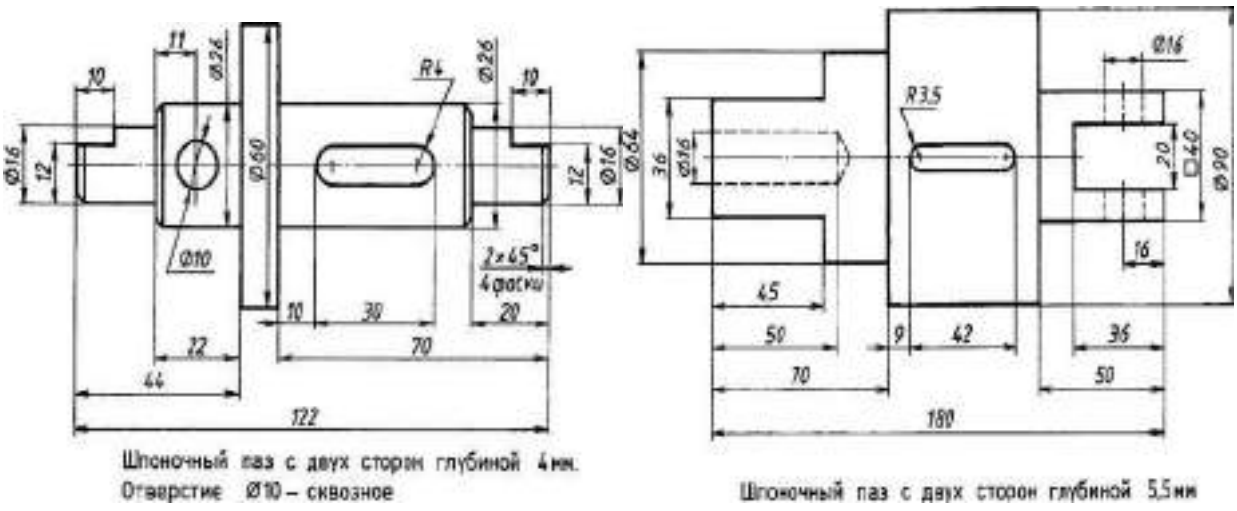


Вынесенные сечения являются предпочтительными, их располагают на любом свободном месте поля чертежа. Допускается также их располагать в разрыве между частями одного и того же вида. Контур вынесенного сечения выполняется сплошной основной линией.

Задание

Выполнить сечения, предусмотренные в задании и нанести размеры, определяющие их форму.





Наименование детали ВАЛ
Материал Сталь10 ГОСТ 1050-88

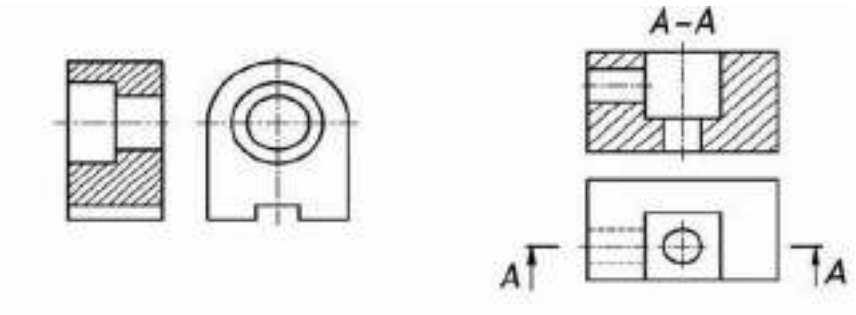
«Выполнение простого разреза»

Цель работы: освоить правила и методы изображения разрезов деталей на чертежах, закрепить приемы выполнения технического рисунка, практически применять правила выполнения разрезов, обозначения материалов.

Время проведения: 2 часа

Общие сведения

Разрез – это изображение, полученное при мысленном рассечении предмета плоскостью. На разрезе показывают все, что расположено в секущей плоскости и видно за ней.



Фигура сечения, входящая в разрез, выделяется штриховкой, условно характеризующей материал детали. Правила выполнения штриховки регламентирует ГОСТ 3.306-68.

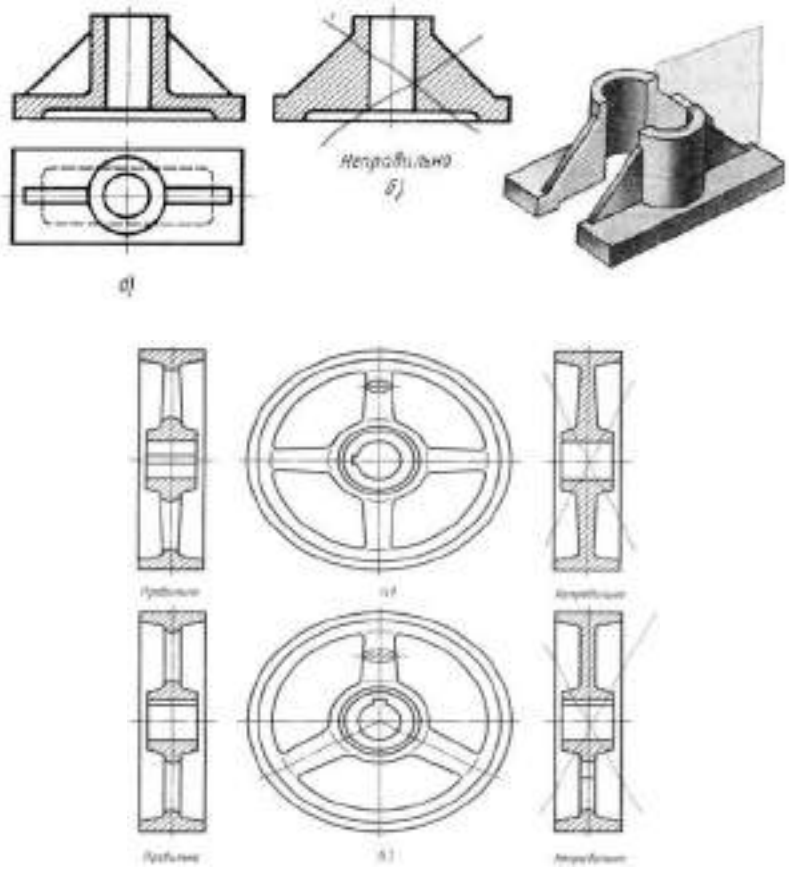
Разрезы разделяют на простые, когда секущая плоскость одна, и сложные, когда секущих плоскостей две и более.

Простые разрезы разделяются на:

- горизонтальные
- вертикальные: фронтальные и профильные
- наклонные
- местные

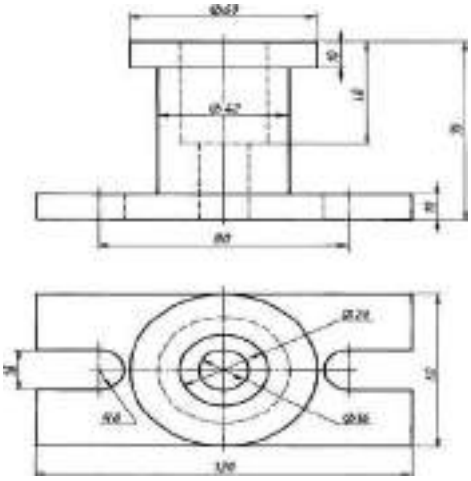
При построении разрезов следует соблюдать иногда особые правила, установленные для большего удобства чтения чертежей деталей.
Правила эти следующие:

1. При выполнении разреза на чертеже детали тонкую (тенку типа ребра жесткости, если секущая плоскость проходит вдоль оси или длинной стороны этой стенки, оставляют незаштрихованной и отделяют от остальной части детали сплошной основной линией.
2. При вычерчивании разрезов колес, маховиков, шкивов и других типичных деталей со спицами руководствуются тем же правилом, что и для тонких стенок, т. е. спицы не заштриховывают, когда секущая плоскость проходит вдоль их оси

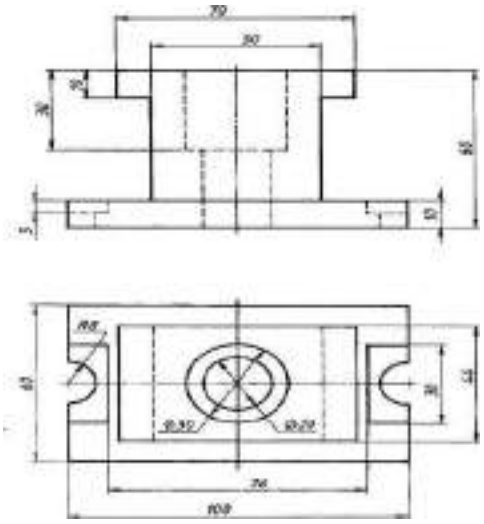


Задание

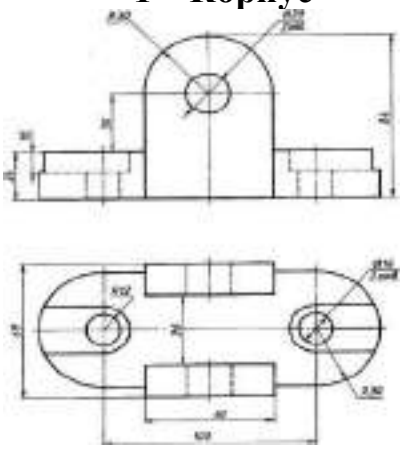
Выполнить простой разрез, проставить размеры.



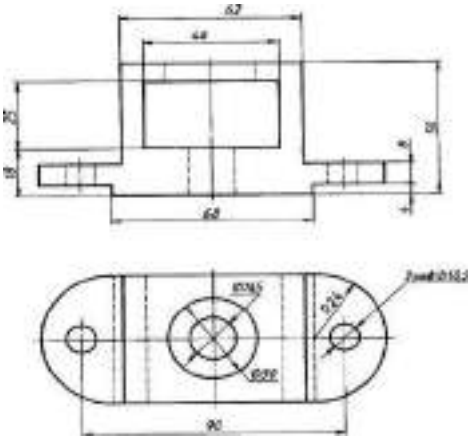
1 Корпус



2 основание



3 Корпус



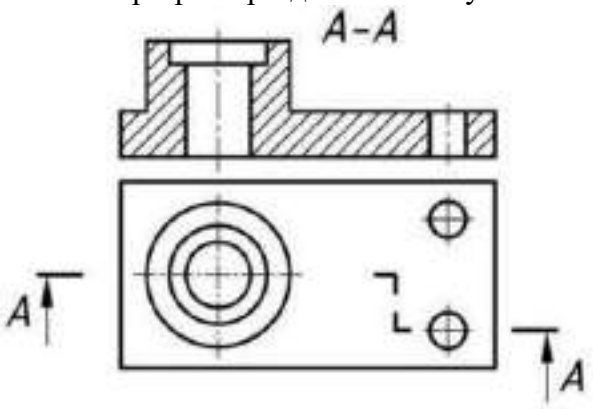
4 Основание

Материал Сталь 30 ГОСТ 1050-88

«Выполнение сложного разреза»

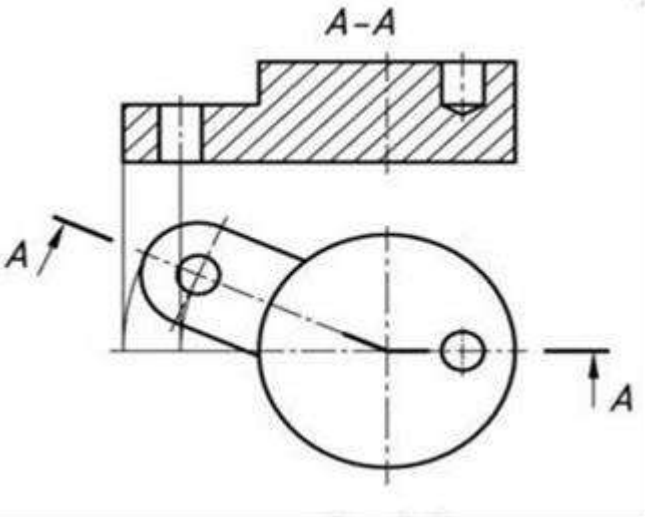
Цель работы: освоить правила и методы изображения сложных разрезов деталей на чертежах, закрепить правила изображения материалов.
Время проведения-2 часа.

Общие сведения.
Разрезы разделяют на простые, когда секущая плоскость одна, и сложные, когда секущих плоскостей две и более.
Сложные разрезы разделяют на ступенчатые и ломаные.



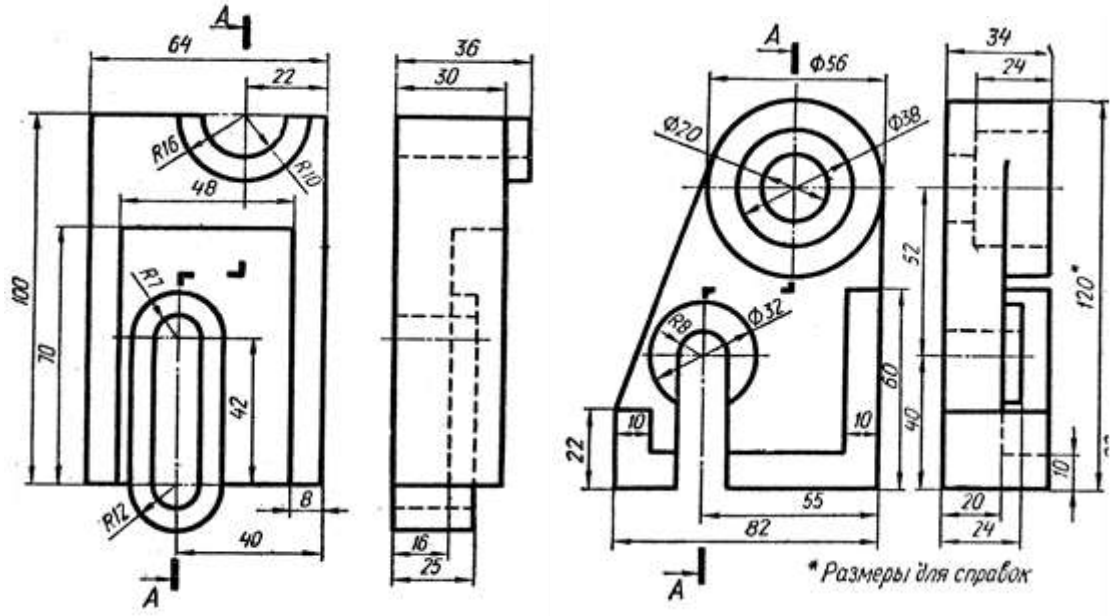
Ступенчатый разрез образуется при рассечении детали параллельными плоскостями. При построении изображения секущие плоскости условно совмещают.

Ломаный разрез образуется при рассечении детали пересекающимися плоскостями. При построении изображения секущие плоскости условно поворачивают до совмещения в одну плоскость, при этом направление поворота может не совпадать с направлением взгляда.



Задание

Построить сложный разрез детали. Проставить размеры**.**

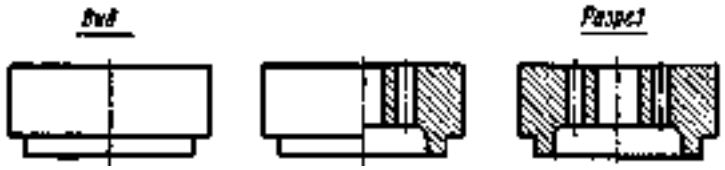


«Выполнение чертежа детали, содержащего половину вида и половину разреза»

Цель работы: ознакомиться с правилами соединения вида и разреза; сформировать навыки построения изображения содержащего соединение вида и разреза
Время проведения-2 часа.

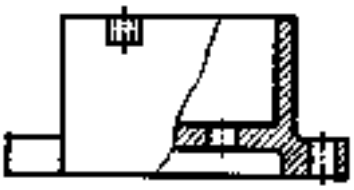
Общие сведения.
Правила выполнения соединения вида и разреза.

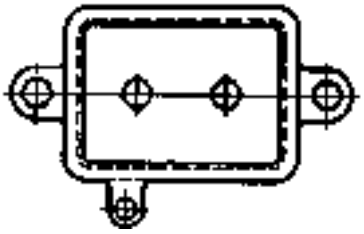
1. Если деталь симметричная, разрешается изображать половину вида и половину разреза, отделив их штрихпунктирной линией.



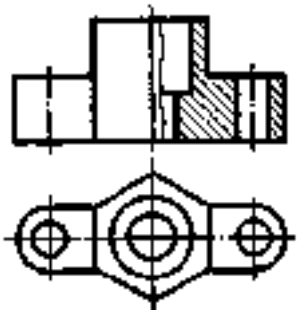
Соединение половины вида и разреза

2. Если деталь несимметричная, то при соединении вида и разреза отделяем их волнистой линией.

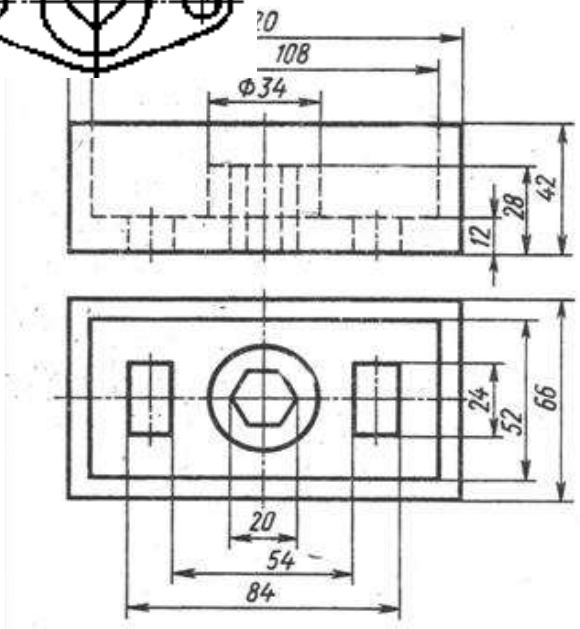




3. Если симметричная деталь имеет внешнее ребро, совпадающее с осью симметрии, то изображаем больше половины вида, отделив его от разреза волнистой линией.



4.Если симметричная деталь имеет внутреннее ребро, совпадающее с осью симметрии детали, изображаем меньше половины вида, отделив его от разреза волнистой линией.



Задание

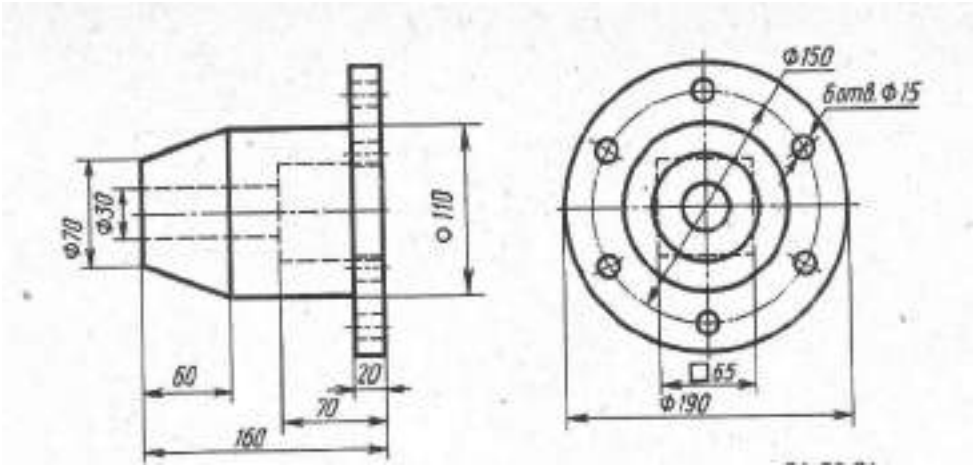
Построить соединение части вида с частью соответствующего разреза

вариант 1
перечертить вид слева, вместо главного вида построить изображение состоящее из половины главного вида, соединенного с половиной фронтального разреза.

Наименование изделия - Колпак. Материал - сталь 30.

Вариант 2

Перечертить вид сверху, вместо главного вида построить изображение, состоящее из половины главного вида, соединенного с половиной фронтального разреза.



Наименование изделия - основание. Материал-сталь 30.

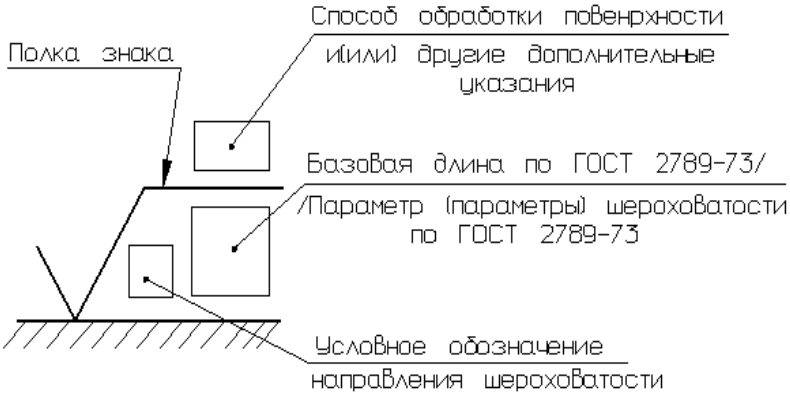
«Выполнение рабочего чертежа детали»

Цель работы: Изучить понятия по теме; научиться проставлять значения шероховатости на чертежах.

Время проведения-2 часа.

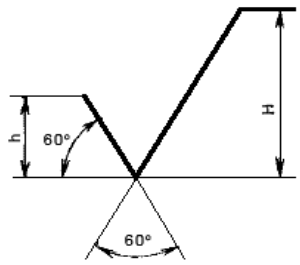
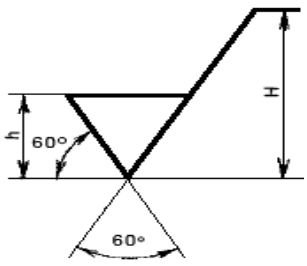
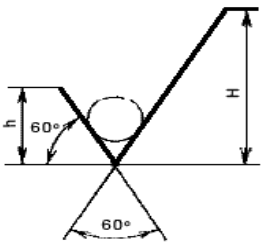
Общие сведения.

Шероховатость поверхности — совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами на базовой длине.

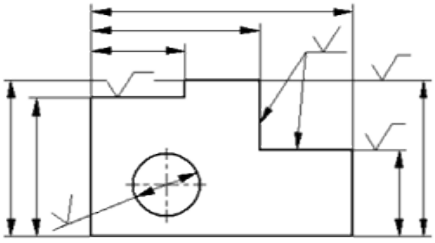


Согласно ГОСТ 2.309 -73 шероховатость поверхностей обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей детали, независимо от методов их образования, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции. Структура обозначения шероховатости поверхности приведена на рисунке.

Обозначение шероховатости поверхности на чертежах по ГОСТ 2.309-73 при помощи специальных значков

		
вид обработки поверхности не устанавливается	обработка поверхности со снятием слоя материала (токарная, фрезерование....)	обработка поверхности без снятия слоя материала (ковка, литье....)
	Вид обработки поверхности указывется только в том случае, если другим видом обработки указанное качество поверхности не получить.	

H=(1,5-3)h, h - примерно равна высоте размерных цифр



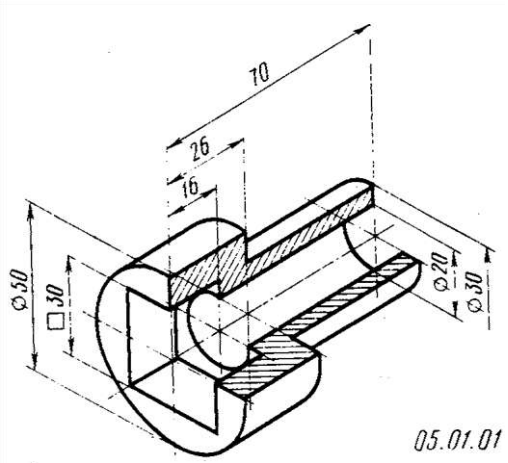
Обозначения шероховатости поверхностей на изображении изделия располагают на линиях контура, выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии) или на полках линий-выносок.

Задание

По аксонометрическому изображению выполнить чертеж детали, нанести шероховатость поверхностей, ответить на вопросы

Задание 1.

Наименование детали – Втулка. Материал сталь 45 ГОСТ 1050-74. параметры шероховатости поверхностей: цилиндрической Ø20 мм – R_a 1,25 мкм; цилиндрической Ø30 мм – R_a 0,63 мкм; остальных R_z 40 мкм.

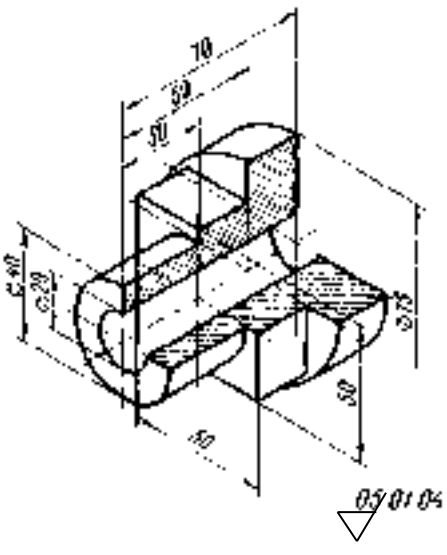


Вопросы к заданию:

1. Какие условные знаки позволили вычертить одно изображение втулки?
2. Какие конструктивные элементы вы добавили и почему?
3. Как наносится размер фаски, если ее угол равен 45º?
4. Какое обозначение шероховатости поверхности указано вами в правом верхнем углу чертежа и почему?
5. Какой государственный стандарт устанавливает обозначения шероховатости поверхностей правила нанесения их на чертежах?

Задание 2.

Наименование детали – Втулка. Материал Ст6 ГОСТ 380-71. Параметры шероховатости поверхностей: цилиндрической Ø20 мм – R_a 2,5 мкм; цилиндрических Ø40 и 75 мм – R_a 1,25 мкм; торцовых R_z 20 мкм.



Вопросы к заданию:

1. Какие условности позволили вычертить деталь в минимальном числе изображений по методу прямоугольного проецирования?
2. Какие конструктивные элементы вы добавили детали и почему?
3. Чему равны габаритные размеры детали?
4. В каком случае шероховатость поверхности обозначается знаком ?

5. Какой государственный стандарт устанавливает обозначения шероховатости поверхностей и правила нанесения их на чертежах?

«Вычерчивание деталей с резьбой»

Цель работы: развить навыки чтения чертежей, практически применять правила выполнения разрезов, нанесения размеров, изображения и обозначения резьбы.

Время проведения: 2 часа

Общие сведения.

Резьба является одним из распространенных элементов деталей машин и приборов и служит для их соединения. В основе образования резьбы лежит винтовое движение плоского контура.

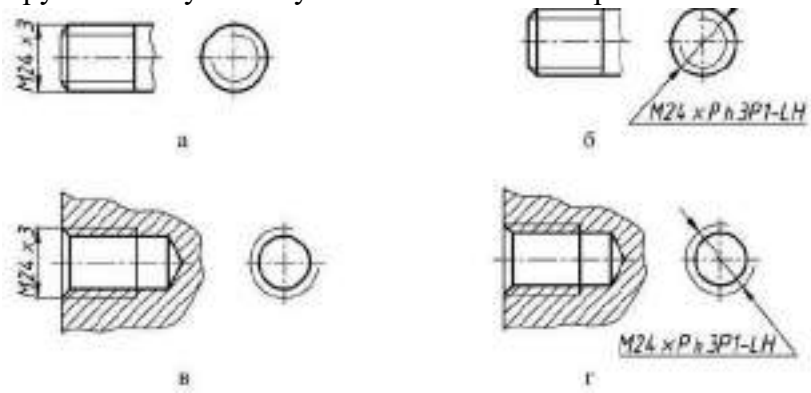
К основным параметрам резьбы относятся:
- профиль (контур выступа и канавки в осевом сечении);
- номинальный диаметр d, диаметр, характеризующий размеры резьбы и используемый при ее обозначении;
- шаг (P);
- число заходов (n);
- ход (Ph=P′ n);

Резьбу разделяют:
- по форме поверхности: цилиндрическая, коническая;
- по расположению: наружная, внутренняя;
- по направлению: правая, левая;
- по числу заходов: однозаходная, многозаходная;
- по назначению: крепежная (треугольный профиль); ходовая (трапецеидальный и прямоугольный профили); резьба круглая для электротехнической арматуры, специальная резьба со стандартным профилем

Резьбу на чертежах изображают:

а) на стержне – сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями – по внутреннему диаметру. Сплошную тонкую линию наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы.

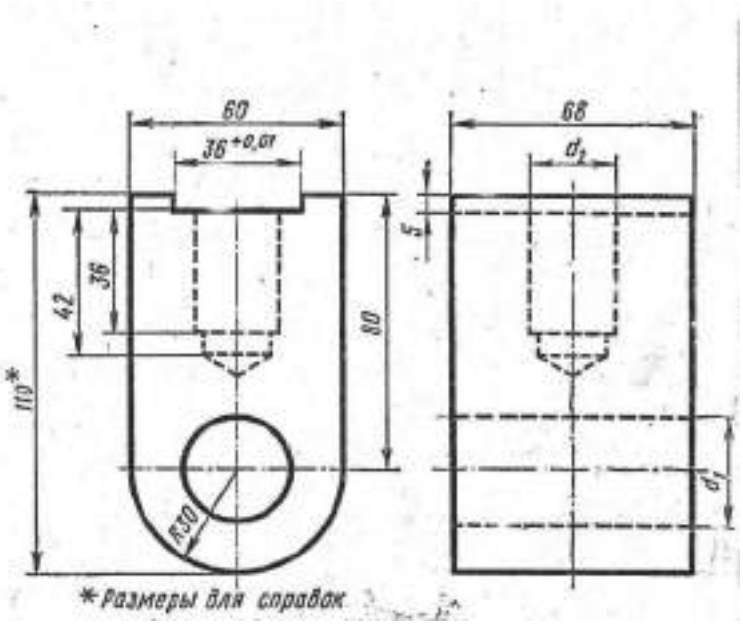
б) в отверстии – сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями – по наружному диаметру на всю длину резьбы без сбега.



В общем случае в обозначение резьбы входят *:

1. буквенный знак резьбы;

2. номинальный размер в миллиметрах или дюймах;
3. размер шага;
4. для многозаходной резьбы – значение хода с указанием шага;
5. буквы LH для левой резьбы;
6. буквенно-цифровое обозначение поля допуска или буквенное обозначение класса точности;
7. цифровое значение или буквенное обозначение длины свинчивания, если она отличается от нормальной.

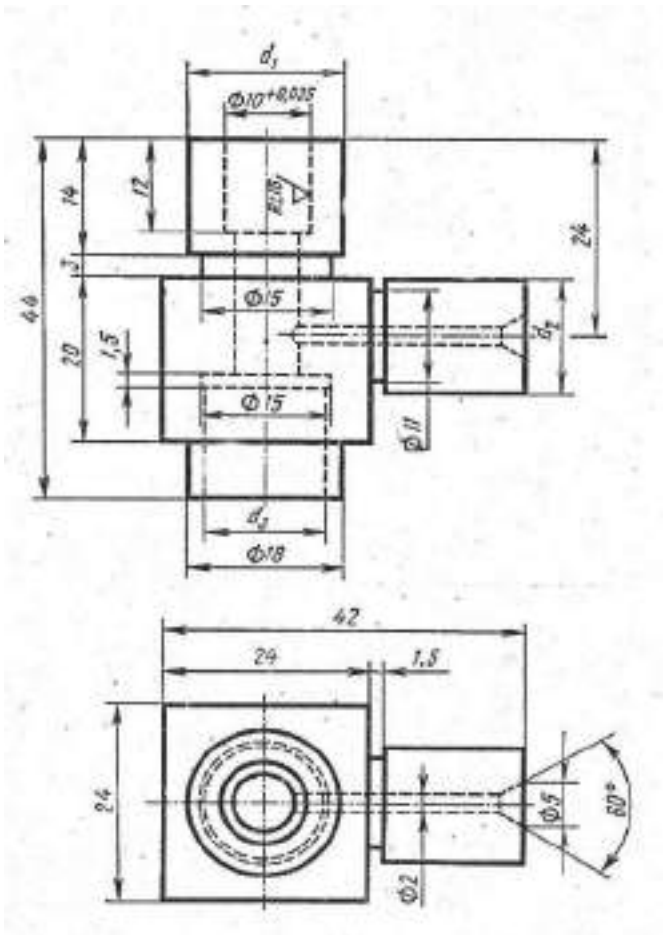


Задание

Выполнить разрез, изобразить и обозначить резьбу.

Вариант 1

Наименование детали - Гайка



Материал- СЧ-12 ГОСТ 1412-85

d1-резьба метрическая в отверстии сквозная с наружным диаметром 36 и
шагом 2 мм
d2-резьба метрическая в глухом отверстии с наружным диаметром 24 и шагом 2,5 мм., с полем допуска 6Н, с длиной нарезаемой части 36мм заходная фаска 3Х45.

Вариант 2
Наименование детали- корпус
Материал-Сталь Х18Н9Т

d1-резьба метрическая на стержне с наружным диаметром 18 и шагом 1,5 мм., с полем допуска 6g ,с длиной нарезанной части 14 мм., в начале и в конце резьбы фаски 2Х45.
d2-резьба метрическая на стержне с наружным диаметром 14 и шагом 1,5 мм., с полем допуска 6g ,с длиной нарезанной части 18 мм., в начале и в конце резьбы фаски 2Х45.

d3- резьба метрическая в ступенчатом отверстии с наружным диаметром 14 и шагом 1,5 мм., с полем допуска 6Н ,с длиной нарезанной части 14 мм., заходная фаска 1,5Х45

«Оформление сборочного чертежа на формате А4»

Цель работы: закрепить знания о сборочном чертеже; выработать навыки в чтении сборочного чертежа, составления и чтения спецификации.

Время проведения: 2 часа

Общие сведения.

Сборочный чертеж – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки и контроля. Каждый сборочный чертеж сопровождается спецификацией. Форма и порядок заполнения спецификации установлены ГОСТ 2.108 - 68.

Спецификация состоит из разделов, которые располагаются в следующей последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты. Наличие их определяется составом изделия.

В спецификацию для учебных сборочных чертежей, как правило, входят следующие разделы:

1. Документация (сборочный чертеж);
2. Сборочные единицы (если они есть);
3. Детали;
4. Стандартные изделия;
5. Материалы (если они есть).

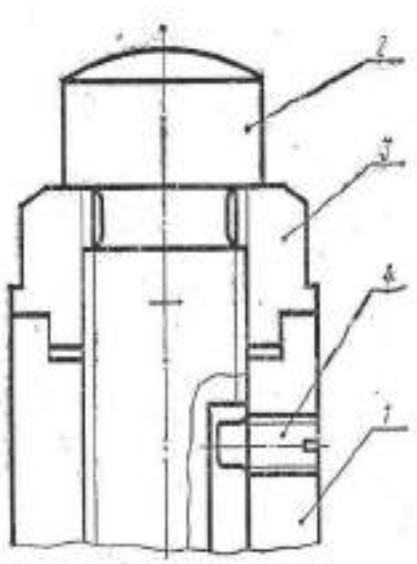
Если сборочный чертеж размещен на листе формата А4, спецификацию совмещают со сборочным чертежом.

Задание

Перечертить часть сборочного чертежа изделия, выполненную в разрезе.
Нанести номера позиций составных частей изделия. Выполнить штриховку сечений деталей изделия. Написать спецификацию.

Вариант 1

Наименование изделия – Домкрат ручной



Поз.1 Наименование – Корпус
Материал – СЧ 18 ГОСТ 1412-85

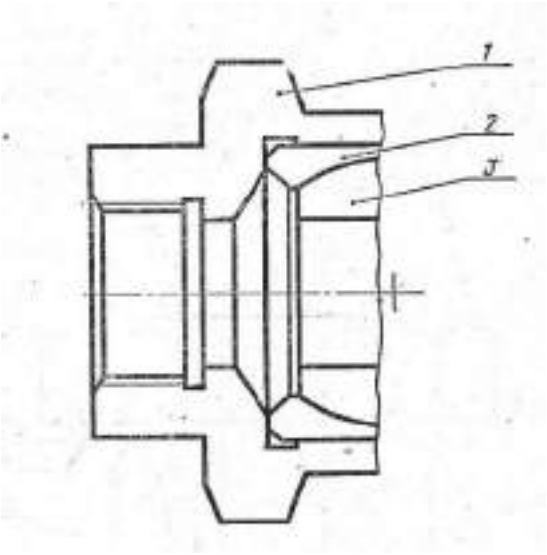
Поз.2 Наименование – Винт
Материал – сталь 50 ГОСТ 1050-88

Поз.3 Наименование – Гайка
Материал – сталь 50 ГОСТ 1050-88

Поз.4 Наименование – Винт М10 ГОСТ 1478-84

Материал – по справочнику

Вариант 2



Наименование изделия – Соединение шарнирное

Поз.1 Наименование – Корпус
Материал – СЧ 18 ГОСТ 1412-85

Поз.2 Наименование – Вкладыш
Материал – БрОЦС 6-6-3 ГОСТ 613-79

Поз.3 Наименование – Шарнир
Материал – Ст3 ГОСТ 380-94

«Чтение сборочного чертежа и нахождение на нем условностей и упрощений»

Цель работы: закрепить знания о сборочном чертеже; выработать навыки в чтении сборочного чертежа

Время проведения: 2 часа

Общие сведения.

Сборочный чертеж – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки и контроля. Каждый сборочный чертеж сопровождается спецификацией.

Сборочный чертеж должен содержать:
1) изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу;
2) сведения, обеспечивающие возможность контроля сборки;
3) указания о способе выполнения неразъемных соединений;
4) номера позиций составных частей, входящих в изделие;
5) габаритные размеры, определяющие предельные внешние очертания изделия;
6) установочные размеры, по которым изделие устанавливается на место монтажа;
7) присоединительные размеры, по которым изделие присоединяется к другим изделиям.

На сборочном чертеже все составные части узла нумеруются. Номера позиций наносят на линиях полок-выносок, проводимых от изображений составных частей. Линии-выноски пересекают контур изображения и заканчиваются точкой. Линии-выноски не должны пересекаться между собой, не должны быть параллельны штриховке, не пересекать размерные линии чертежа.

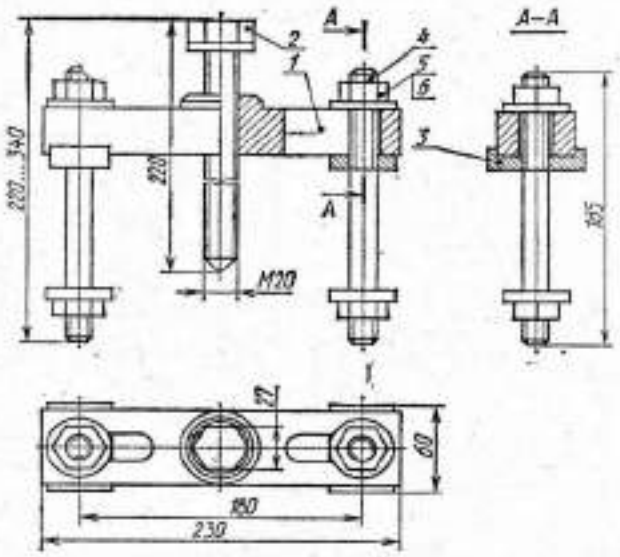
Последовательность чтения сборочных чертежей.
1. Знакомство с основной надписью, определение наименования и назначения изделия, масштаба изображения. По описанию, прилагаемому к сборочному чертежу, изучить принцип работы изделия, его техническую характеристику.
2. Изучить спецификацию и по ней определить количество и наименование оригинальных и стандартизованных деталей.
3. Знакомство с изображением изделия в целом, т. е. выясняют, какие виды, разрезы, сечения и выносные элементы даны на чертеже и назначение каждого из них. Определяют положение секущих плоскостей, при помощи которых выполнены разрезы и сечения, и направления, по которым даны местные и дополнительные виды.
4. Изучают нанесенные на чертеже размеры (габаритные, монтажные, установочные, эксплуатационные и др.).
5. Устанавливают характер взаимодействия составных частей изделия в процессе работы и внешнюю взаимосвязь его с другими изделиями.
6. Последовательно выделяют и изучают каждую деталь в отдельности. Вначале рекомендуется найти деталь на том изображении, на котором нанесен номер ее позиции, а затем определить ее на остальных изображениях. Одновременно рассматривая деталь на различных изображениях, представляют себе ее форму и внутреннее устройство, так как на сборочном чертеже, как правило, одна деталь перекрывает другую. При изучении детали обращают внимание на направление и густоту штриховки, которые должны быть одинаковыми на всех изображениях.

Определяют последовательность сборки и разборки изделия, т. е. порядок отделения одной детали от другой.

Задание

Изучить сборочный чертеж, ответить на вопросы.

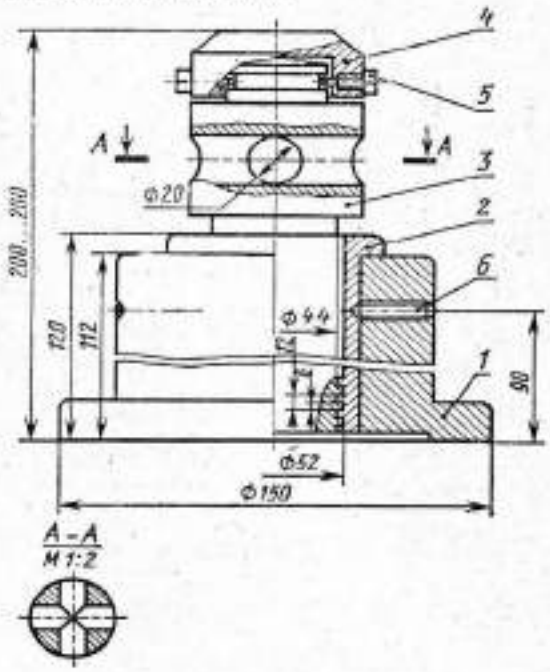
Съемник — приспособление для съемки с валов дисков и колес, имеющих два диаметрально противоположных отверстия; расстояние между центрами которых от 100 до 180 мм. Снимаемый диск присоединяют с помощью гаек к стойкам. Вал из ступицы диска выталкивают путем вращения нажимного винта, который вращают специальным ключом (на чертеже не показан).



Вопросы

1. Сколько на чертеже изображений? Как они называются?
2. Как называется изображение, обозначенное «*А — А*»?
3. Есть ли здесь симметричные детали?
4. Выполнено ли на чертеже совмещение вида с разрезом?
5. Сколько деталей в сборочной единице?
6. Какие условности и упрощения применены при вычерчивании сборочного чертежа?
7. Почему на чертеже стоит размер 100 ... 180. Что это значит?
8. Что значит размер 220 ... 340?
9. Есть ли в сборочной единице стандартные крепежные изделия? Сколько их? Найдите их в справочнике.
10. Есть ли на чертеже детали с резьбой?
11. Детали сборочной единицы: коромысло, винт нажимной, планка опорная, стойка, шайба специальная, гайка М16. Укажите все детали на чертеже. Составьте в рабочей тетради спецификацию. Все детали выполнены из стали марки 45 ГОСТ 1050—74.

Домкрат — грузоподъемный механизм. Вращая подъемный винт с помощью стержня, который вставляют в отверстие диаметром 20 мм, поднимают груз на нужную высоту. Стержень на чертеже не показан. Он действует как рычаг.



Вопросы

1. Сколько на чертеже изображений? Как они называются?
2. Как называется сечение *А — А*?
3. Есть ли на чертеже симметричные детали?
4. Есть ли на чертеже совмещение разреза с видом?
5. Сколько деталей в сборочной единице?
6. Какие упрощения и условности применены при вычерчивании сборочного чертежа?
7. Покажите линию обрыва. Зачем она проведена?
8. Есть ли в сборочной единице крепежные стандартные детали? Как они называются? Найдите их в справочнике.
9. Есть ли на чертеже местные разрезы? Зачем они даны? Что они показывают?
10. Специальная или стандартная резьба на подъемном винте домкрата? Какие ее размеры?
11. Зачем применены детали, обозначенные поз. *5* и *6*. Каково их назначение?
12. Детали сборочной единицы: корпус, гайка грузовая, винт подъемный, головка, винт М8×15, винт М8×30. Покажите их на чертеже. Составьте в рабочей тетради спецификацию. Все детали сборочной единицы выполнены из стали марки 45 ГОСТ 1050—74.
13. Какие детали сборочной единицы имеют резьбовую поверхность?

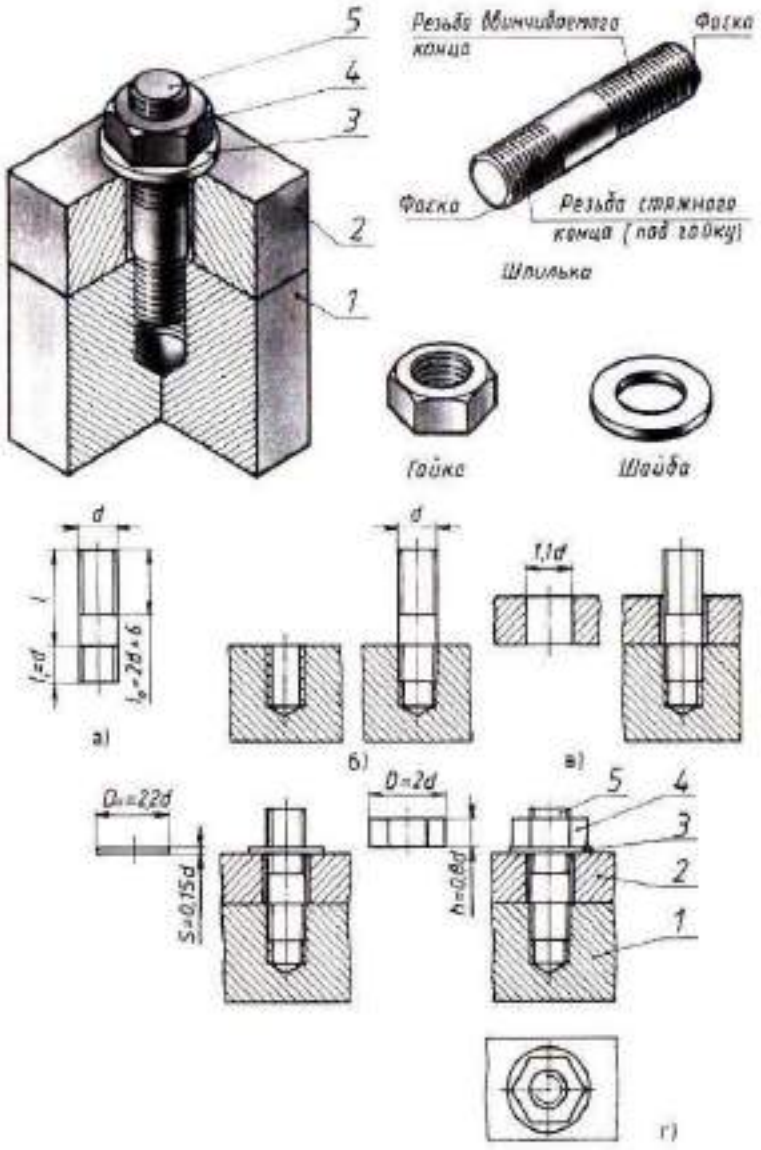
«Выполнение чертежа различного вида соединений»

Цель работы: Ознакомиться с основными видами разъёмных соединений. Изучить условности, принятые стандартами ЕСКД для изображения и обозначения резьбы, стандартных крепёжных изделий и резьбовых соединений. Научиться пользоваться стандартами ЕСКД, учебной и справочной литературой

Время проведения-2 часа.

Общие сведения.

К разъёмным соединениям относят соединения резьбовые, клиновые, штифтовые, шпоночные, шлицевые и др. Такие соединения допускают многократную сборку и разборку без нарушения формы и размеров деталей, их составляющих. Каждому виду соединения соответствуют стандарт ЕСКД, который устанавливает особенности, упрощения и условности при его изображении.



Шпилечное соединение – соединение деталей, осуществляемое с помощью шпильки, один конец вворачивается в одну из соединяемых деталей, а на другой надевается присоединяемая деталь, шайба, и затягивается гайка.

При выполнении чертежей болтового и шпилечного соединений используются следующие упрощения:

— не изображают фаски на шестигранных и квадратных головках болтов, винтов и гаек, а также на его стержне;

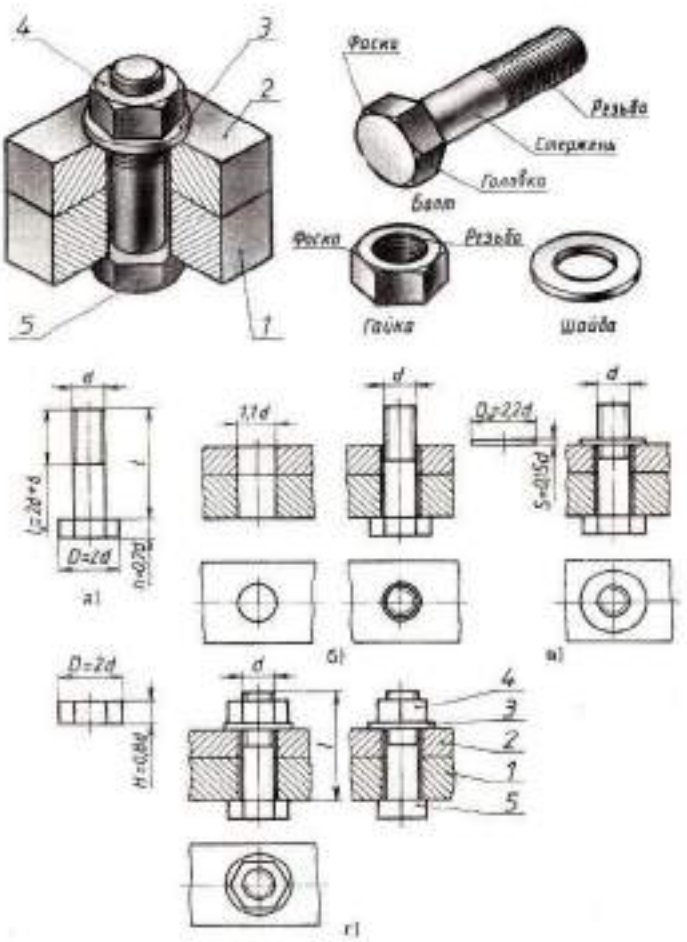
— допускается не показывать зазор между стержнем болта, винта, шпильки и отверстием в соединяемых деталях;

— при построении чертежа болтового, винтового, шпилечного соединений на изображениях гайки и шайбы линии невидимого контура не проводят;

— болты, гайки, винты, шпильки и шайбы на чертежах болтового, винтового и шпилечного соединений показывают нерассеченными, если секущая плоскость направлена вдоль их оси;

— при вычерчивании гайки и головки болта, винта сторону шестиугольника берут равной наружному диаметру резьбы. Поэтому на главном изображении вертикальные линии, ограничивающие среднюю грань гайки и головки болта, совпадают с линиями, очерчивающими стержень болта.

при его изображении.



Болтовое соединение – соединение деталей, осуществляемое с помощью болта, гайки и шайбы.

На сборочных чертежах болтовое соединение вычерчивают по относительным размерам. Это значит, что величину отдельных элементов определяют в зависимости от наружного диаметра d резьбы. Размеры крепежных деталей на сборочных чертежах не наносят. Необходимые данные о болте записывают в спецификации.

Болтовое соединение показано на рисунке. В деталях, которые нужно соединить (дет. 1 и дет. 2), просверливают отверстия немного большего диаметра, чем диаметр болта.

Чертежи крепежных соединений рекомендуется вычерчивать упрощенно. Фаски на шестигранных и квадратных головках болтов и гаек, а также на стержне не изображают.

Определение относительных размеров для болтового соединения с резьбой:
диаметр окружности, описанной вокруг шестиугольника, D = 2d
высота головки болта h = 0,7d
для нарезной части l0 ~ 2d + 6
высота гайки H = 0,8d
диаметр отверстия под болт d= l,l d диаметр шайбы Dш =2,2d высота шайбы S = 0,15d

При выполнении чертежей болтового и шпилечного соединений используются следующие упрощения:

— не изображают фаски на шестигранных и квадратных головках болтов, винтов и гаек, а также на его стержне;

— допускается не показывать зазор между стержнем болта, винта, шпильки и отверстием в соединяемых деталях;

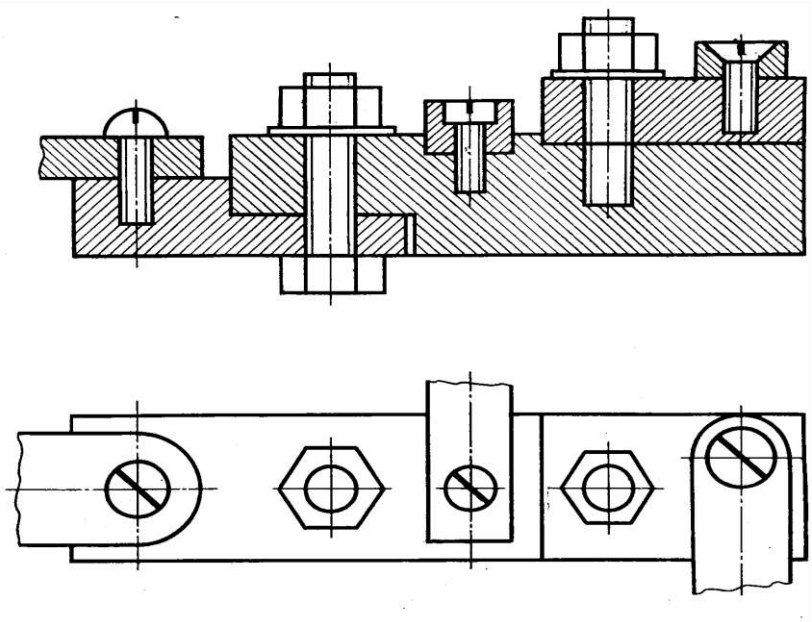
— при построении чертежа болтового, винтового, шпилечного соединений на изображениях гайки и шайбы линии невидимого контура не проводят;

— болты, гайки, винты, шпильки и шайбы на чертежах болтового, винтового и шпилечного соединений показывают не рассечёнными, если секущая плоскость направлена вдоль их оси;

— при вычерчивании гайки и головки болта, винта сторону шестиугольника берут равной наружному диаметру резьбы. Поэтому на главном изображении вертикальные линии, ограничивающие среднюю грань гайки и головки болта, совпадают с линиями, очерчивающими стержень болта.

Задание

Перечертить изображение деталей в масштабе 1:1 или 2:1. Изобразить упрощенно по ГОСТ 2.315-68 соединение деталей болтом М 12 (ГОСТ 7798-70), винтом М8 (ГОСТ 1491-80) и шпилькой М10 (ГОСТ 22036-76) (см. Приложения)



«Деталирование сборочного чертежа»

Цель работы: приобретение навыков в чтении чертежей сборочных единиц; закрепить навыки и знания в выполнении чертежей деталей.
Время проведения: 2 часа

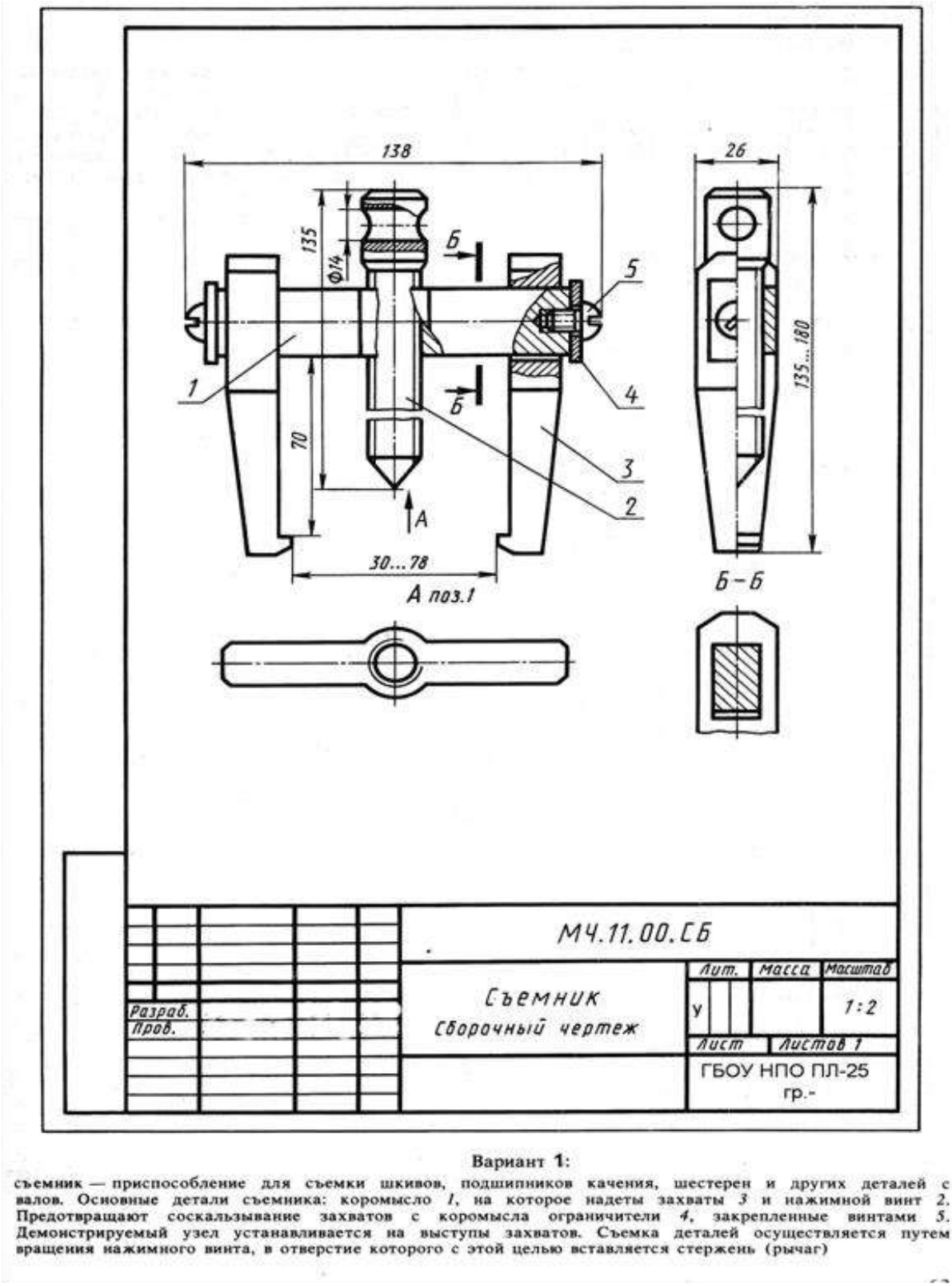
Общие сведения.
Деталированием называется процесс выполнения рабочих чертежей деталей по чертежу общего вида.

Процесс деталирования состоит из подготовительной стадии и стадии непосредственного выполнения рабочих чертежей.
1. По спецификации изучают и отмечают все оригинальные детали, подлежащие исполнению в виде рабочих чертежей.
2. Намеченную деталь находят на всех изображениях сборочного чертежа, изучают ее внутреннюю и внешнюю форму и определяют ее габаритные размеры.
3. В соответствии с ГОСТ 2.305-68 выбирают главное изображение детали. Главным изображением может быть вид, разрез или сочетание вида с разрезом для симметричных деталей. Положение главного изображения детали на рабочем чертеже может не соответствовать ее расположению на главном изображении сборочного чертежа. При выборе главного изображения детали рекомендуется придерживаться требований конструктивного и технологического порядка.
4. Намечают необходимое количество изображений детали (видов, разрезов, сечений, выносных элементов), исходя из того, что оно должно быть минимальным, но достаточным для полного представления о форме и размерах детали.

5. Выбирают масштаб изображения в соответствии с ГОСТ 2.302-68. Не обязательно придерживаться одного и того же масштаба для всех рабочих чертежей деталей данного изделия. Детали малого размера или сложной формы рекомендуется вычерчивать в увеличенном масштабе.
6.В соответствии с ГОСТ 2.301-68 выбирают формат, нужный для выполнения рабочего чертежа.
7. Производят компоновку чертежа, т. е. намечают размещение всех изображений детали на принятом формате.
8. В тонких линиях вычерчивают виды, разрезы, сечения и выносные элементы, придерживаясь требований ГОСТ 2.305-68.
9. Проводят выносные и размерные линии.
10. Определяют истинные размеры элементов детали и проставляют их на рабочем чертеже. Особое внимание, обращая на то, чтобы номинальные размеры сопряженных деталей не имели расхождений. Размеры конструктивных элементов (фасок, проточек, уклонов и пр.) определяют не по сборочному чертежу, а по соответствующим стандартам на эти элементы.
11. Наносят обозначения шероховатости поверхностей исходя из технологии изготовления детали или ее назначения.
12. Обводят чертеж и выполняют штриховку разрезов и сечений.
13. Проверяют чертеж, если необходимо, вносят исправления, заполняют основную надпись записывают технические требования и пр.

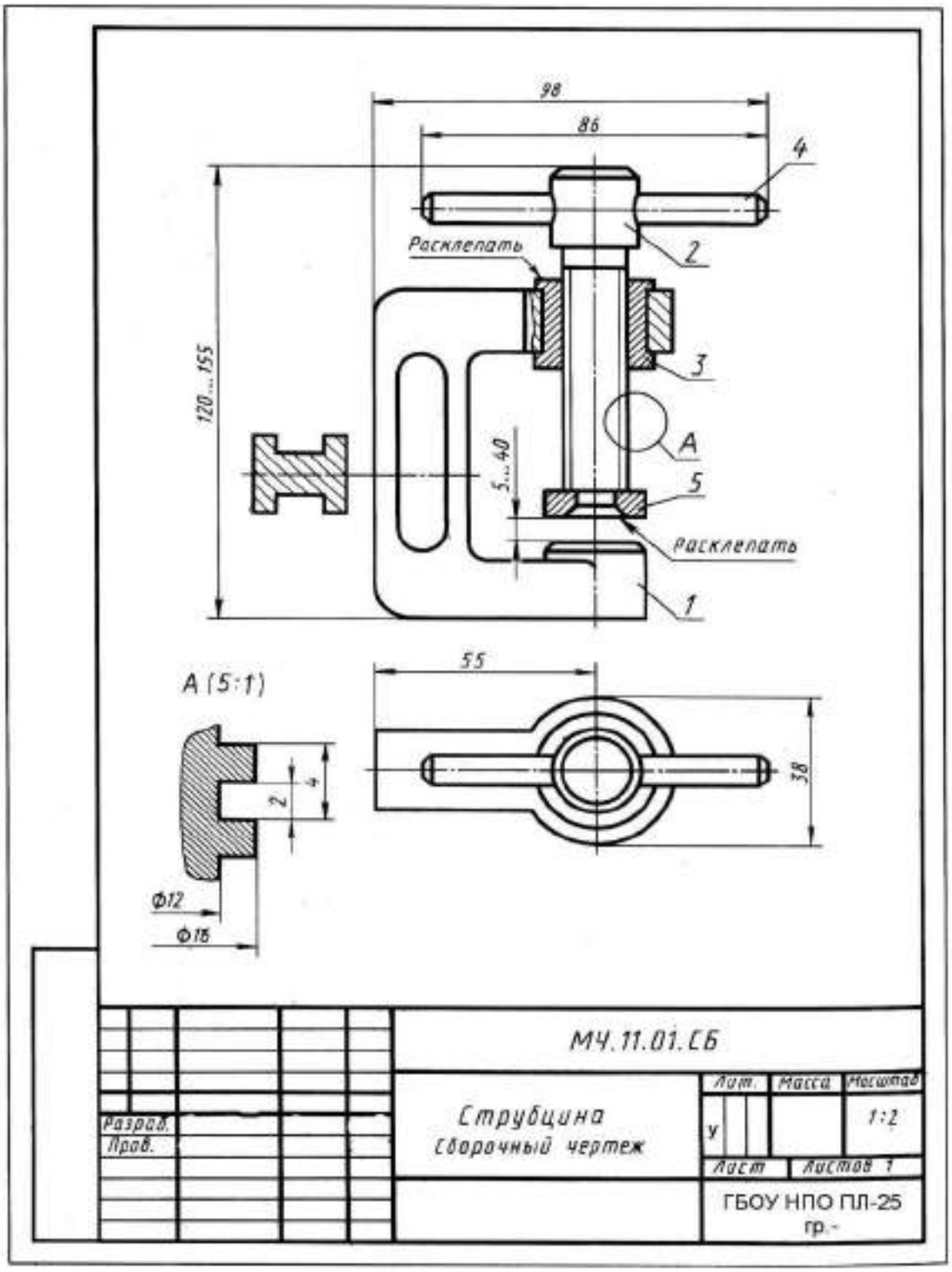
Задание

Выполнить чертежи деталей со сборочного чертежа



Вариант 1:

съемник — приспособление для съемки шкивов, подшипников качения, шестерен и других деталей с валов. Основные детали съемника: коромысло *1*, на которое надеты захваты *3* и нажимной винт *2*. Предотвращают соскальзывание захватов с коромысла ограничители *4*, закрепленные винтами *5*. Демонстрируемый узел устанавливается на выступы захватов. Съемка деталей осуществляется путем вращения нажимного винта, в отверстие которого с этой целью вставляется стержень (рычаг)



Вариант 2

струбцина — винтовой зажим, применяющийся для закрепления обрабатываемых деталей, а также различных приспособлений. С помощью струбцины можно прижимать склеиваемые детали и др. Основные детали струбцины: скоба *1*, втулка *3* и нажимной винт *2*. Втулка со скобой соединена путем расклепывания, а с нажимным винтом — на резьбе. Винт вращают с помощью рукоятки *4*. На конце винта, который расклепан, имеется кольцо *5*, соединенное подвижно с нажимным винтом

«Составление таблицы «Прикладные программы CAD/CAM систем»

Цель работы: ознакомиться с основными прикладными программами CAD/CAM.

Время проведения-3часа

Общие сведения.

Все современные CAD/CAM/CAE системы в зависимости от решаемых ими задач можно разделить на две группы: специализированные и универсальные.

Специализированные программные комплексы могут использоваться как автономно, так и включаться в состав универсальных систем. По функциональному признаку они классифицируются на:

- программы для графического (CAD) ядра системы (Design Base, положенной в основу функционирования универсальной системы Helix и ряда специализированных систем, производимых и используемых в Японии, Parasolid– Unigraphics, Solid Works, ACIS - ADEM, AutoCAD, Solid Edge);
- системы для функционального моделирования (CAE0, реализующие метод конечных элементов, которые, в свою очередь, также делятся на системы общего применения (NASTRAN, ANSYS, COSMOS/M и др.) и проблемно-ориентированные системы (ADAMS, MARS и др.);
- системы для подготовки управляющих программ для технологического оборудования (CAM) (SmarrCAM, Euclid, и др.).

Универсальные системы предназначены для комплексной автоматизации процессов проектирования, анализа и производства продукции машиностроения. В зависимости от функциональных возможностей различают системы низкого уровня (AutoCAD, TopCAD,Caddy), среднего уровня (Cimatron, Pro/JUNIOR) и полномасштабные (CATIA,
UNIGRAPHICS, Pro/ENGINEER).

Задание

Заполнить таблицу, используя материал лекций, учебно-методических пособий

название	характеристика	особенности	возможности
1	2	3	4

В графе 1 указать название системы

В графе 2 перечислить основные характеристики

В графе 3 указать индивидуальные особенности программы и интерфейса

В графе 4 записать функциональные возможности

«Изучение основных элементов и настройка интерфейса Компас»

Цель работы: научить основным приемам создания графических изображений, освоение интерфейса системы КОМПАС, настройка графического редактора, команды вычерчивания графических примитивов и выполнения надписей конструкторских документов.

Время проведения-3часа

Общие сведения.

КОМПАС-ГРАФИК разработан специально для операционной среды MS Windows и в полной мере использует все ее возможности и преимущества представляя пользователю максимальную эффективность и удобство в работе.

После запуска программы и открытия любого документа на экране монитора показано окно системы со всеми его основными элементами. (Рисунок1). Здесь размещается изображение открытого чертежа, здесь появляются новые документы, в этой области выполняются все операции, связанные с построение, оформлением или редактированием документа. Все остальные элементы программного окна занимаются обслуживанием данной области.

Заголовок расположен в самой верхней части окна. В нем отображается важная информация: название и номер версии программы/ тип открытого документа/ полный путь и имя документа. Если открытый документ является листом чертежа дополнительно отображается информация об имени текущего вида.

Например: КОМПАС – 3D V12- [Вид -> - главный вид]

Строка меню расположена в верхней части программного окна, сразу под заголовком. В ней расположены все основные меню системы. В каждом из меню хранятся связанные с ним команды. Справа о названия некоторых команд нанесены обозначения клавиш клавиатуры (или их комбинаций). Это так называемые горячие клавиши, для запуска таких команд достаточно нажать соответствующую клавишу, не открывая само меню.

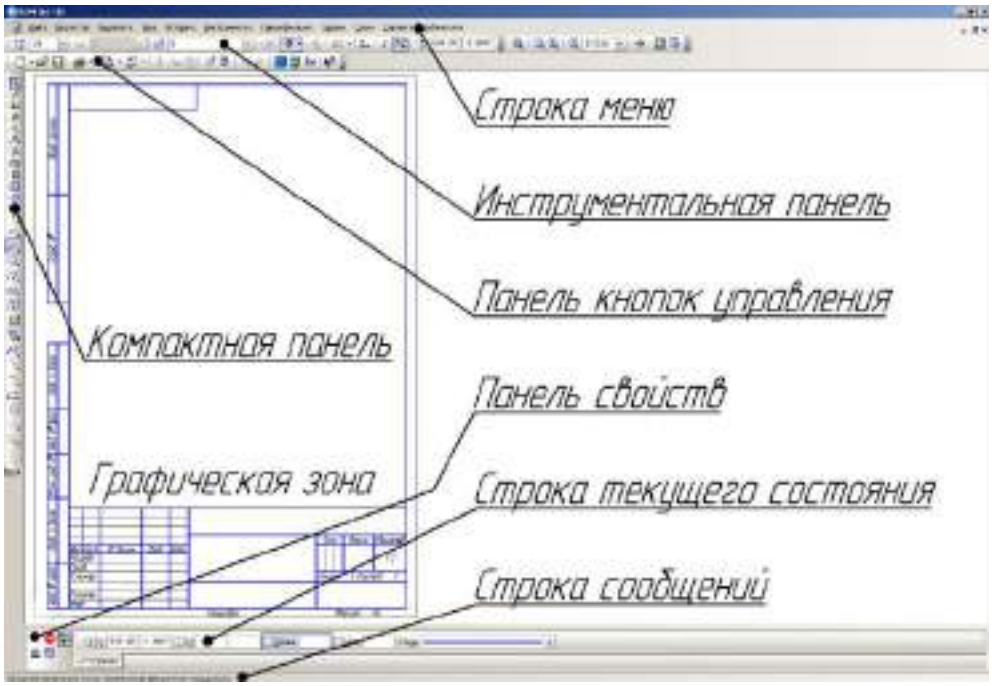


Рисунок 1.1 Рабочее окно КОМПАС-ГРАФИК

Некоторые команды в списке могут отображаться бледным шрифтом. Это означает, что в данный момент отсутствуют условия для их выполнения. В таком случае команда объявляется запрещенной и не может быть выполнена.

Панель управления расположена в верхней части окна системы сразу под строкой меню. На этой панели находятся кнопки, позволяющие обратиться к наиболее часто используемым при работе с КОМПАС-ГРАФИК командам: создания, открытия и сохранения файлов документов, вывода на плоттер и принтер и т.д. Состав панели управления различен для разных режимов работы системы

Строка сообщений располагается в самом низу программного окна КОМПАС-ГРАФИК. В ней отображаются различные сообщения и запросы системы.

Строка текущего состояния находится в нижней части окна КОМПАС-ГРАФИК сразу над Строкой сообщений. В этой строке отображаются параметры текущего документа – вид. слой. масштаб, отображения в окне и ряд других параметров: шаг курсора при перемещении клавиатуры, его текущие координаты и т.д.

Команды управления изображением в КОМПАС-ГРАФИК представлены кнопками на Панели управления и командами в меню Сервис, которые дублируют друг друга.

Если нужно подробнее рассмотреть какую-либо часть чертежа, выполнить геометрические построения или корректировку документа на его ограниченном участке, необходимо предварительно увеличить этот участок во весь экран.

Можно увеличить или уменьшить масштаб изображения в фиксированное число раз с помощью кнопок Увеличить масштаб и уменьшить масштаб на Панели управления.

Можно явно задать масштаб изображения, введя его значение в поле Текущий масштаб в Строке текущего состояния или выбрав значение из Списка масштабов. При этом в качестве центра нового изображения будет взят центр окна.

Иногда при выполнении команд, связанных с редактированием изображения, на экране возникают небольшие искажения, которые носят временный характер и не имеют отношения к реальному состоянию текущего документа. В подобных случаях выполняют процедуру регенерации изображения на экране с помощью кнопки **Обновить изображение** на Панели управления. При этом система очищает окно документа и заново прорисовывает все объекты чертежа, устраняя искажения.

Если установлен такое значение масштаба отображения документа, при котором он не помещается целиком в окне документа, на экране автоматически появляются дополнительные средства управления изображением – *горизонтальная* и *вертикальная линейки прокрутки*. Они отображаются в окне документа внизу и справа. Для прокрутки изображения в окне нужно воспользоваться кнопками со стрелками, расположенными по краям линеек.

Прокрутку изображения в окне документа можно выполнять с помощью клавиатуры. Для этого можно использовать как клавиши управления курсором, так и клавиши на цифровой клавиатуре.

В любом режиме работы геометрического редактора можно быстро прокручивать изображение с помощью клавиатуры и мыши. Для этого нужно одновременно нажать клавиши <Shift> и <Ctrl> и не отпускать их. Затем нажать левую клавишу мыши и не отпуская ее, «перетащить» изображение в нужном направлении.

Создание новых документов

Электронные чертежи, создаваемые в КОМПАС-ГРАФИК, как и любые другие документы, хранятся на жестком диске компьютера в виде файлов. Можно открыть неограниченное число документов любых типов, а каждый документ – в неограниченном числе окон.

С помощью КОМПАС-ГРАФИК можно создавать документы различных типов, таких как чертеж, фрагмент, тексто-графические. спецификации, таблицы,

Создание. Чтобы создать новый документ, вызывается команд Файл – Создать. На экране появится диалог создания документа. Можно либо выбрать нужный шаблон документа на вкладке Шаблон, либо выбирается тип документа на вкладке Новые документы.

Другим способом создания нового документа является выбор его из меню кнопки Создать.

Для создания нового листа выполняется команда Файл – Создать – Лист. Используя команду Параметры текущего листа на меню Настройки выбирается формат листа.

Для создания нового фрагмента выполняется команда Файл – Создать – Фрагмент. Поскольку фрагменты не имеют элементы управления, обычно никакой настройки для них не выполняется, и можно сразу начать черчение.

Задание

Выполнить упражнения в следующей последовательности:

Упражнение 1.01.

Запуск и отмена команд инструментальной панели **Геометрия**. Компактная панель, кнопки переключения между панелями – геометрия, размеры, обозначения, редактирование, параметризация, измерения, выделение, спецификация. Кнопка **Стоп**. При выполнении упражнения необходимо использовать команды **Прямоугольник** и **Окружность.**

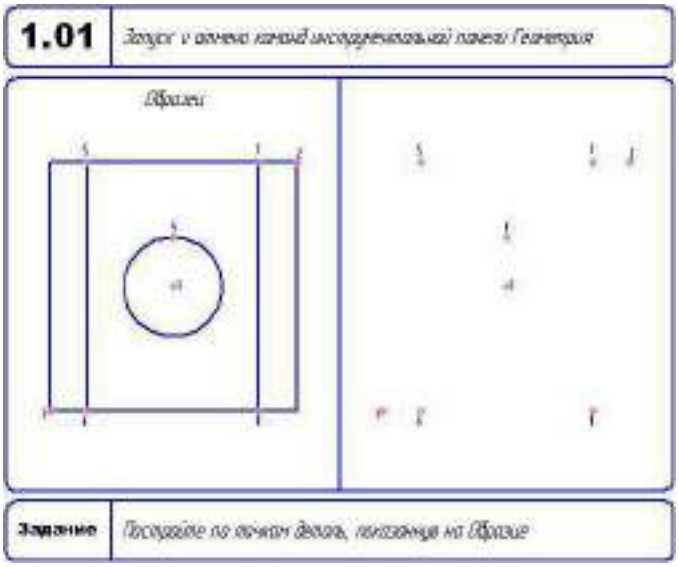


Рисунок 1.2 Упражнение 1.01

Упражнение 1.02.

Работа с расширенными панелями команд. инструментальной панели **Геометрия: Отрезок, 2 перпендикулярных отрезка**.

Упражнение 1.03.

Работа с Панелью специального управления. Автоматическое и ручное создание объектов. Ввод отрезка с использованием кнопки **Автосоздание объекта**. Если кнопка включена объект создается автоматически, если нет – в ручную.

Упражнение 1.04.

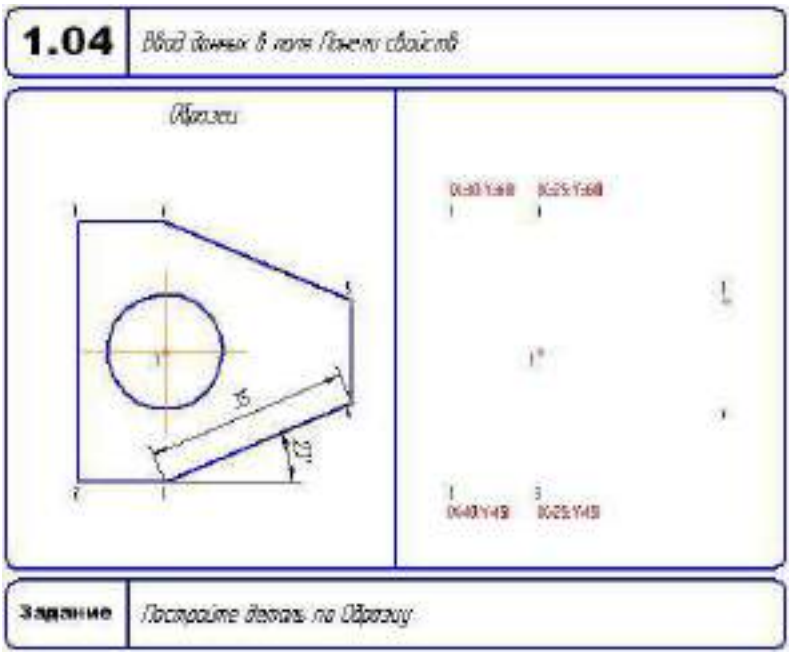
Панель свойств - управление процессом выполнения команды. Заголовок, элементы управления, вкладки. Размещение.

Ввод данных в поля Панели свойств. *Автоматический, ручной, комбинированный*, с использованием геометрического калькулятора. Tab – перемещение между полями (для задания координат точек)

Автоматический ввод – включить кнопку ввод отрезка, уазать начальную точку отрезка, указать точку отрезка, затем указать конечную отрезка и щелкнуть мышью. Отрезок построен.

Ручной ввод. На панели **Текушего состояния системы** ввести поочередно координаты каждой точки отрезка, нажать клавишу <Enter> - отрезок построен.

*Комбинированный вво*д. Выделить начальную точку, ввести значение длины отрезка и величину угла на панели **Текущего состояния системы**, нажать клавишу <Enter> - отрезок построен.



Упражнение 1.05

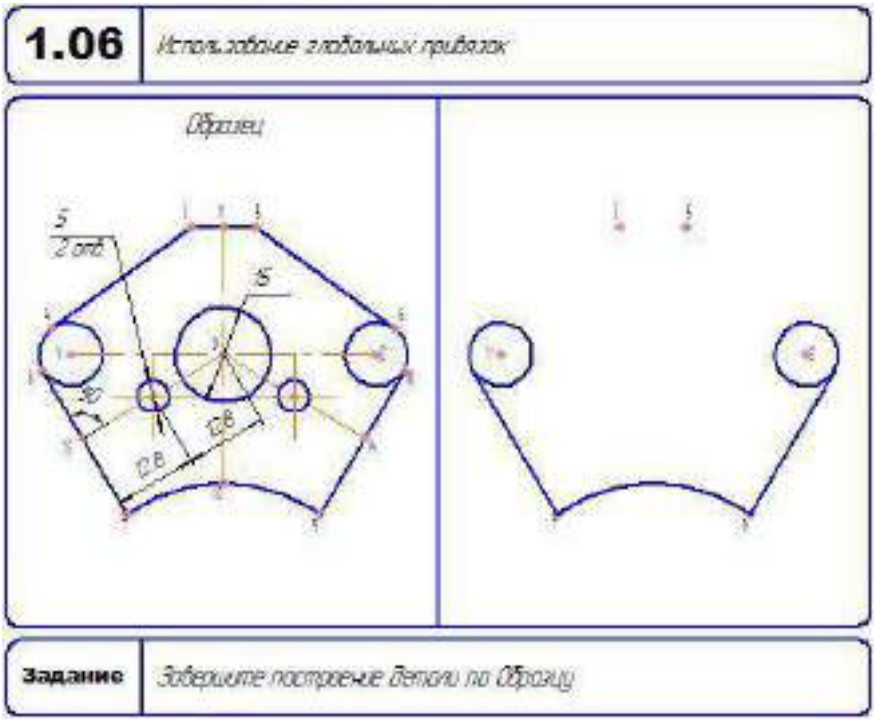
Ввод выражений в поля **Панели свойств**. Координаты точек вводится в поле Панели текущего состояния. величина угла вводится следующим образом 56+35/60..

Упражнение 1.06.

Использование глобальных привязок. Точное черчение, характерные точки объектов. Глобальные привязки, их настройка (запретить привязки, отображать текст). Отключение привязок. Изменение стиля линии.

Для постройки отрезка с соблюдением условия его касания к окружности используются глобальные привязки. **Глобальные привязки** всегда действуют по умолчанию при выполнении операции ввода и редактирования. Для вызова глобальных привязок можно щелкнуть на кнопке **Установка глобальных привязок** на Панели текущего состояния. Выбирается флажком нужная привязка. Для удобства и наглядности построения рекомендуется, дополнительно включить флажок **Отображать текст**.

Для изменения стиля линии щелкните в поле **Текущий стиль** в строке **Панель текущего состояния** где выбирается требуемая линия



Упражнение 1.06

Упражнение 1.07.

Использование локальных привязок. Отличия от глобальных привязок. Локальные привязки позволяет выполнить те же самые процедуры привязки курсора к характерным точкам, что и глобальные. Локальная привязка является более приоритетной чем глобальная и выполняется только для одного (текущего) запроса точки. Все локальные привязки собраны в линию локальных привязок. Для вызова меню на экране, во время выполнения команды, щелкните правой кнопкой клавиши мыши в любой точке чертежа, в появившемся каскадном меню. Привязка выбирается нужная привязка.

Упражнение 1.08.

Использование клавиатурных привязок. Отключить глобальные, 5, Shift-5, Ctrl-5. Фиксация параметров объектов (кнопка запомнить состояние). Клавиатурные привязки представляют собой команды точного позиционирования курсора, которые выполняются с помощью клавиатуры.

Для выполнения упражнения рекомендуется выполнить команду Запретить привязки. Вычертить окружность заданного радиуса. Для повторного ввода окружности заданного радиуса нажать кнопку Запомнить состояние на Панели специального управления. Для фиксации достаточно указать положение центра

Для построения отрезков прямых, фиксация точки осуществляется нажатием клавиши <Enter> на клавиатуре.

Упражнение 1.09.

Использование прямоугольной сетки. Параметры сетки. Настроить шаг сетки – ось x – 16 мм, ось y – 13 мм, прямоугольная.

Управление отображением сетки ав активном окне осуществляется кнопкой Сетка на Панели текущего состояния. Управление сеткой выполняется с помощью команд, расположенных в меню. Вид сетки отображается в активном окне и настраивается с помощью команды Сервис-Параметры – Текущее состояние.

Упражнение 1.10.

Использование изометрической сетки. Шаг 10 мм по обеим осям. Другие настройки: цвет, линии вместо точек.

«Построение чертежа плоских деталей»

Цель работы**:** изучение команд, предназначенных для нанесения размеров и построение сопряжений, средствами КОМПАС.

Время выполнения-3 часа

Общие сведения

Ввод геометрических объектов

Для создания чертежа изделия любой сложности используются геометрические примитивы.

Примитивы – ограниченный набор графических объектов, с помощью которого средствами объявленного набора операций можно сконструировать много большее множество других объектов. Элемент конструктора, составная часть целого, способная к комбинированию.
Для удобства пользователя в системе КОМПАС предусмотрены различные способы и режимы построения геометрических объектов в меню инструментальной панели Геометрические построения. На этой панели собраны директивы, с помощью которых можно создавать геометрические объекты: точки, прямые, отрезки, окружности, эллипс, дуги окружностей и
эллипсов, многоугольники, кривые Безье. Кривая Безье – кривая, состоящая из гладко состыкованных полиномов 4-го порядка.

В расширенных командах меню существует возможность выбора наиболее приемлемого для пользователя способа построения примитива. У таких пиктограмм в правом нижнем углу стоит темный треугольник. Для активизации расширенных команд достаточно нажать левой клавишей мыши на треугольник и выбрать необходимый примитив. Для точного построения чертежа необходимо включить Привязки - механизм позволяющий установить четкую позицию курсора относительно характерных точек объектов. Всплывающее меню Привязки находится в нижней строке экрана. Необходимо отметить, что активация избыточных привязок затрудняет работу в системе.

Редактирование объектов

Редактирование чертежа включает следующие операции: удаление, перемещение, копирование, поворот, масштабирование, симметричное отображение, создание эквидистанты к кривой, усечение части кривой, деформацию сдвигом. Для редактирования объектов их необходимо предварительно выделить рамкой. Выделенные объекты отображаются на экране изменят цвет, после чего специальным цветом можно приступать к их редактированию в меню Р инструментальной панели. Поддерживается перенос и копирование объектов через Буфер обмена. Перетаскивание мышью характерных точек любых объектов позволяет быстро менять их размер и положение.

Задание

1. Выбрать формат А3 с основной надписью вдоль короткой стороны.

2. Изобразить осевые линии.

Для этого:

а) активизировать панель Геометрия;

б) щелкнуть по пиктограмме Отрезок, задать стиль линии Осевая, а затем изобразить осевые линии. При формировании изображений осевых линий использовать расширенную команду - Параллельный отрезок - В Панели свойств задать расстояние между осевыми линиями. Изображения вертикальных и горизонтальных линий рекомендуется выполнять при включенном режиме - Ортогональное черчение панели Текущее состояние.

3. Изобразить заданные окружности. Для точного указания точек использовать объектную привязку Пересечение. Для этого щелкнуть на кнопке -Установка глобальных привязок и в открывшемся окне установить опцию Пересечение.

4. Построить окружности, касательные к заданным окружностям. Для этого использовать команду - Касательная окружность к двум кривым.

5. Удалить ненужные части окружностей. Использовать команду – Усечь кривую панели Редактирования.

6. Построить дугу окружности m на заданном удалении от внешнего контура и прямую n, параллельную вертикальной оси симметрии. Использовать команду - Эквидистанта кривой панели Геометрия.

7. Построить сопряжения между прямой n и дугой окружности m. Для построения сопряжений использовать команду - Скругление.

8. Построить окружности и касательные к ним. Для построения касательных использовать опцию - Отрезок, касательный к двум кривым.

9. Удалить ненужные части окружности с использованием команды -Усечь кривую.

10. Установить точность размерных надписей - число знаков после запятой. Выполнить изображения размеров.

11. Заполнить основную надпись.

Пример выполненной работы представлен на рис. 2.13.

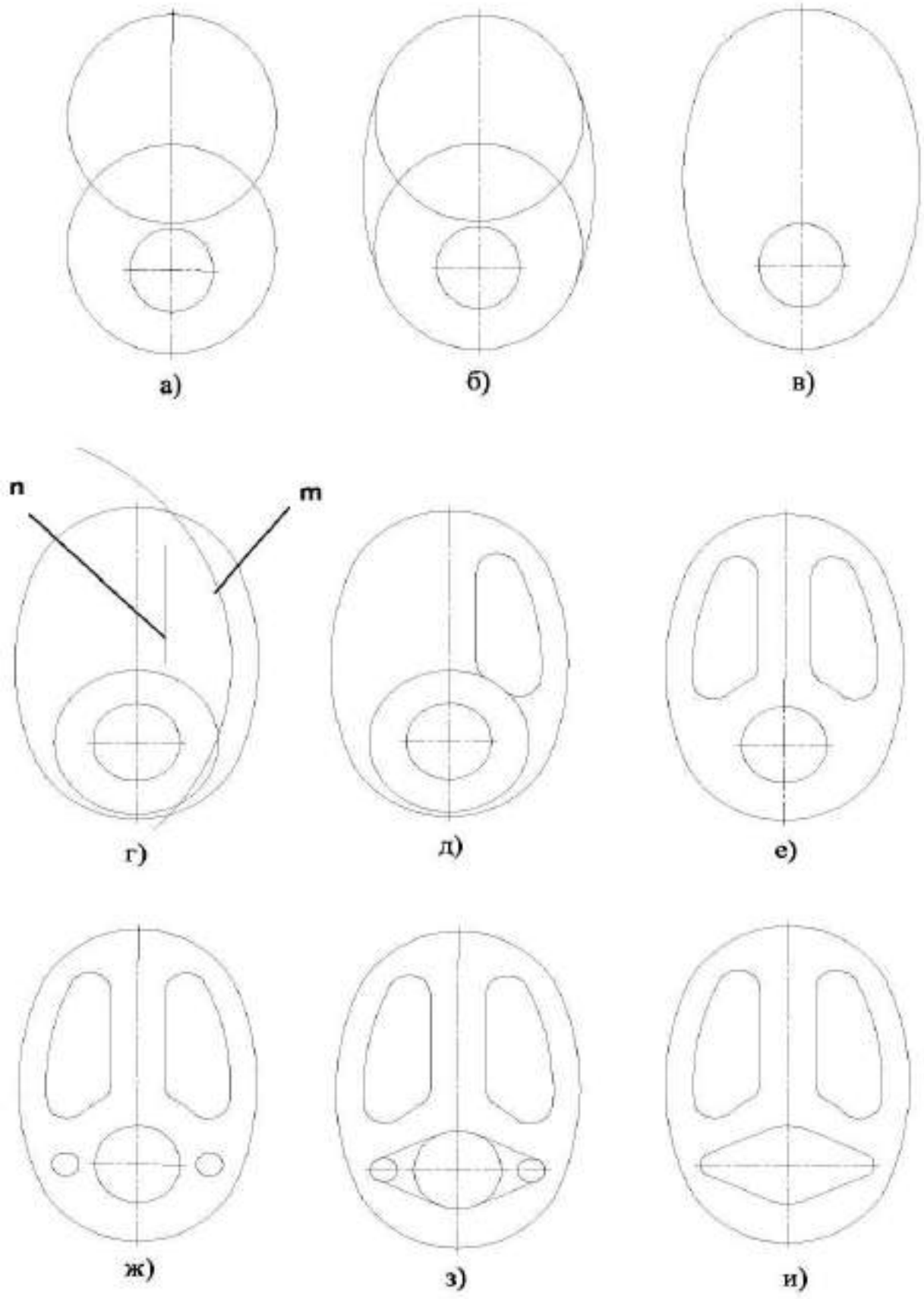
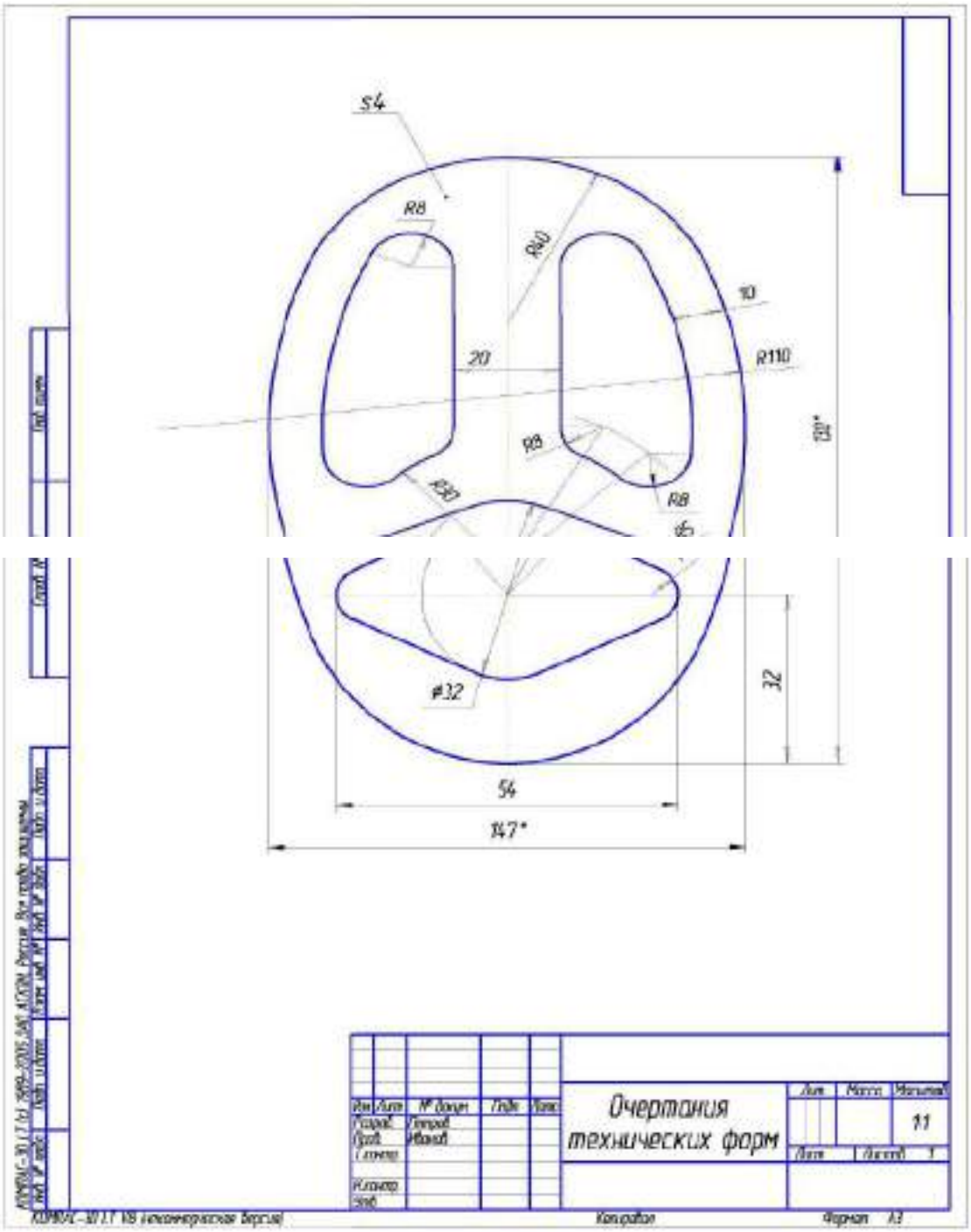


рис. 2.13.

Задание

Выполнить рабочий чертеж прокладки с использованием построений сопряжений и нанесением размеров.



«Выполнение сечений и разрезов в программе Компас-График»

Цель работы: изучение методов построения взаимосвязанных изображений деталей с использованием: 1) локальных систем координат; 2) вспомогательных прямых; 3) команд инструментальной панели Геометрия; 4) нанесения штриховки.

Время проведения-*3 часа*

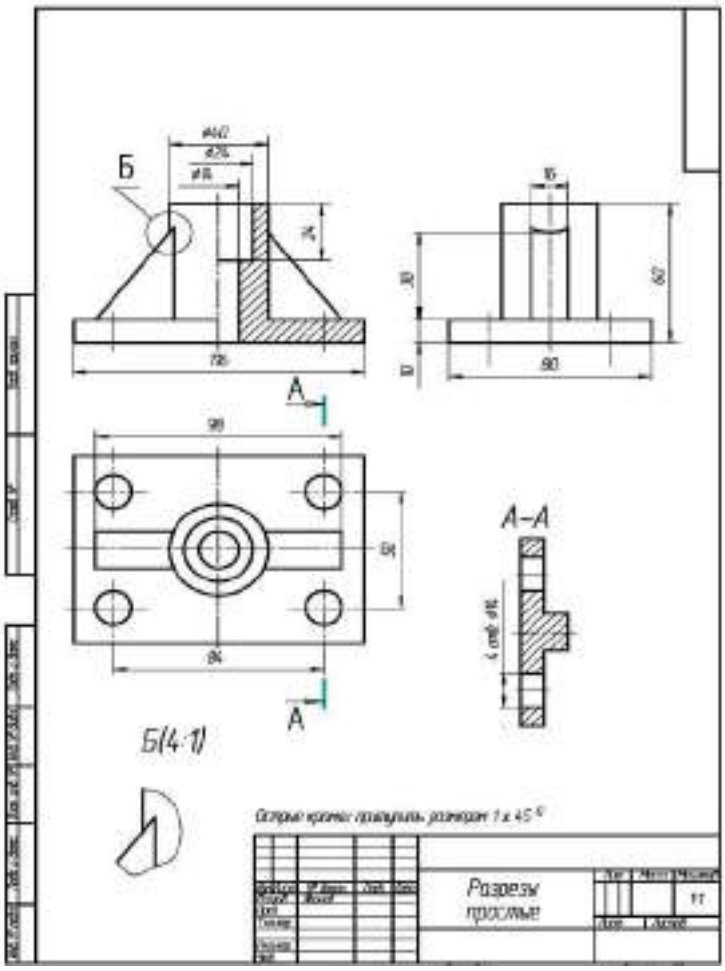
Общие сведения.

Исходными данными являются изображения детали на главном виде и виде сверху и выдаются в соответствии с вариантом задания. Работа выполняется в следующей последовательности:

1. Создать документ **Чертеж**.
2. Выбрать формат чертежа и его расположение на рабочем поле экрана.
3. Задать масштаб изображения.
4. Задать положения локальных **СК**, связанных с отдельными изображениями детали. Рекомендуется начинать выполнение задания с вида сверху. Построить вид сверху.
5. Построить вспомогательные линии, отражающие проекционную связь между видом сверху и главным видом.
6. Выполнить изображения главного вида и вида слева, используя вспомогательные линии, отражающие проекционную взаимосвязь.
7. Выполнить изображение штриховки на месте разреза
8. Выполнить надписи на чертеже и сформировать изображение текста: «Острые кромки притупить размером 1х45°».
9. Нанести размеры детали на чертеже. Заполнить основную надпись.

Задание

Выполнить чертёж детали с разрезом.



«Простановка размеров чертежа детали»

Цель работы: ознакомиться с основными приемами простановки размеров.

Время проведения-3часа

Общие сведения.

Выделение и удаление объектов. Отмена и повтор действий

При проектировании в КОМПАС-ГРАФИК неоднократно приходится вносить те или иные изменения в разрабатываемые чертежи, т.е. различными способами выполнять их редактирование

Выделение объектов непосредственно связано с их последующим редактированием. С помощью процедуры выделения системе объясняется, какие именно объекты должны быть изменены вызываемой командой редактирования. Таким образом, выделение объектов предшествует их редактированию. Однако есть исключения. Некоторые команды редактирования, такие, как команда **Деформация сдвигом** или **усечь кривую**. Действуют иначе. Она не требует предварительного выделении выделения объектов. Вместо этого после их запуска нужно сначала указать объекты/ а затем начинается выполнение собственно операции редактирования. В КОМПАС – ГРАФИК предусмотрены различные средства для выделения объектов

В течении одного сеанса выбора объектов можно свободно использовать любую комбинацию этих способов выделения объектов. Простое выделение можно выполнить мышью, не прибегая к специальным средствам. В более сложных случаях необходимо использовать специальные команды из меню **Выделить** в Строке меню или обратиться к **странице Выделение Инструментальной панели.**

Выделенные объекты отображаются на экране специальным цветом, который можно изменить в диалоге настройки системы. По умолчанию этот цвет зеленый. После выбора нужных объектов можно приступить к их редактирования – удалению, перемещению, копированию, и т.д.

Отменить выделение объектов можно простым щелчком мыши в любой свободной области рабочей зоны.

Использование вспомогательных построений

Для обеспечения точного черчения при построении геометрических объектов необходимо использовать глобальные, локальные и клавиатурные привязки. С их помощью можно быстро установить курсор в характерные точки существующих объектов на чертеже.

Если нужная точка отсутствует в явном виде/ ее всегда можно вывести с помощью вспомогательных построений.

Вспомогательные построения являются полным аналогом тонких линий используемых конструктором при черчении на кульмане, и чрезвычайно широко применяются при работе в КОМПАС – ГРАФИК

Средства построения вспомогательных прямых включают в себя кнопку **Ввод вспомогательной прямой** и связанную с ней **Панель расширенных команд** вспомогательных построений.

После выполнения вспомогательных построений и создания на их основе основных геометрических объектов вспомогательные линии можно быстро удалить с экрана с помощью команды **Удалить – Вспомогательные кривые и точки**.

Простановка размеров

КОМПАС – ГРАФИК поддерживает все предусмотренные ЕСКД типы размеров: линейные, диаметральные, угловые и радиальные. Кнопки вывода соответствующих команд, расположены на странице **Размеры Инструментальной панели**.

На панели расширенных команд располагаются различные дополнительные варианты простановки размеров. Панель расширенных команд включает в себя линейный размер с обрывом, линейные размеры от общей базы, цепной линейный размер. Цепной линейный размер, линейный размер с общей выносной линией, размер высоты. Кнопки **Радиальный размер** и **Угловой размер** имеют свои Панели расширенных команд.

По умолчанию система автоматически вписывает размерную надпись значения квалитета и предельных отклонений.

Построение фасок и скруглений

Команда **Фаска** позволяет построить одну или несколько фасок между геометрическими объектами. Для построения фаски нужно последовательно указать курсором на два элемента, между которыми она будет построена. Значение длин и углов фасок можно непосредственно внести в соответствующие поля Строки параметров или выбрать из списка стандартных значений.

Возможны два варианта задания параметров для построения фаски. В первом случае в поле параметров объектов необходимо ввести длину фасок на первом элементе и угол. Во втором случае задаются значения длин фасок на первом и втором элементах. Для переключения на нужный вариант используется кнопки **Усечение первого объекта** и **Усечение второго объекта**, с помощью которых можно управлять способом построения фаски.

За один вызов команды можно построить произвольное количество фасок.

Задание

Выполнить упражнения в следующей последовательности:

Упражнение 2.01. Выделение объектов мышью. Панель Выделение (то же, что и меню Выделение). Команда **Выделить объект указанием**.

Упражнение 2.02. Выделение объектов с помощью прямоугольной рамки (просто курсором, опять же Shift). Команда **Выделить рамкой**.

Упражнение 2.03. Выделение объектов командой **Выделить секущей рамкой** (в начале попробовать обычной рамкой – плохо)

Упражнение 2.04. Выделение объектов командой **Выделить секущей ломаной**. Команда **Выделить прежний список**.

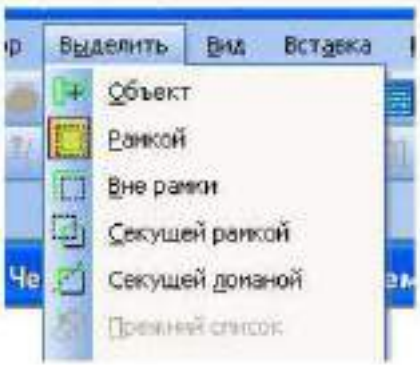


Рисунок 2.1 Команда выделить

Упражнение 2.05. Простое удаление объектов (Delete). Отмена и повтор действий (по умолчанию 30 шагов, максимум - 100)

Упражнение 2.06 Вспомогательные прямые – аналог тонких линий на кульмане, нужны для предварительных построений (11).

Рисунок 2.2 Вспомогательные прямые

Ввод произвольной вспомогательной прямой (привязка пересечение). Можно вводить и параметры на Панели свойств.

Упражнение 2.07. Ввод вспомогательной перпендикулярной прямой (2 прямые перпендикулярно боковым ребрам через центры отверстий)

Упражнение 2.08. Ввод вспомогательной параллельной прямой. Сначала “уши” – 4 прямые, для создания указываем в чертеже. Обводка - непрерывный ввод объектов, Новый ввод. Удаляем прямые. Потом также центры отверстий, окружности - Запомнить состояние.

Упражнение 2.09. Построение биссектрисы угла, образованного двумя отрезками (последовательно указать отрезки). Панель расширенных команд на странице Вспомогательные прямые. Выбирается нужный. Указать заново. Построить окружность.

Упражнение 2.10. Ввод произвольных точек (1 – привязка, 2,3 – ввод координат, 6 – клавиатурой с шагом 5). Стили точек (на панели свойств “**Стиль**”).

Упражнение 2.11. Простановка точек равномерно по незамкнутому элементу (вычерчиваются 2 отрезка стилем вспомогательная прямая, верхний отрезок – клавиатурой с шагом 5, строим точки на кривой – 9 штук). Непрерывный ввод объектов. Удаляются все вспомогательные построения.

Упражнение 2.12. Простановка точек пересечения геометрических объектов (1 вспомогательная горизонталь y =- 10) (10.4). Указываем оси на верхней виде и соответствующие линии на нижнем. Вычерчиваются все окружности.

Упражнение 2.13. Панель **Размеры**. Ввод простых линейных размеров (2 вида – по точкам и указанием). Управление ориентацией размеров.

Упражнение 2.14. Ввод линейных размеров с управлением размерной надписью (квалитет, отклонения – автоматически, ×45°, текст после)

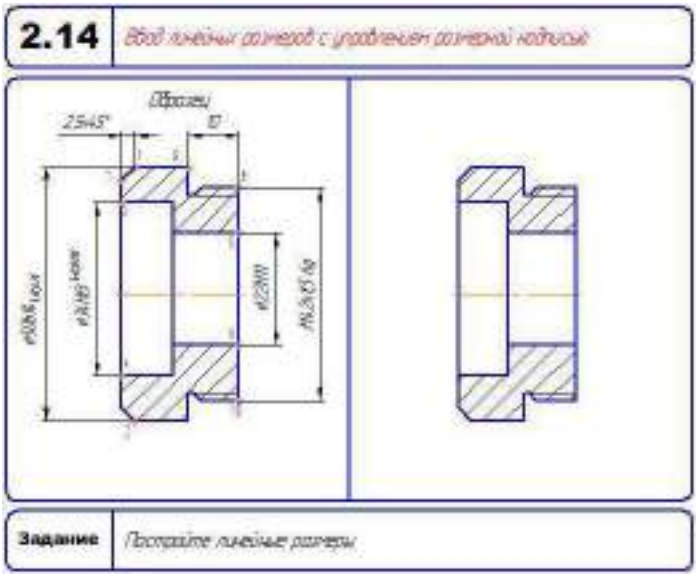


Рисунок2.3 Упражнение 2.14

Упражнение 2.15. Ввод линейных размеров с заданием параметров (Вкладка Параметры Панели свойств: текст на полке, вручную, тип стрелки, зазор).

Упражнение 2.16. Ввод угловых размеров (управление ориентацией, параметры – похожи на линейные)

Упражнение 2.17. Ввод диаметральных размеров (параметры, размерная линия полная или с обрывом)

Упражнение 2.18 Ввод радиальных размеров (от центра или не от центра, параметры)

Упражнение 2.19. Ввод размеров (текст под размерной линией)

Упражнение 2.20 Построение фасок по катету и углу (параметры на Панели свойств, если угол не 45, важен порядок указания объектов)

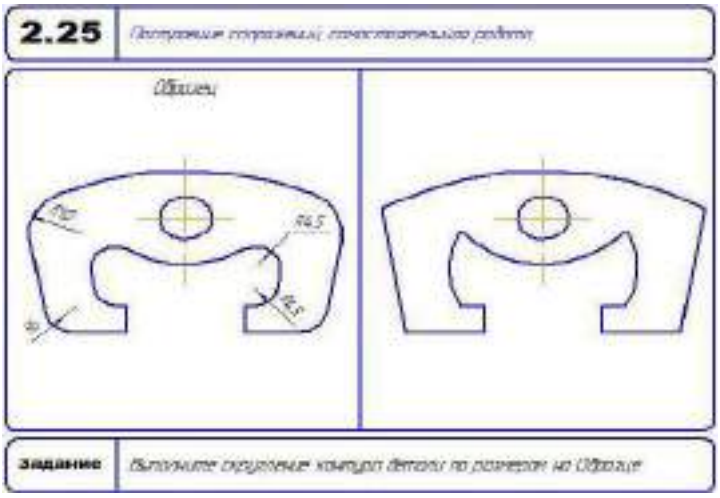
Упражнение 2.21 Построение фасок по двум катетам (меняем Способ построения, важен порядок указания базовых объектов)

Упражнение 2.22 Построение фасок с усечением объектов (кнопки управления усечением 1 и 2 элемента, не штриховать)

Упражнение 2.23 Построение фасок

Упражнение 2.24 Построение скруглений (полная аналогия с фасками, управление усечением объектов, дорисовать тонкие линии)

Упражнение 2.25 Построение сопряжений с помощью команды скругление



Упражнение 2.25

«Редактирование чертежа детали»

Цель работы: ознакомиться с основными приемами редактирования чертежа.

Время проведения-3часа

Общие сведения.

КОМПАС – 3D V12 представляет пользователю разнообразные возможности редактирования объектов. Наиболее простые и часто используемые приемы редактирования можно выполнять с помощью мыши. Для реализации специальных возможностей редактирования требуется вызов специальных команд. Команды редактирования сгруппированы в меню **Редактор**, а кнопки для вызова команд – на панели **Редактирования.**

Перед вызовом команд сдвига, поворота, масштабирования, преобразования симметрии и копирования требуется выделить объекты, участвующие в операции.

С помощью мыши можно сдвигать и копировать геометрические объекты и виды на чертеже, а также редактировать характерные точки геометрических объектов. Также двойным щелчком мыши по объекту запускается процесс редактирования параметров этого объекта. На Панели свойств появляется тот же набор управляющих команд, что и при создании объекта.

Копирование объектов

Многие машиностроительные, строительные и любые другие чертежи часто имеют несколько одинаковых элементов. В таком случае необходимо тщательно и точно вычертить только один из этих элементов, а остальные можно получить с помощью копирования. В КОМПАС-ГРАФИК можно явно задать параметры копирования (угол поворота и масштаб копии, координаты базовой точки и ее нового положения и т.д.), введя их в поля Текущего состояния объекта. После фиксации нового положения базовой точки система копирует выделенные элементы и ожидает указания следующего места их копирования. Операция копирование осуществляется с помощью кнопки

Копирование на странице **Редактирование** Инструментальной панели.

Симметрия объектов

В машиностроительном черчении часто деталь (или отдельные ее элементы) имеет симметричные участки относительно вертикальной, горизонтальной или наклонной оси симметрии. В подобных случаях конструктор вычерчивает один элемент, а симметричные участки строятся с помощью команды **Симметрия**. Эту команду можно успешно использовать и при отсутствии симметрии на чертеже в явном виде. В таком случае ее нужно построить с помощью вспомогательных построений.

Команда **Симметрия** на странице **Редактирование** Инструментальной панели позволяет симметрично отобразить выделенные объекты активного документа относительно произвольной оси симметрии. Если же элемент не выделен, команда будет не доступна. Чтобы использовать в качестве оси симметрии начерченный ранее отрезок или прямую надо активизировать кнопку **Выбор базового объекта** на Панели специального управления, а затем указать курсором нужный элемент, кроме того задать параметры оси симметрии можно в полях Строки параметров объекта

Усечение и выравнивание объектов

При редактировании чертежа часто необходимо удалить не весь элемент, а только ее часть. КОМПАС – ГРАФИК позволяет удалить любую часть геометрических объектов, усекая их по точкам пересечения с другими объектами, по двум точкам на объекте, по произвольной границе и т.д. наличие в системе средств усечения объектов позволяет применить при создании чертежа более рациональные приемы построения изображения. Лишние участки убираются с помощью команды **Усечь кривую** на странице **Редактирование**.

Деформация объектов

Команда **Деформация сдвигом** на странице **Редактирование** Инструментальной панели является одним из самых мощных инструментов редактирования чертежей КОМПАС-ГРАФИК. Она позволяет легко изменить геометрию детали для устранения возможных ошибок, или прорабатывать несколько ее вариантов в поисках оптимального.

Команда деформации незаменима при проектировании изделий по образцу. Можно взять за основу чертеж, ранее разработанной детали, которая имеет похожую геометрию. Затем с помощью команды деформации и других команд редактирования изменить ее и сохранить под другим именем сэкономив, таким образом, время на разработку нового чертежа.

Особенность данной команды заключается в том, что она не требует предварительного выбора объектов, подлежащих деформации, после активизации команды указываются последовательно первая и вторая точки габаритного прямоугольника, который должен захватить деформируемую область

Штриховка областей

Команда **Штриховка** на странице **Геометрические построения** Инструментальной панели позволяют заштриховать одну или несколько областей в текущем виде чертежа или фрагмента. По умолчанию ожидается ввод точки для автоматического определения границ штрихуемой области, внутри которой указана точка

После задания границ штриховки выполняется ее предварительное построение. До фиксации штриховки можно изменить ее параметры (шаг штриховки/ угол наклона, базовую точку и текущий стиль), задавая нужные значения в полях Панели текущего состояния.

Задание

Образец

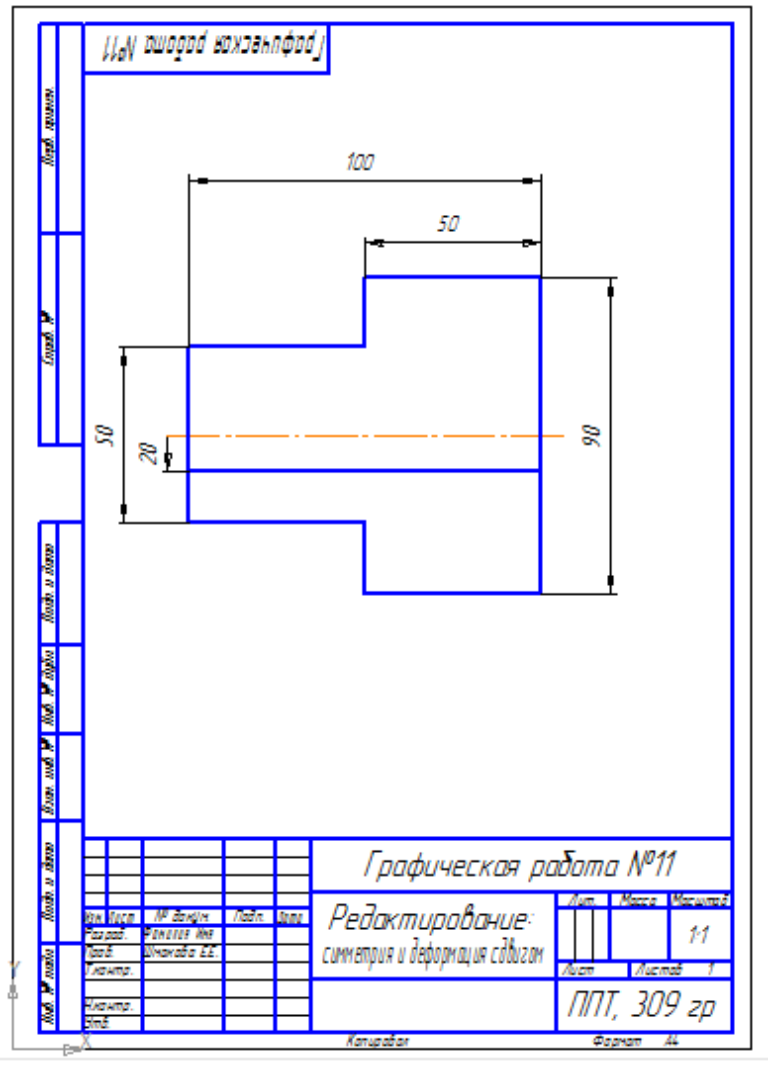


Рис. 1

Задание 1. Выполните чертеж по образцу на рис.1

Порядок выполнения:

1. Запустите систему Компас 3D V12
   Примечание: После выбора темы оформления, в главном меню окна системы нажмите ***Сервис – Получить лицензию***
2. В качестве режима работы выберите **«Чертеж»**
   Команда **Файл/Создать/Чертеж**
3. Выполните контур верхней части изображения, по размерам, представленным на чертеже (рис. 2)

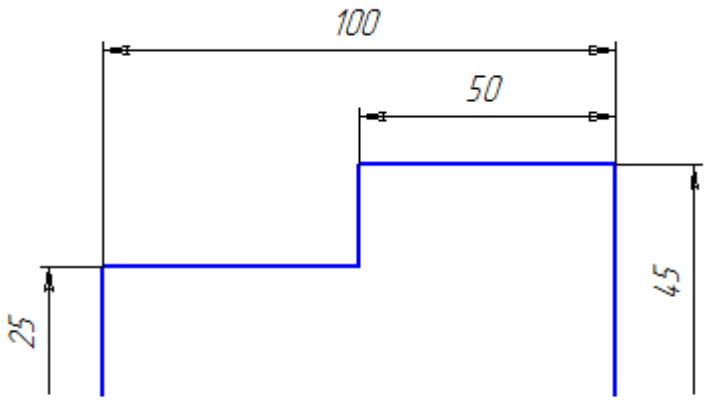


Рис. 2

4. Для выполнения осевой линии активизируйте на панели **Обозначения – Осевая линия по двум точкам**, . Курсором укажите две точки, рис. 3. Осевая линия построена. Прервите команду.

Рис. 3

5. Выполните очерк нижней части детали
Команда **Симметрия** становится активной после выделения необходимых объектов, поэтому нажмите **Выделить – Секущей рамкой**. Расположите рамку выше осевой линии, рис. 4. В этом случае не произойдет выделение осевой линии.

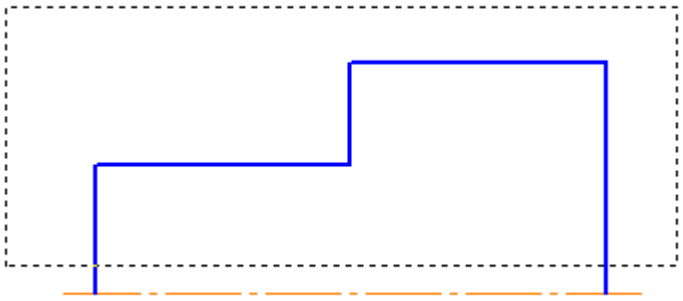


Рис. 4

Нажмите кнопку **Симметрия** на панели **Редактирование**. Строка параметров (вместе с панелью специального управления) примет вид, показанный на рис. 5.

Рис. 5

Кнопка **Оставлять исходные объекты** активна. На панели специального управления нажмите кнопку **Выбор базового объекта**, рис. 5, курсором укажите осевую линию, рис. 4, и получите изображение, показанное на рис. 6.

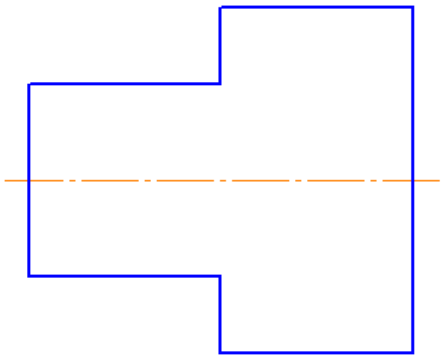


Рис. 6

• Для построения горизонтальной прямой, определяющей в разрезе отверстие диаметром 20 мм, воспользуйтесь командой Параллельный отрезок на панели Геометрия, рис. 7.

Рис. 7

На запрос системы **Укажите прямую для построения параллельного отрезка** курсором укажите осевую линию. Строка параметров для этой команды показана на рис. 8.

Рис. 8

Поле для ввода значения длины отрезка активно, поэтому с клавиатуры наберите «100» и нажмите [Enter]. После ввода длины становится активным поле **Расстояние до отрезка**, поэтому с клавиатуры наберите «10». Подведите курсор к вертикальной прямой до срабатывания глобальной привязки **Пересечение** и нажмите левую кнопку мыши, рис. 9.

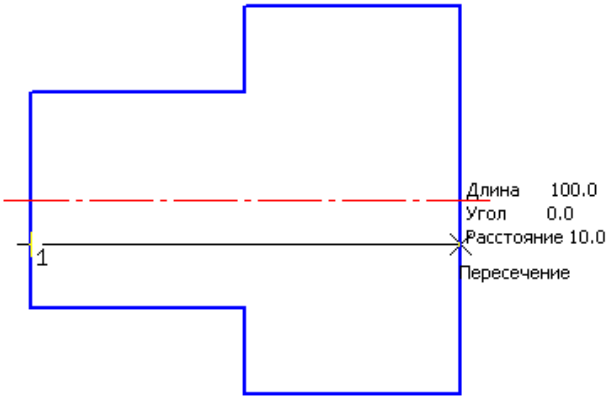


Рис. 9

6. Сохраните созданный документ в Вашей папке, под именем **ЛПЗ_11_1_Фамилия**
7.

Задание 2. Выполните редактирование детали, используя команду **Деформация сдвигом**

Порядок выполнения:

1. Выполните чертеж детали, изображенный на рис. 10. На данном чертеже первый цилиндрический элемент на 20 мм длиннее, чем на чертеже, показанном на рис. 1. И вся длина детали увеличена тоже на 20 мм. В этом случае целесообразно изменить размеры детали командой **Деформация сдвигом** на панели **Редактирование**.

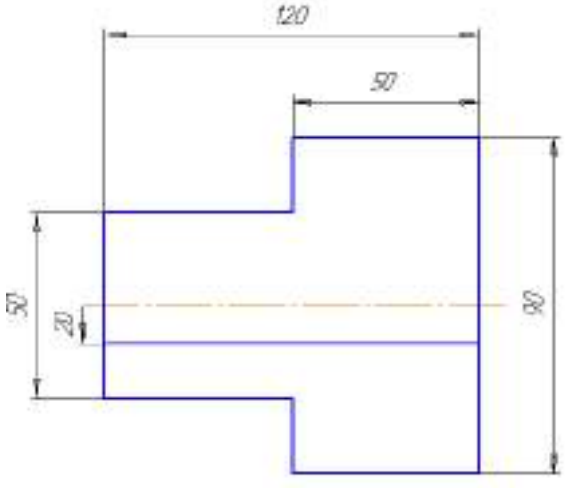


Рис. 10

2. Активизируйте команду **Деформация сдвигом** и выполните мышью рамку согласно рис. 11.

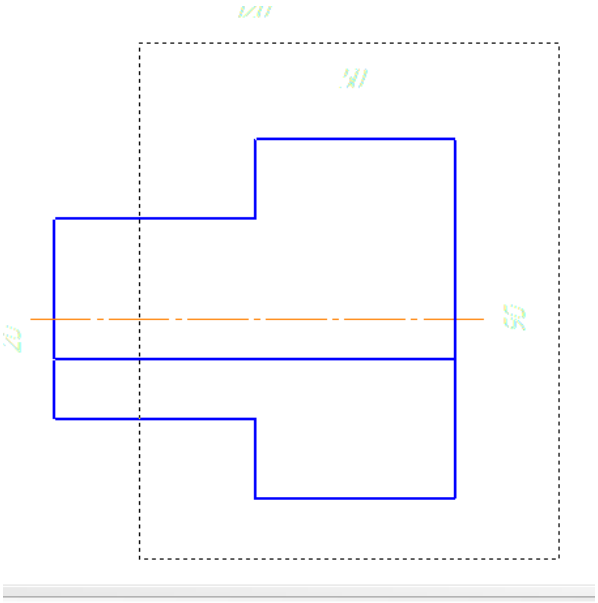


Рис. 11

Строка параметров для деформации сдвигом показана на рис. 12.

Рис. 12

Поле ввода значений сдвига вдоль оси X активно, поэтому наберите с клавиатуры «20» (вправо – положительное значение), [Enter]. Поле ввода значений сдвига вдоль оси Y активно, поэтому наберите с клавиатуры «0», [Enter]. Чертеж выполнен (рис. 13).

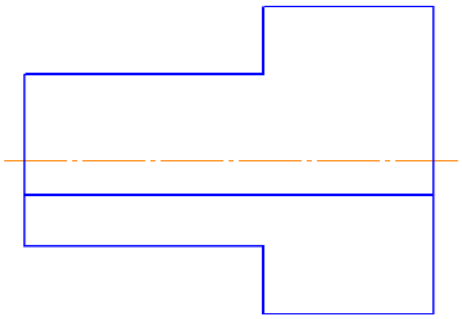


Рис. 13

3. Измените диаметр цилиндрической части, равный 90 мм, на 110 мм. Для этого выполните выделение частей цилиндра. При выделении верхней части цилиндра, рис. 14, сдвиг вдоль оси X - 0, а сдвиг вдоль оси Y равен 10 мм (положительное направление).
4. При выделении нижней части, рис. 14 - сдвиг вдоль оси X - 0, а сдвиг вдоль оси Y равен - - 10 мм (отрицательное направление).

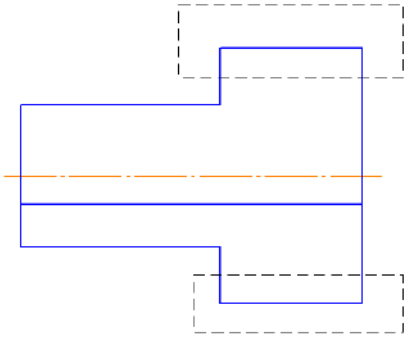


Рис. 14

5. Получим изображение рис. 15

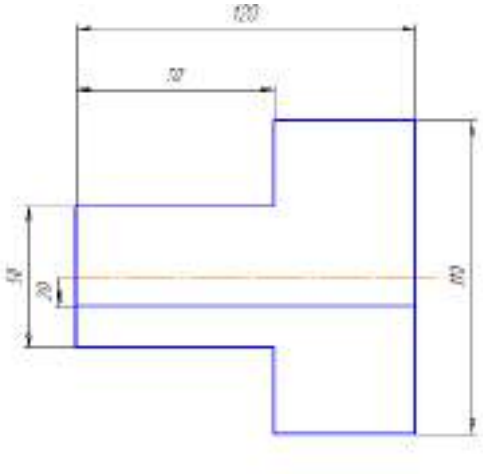


Рис. 15

Задание 3. Выполните чертеж, показанный на рис. 16. Изображение детали (рис. 15) перевернуто.

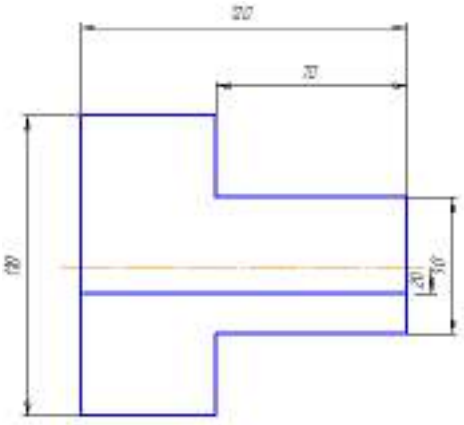


Рис. 16

Порядок выполнения:

1. Для выполнения данного чертежа необходимо воспользоваться командой **Симметрия** на панели **Редактирование**. Прежде необходимо провести прямую (вспомогательную), которая находилась бы посередине детали. Для этого активизируйте на панели Геометрия команду Биссектриса, рис. 17.

Рис. 17

2. Укажите курсором отрезки для построения вспомогательной прямой, рис. 18, и **Создать объект**. Вспомогательная прямая, расположенная в середине детали, построена.

Рис. 18

3. Выделите все изображение. Для этого: Редактор – Выделить все (или [Ctrl+A]). На панели **Редактирование** сделайте активной команду **Симметрия**. В строке параметров включите режим Удалять исходные объекты, , на панели специального управления нажмите Выбор базового объекта и укажите курсором построенную вспомогательную прямую.
4. Прервите команду. Удалите вспомогательную прямую. Для этого: **Редактор – Удалить – Вспомогательные кривые и точки**.
5. Сохраните созданный документ в Вашей папке, под именем **ЛПЗ_11_2_Фамилия**

«Выполнение титульного листа в СПДС "КОМПАС-3D»

Цель работы: освоить настройки графического редактора, командам вычерчивания графических примитивов и выполнения надписей конструкторских документов.

Время проведения-2 часа

Общие сведения.

Проектирование в различных областях производства предполагает широкое использование интегрированных компьютерных систем, работающих на уровне трехмерных компьютерных геометрических моделей, которые позволяют осуществить интеграцию всех этапов жизненного цикла продукта и существенно ускорить процесс геометрического моделирования.

В отечественном производстве применяют такие векторные системы как AUTOCAD, MATCAD, ADEM, CREDO. Преимущества системы KOMPAS 3D - возможность как двумерного, так и трехмерного моделирования, удобный русифицированный интерфейс, поддержка стандартов ГОСТ. Минимальные системные требования предполагают
наличие у пользователя процессора Pentium 166, 64 Мб оперативной памяти, видеокарта 4 Мб, OS Windows 95/ 98/ NT/ 2000/ XP, что отображает незначительное использование компьютерных ресурсов.

Система КОМПАС 3D LT – учебная облегченная версия профессиональной системы трехмерного твердотельного моделирования КОМПАС 3D, тем не менее, обладает всеми возможностями универсального графического редактора по созданию трехмерных моделей
и плоских чертежей любого уровня сложности, позволяет изучить реальные физические свойства модели – объем, плотность, массу, центр тяжести, моменты инерции и т.д.
Система КОМПАС 3D состоит из двух частей – модуля плоского черчения 2D и модуля трехмерного твердотельного моделирования 3D. В системе можно создавать 3 типа документов: фрагменты, плоские чертежи и трехмерные детали. Фрагменты представляют собой пустой лист неограниченных размеров; плоский чертеж – лист чертежа со штампом основной надписи; трехмерные детали предназначены для создания объемного изображения.

Интерфейс системы двумерного моделирования

Поскольку система КОМПАС является прикладной программой Windows, то ее окно имеет стандартные элементы управления. Для плоских чертежей и фрагментов окно системы КОМПАС содержит следующие элементы.

Строка меню расположена в верхней части программного окна, в ней записаны все меню системы. В каждой из меню хранятся связанные с ним команды. Доступные в текущей момент команды изображаются более ярким цветом и выбираются щелчком мыши на имени команды. Для команд, завершающихся многоточием, на экран выводятся диалоговые окна. Под пиктограммой зашифровано справочное меню системы.
Например, Контекстная, Указатель, кривая Безье, Показать и выбрать соответствующий раздел. Для выхода из меню достаточно щелкнуть левой клавишей мыши за его пределами.

Панель управления расположена под строкой меню и содержит наиболее часто используемые команды меню в виде пиктограмм. Для каждой пиктограммы при указании курсором мыши всплывает подсказка.

Инструментальная панель – вертикальное меню в левой части окна, состоит из нескольких страниц: геометрические построения, размеры и технологические обозначения, редактирование, выделение и измерения. Каждая из страниц содержит панель расширенных задач, сгруппированных по функциональному признаку, т.е. свое подменю у пиктограмм. Сразу после запуска системы автоматически включается кнопка Геометрические построения на инструментальной панели и открывается данная панель.

Панель специального управления находится ниже инструментальной панели и содержит набор кнопок управления изображением, характерных для выполняемой команды.

Строка параметров объектов располагается сразу под окном
документа и появляется после вызова какой-либо команды из панели инструментов или в режиме редактирования объектов. Здесь содержаться параметры, характеризующие строящийся геометрический объект, так, например, для окружности это – координаты центра окружности, ее радиус, способ построения, тип линии.

Строка параметров автоматически выключается после прекращения работы команд построения или редактирования объектов.

Строка сообщений системы содержит информацию о текущем виде, строку подсказку системы, меню привязок, меню типов линий, строку текущего состояния курсора и масштаба.

Задание

По предложенному образцу выполнить титульный лист для работ.

«Выполнение трехмерной модели в программе

Компас-3D»

Цель работы: изучение основных команд построения трехмерных моделей.

Время проведения-*5 часов*

Общие сведения.

Общим принципом твердотельного моделирования является выполнение над телами булевых операций: объединения, вычитания и пересечения.

Принцип формообразования объемных геометрических элементов определяется перемещением в пространстве плоской фигуры, называемой эскизом.

В зависимости от вида перемещения - прямолинейное, вращательное или криволинейное - образуются соответствующие тела. Так, прямолинейное перемещение порождает призмы, пирамиды, цилиндры или конусы. Вращением плоской фигуры создаются тела вращения. Криволинейное перемещение позволяет создавать тела, ограниченные сложными криволинейными поверхностями. Создавая различные формы эскизов, а также комбинируя различные перемещения, можно создавать тела практически произвольной формы.

После построения 3D-модели детали можно получить ее чертеж. Для этого нужно указать необходимые виды, провести линии разрезов и сечений. Чертеж создается в автоматизированном режиме.

Этапы построения

1. Создаем новый документ **Деталь**.

2. Выявляем простейшие геометрические тела, из которых состоит деталь. В нашем случае это: пятигранная призма с призматическим отверстием, цилиндр и половина шара с вырезом. В этой последовательности и будем формировать модель.

3. В качестве конструктивной плоскости выберем координатную плоскость **XZ**.

4. В плоскости **XZ** выполняем эскиз для создания основания - призмы, в

нашем случае пятиугольника. Для удобства дальнейшей работы центр пятиугольника поместим в начало системы координат.

5. Применим к полученному пятиугольнику **Операцию выдавливания**.

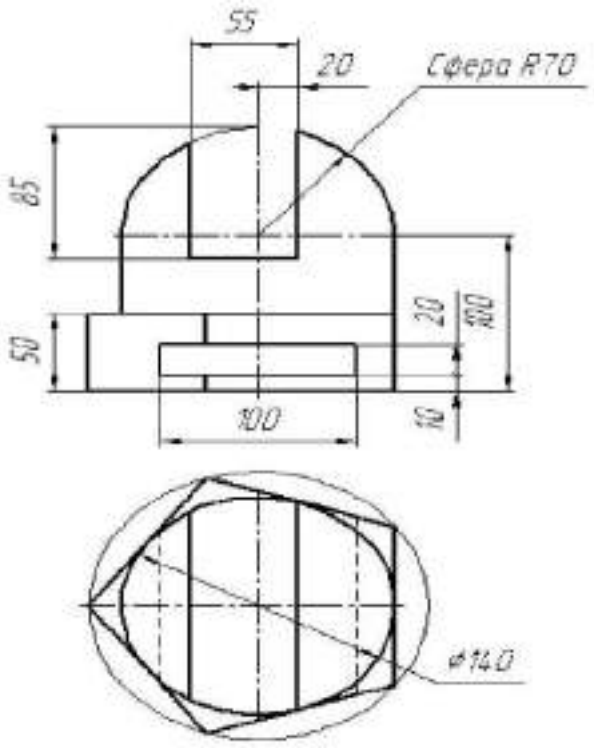
В окне **Расстояние** зададим **50**, а **Направление** - **Прямое**. Результат выдавливания показан на рис. Здесь применен каркасный способ отображения модели с прорисовкой невидимых ребер тонкими линиями.

6. Для создания цилиндра в качестве конструктивной плоскости используем верхнюю грань призмы. В ней выполняем эскиз - окружность.

7. Модель цилиндра формируем с помощью операции **Приклеить выдавливанием** на расстояние **50**.

Задание

По чертежу требуется выполнить трехмерную модель детали.



«Выполнение сборочного чертежа в программе Компас»

Цель работы: Изучение команд, предназначенных для редактирования изображений средствами КОМПАС, использования менеджера библиотек для получения изображений стандартных крепёжных изделий и выполнение документа спецификация.

Время проведения-4 часов

Общие сведения.

1. Создать новый документ Чертеж. Выбрать формат А3 с основной надписью вдоль короткой стороны.

2. Изобразить четвертую часть корпусной детали.

3. Выполнить изображение фаски. Для этого щелкнуть по кнопке- Фаска. Задать в Панели свойств длину фаски. Выбрать отрезки, между которыми строится фаска.

4. Построить симметричные изображения четверти, а затем половины корпусной детали. Для этого щелкнуть по пиктограмме и задать две точки, находящиеся на оси сопряжения (точки р1 и р2) . Для отражения половины корпусной детали указать точки р3 и р4 на оси отражения.

5. Выполнить изображение штриховки. Для этого в Панели свойств задать угол наклона и расстояние между линиями штриховки. Указать замкнутые контуры, подлежащие штриховке.

6. Вставить из библиотеки стандартных графических объектов изображение соединение болтом. В окне Болт Гайка Шайба задать диаметр и высоту пакета.

7. Изобразить пластину в разрезе с углом штриховки 135°.

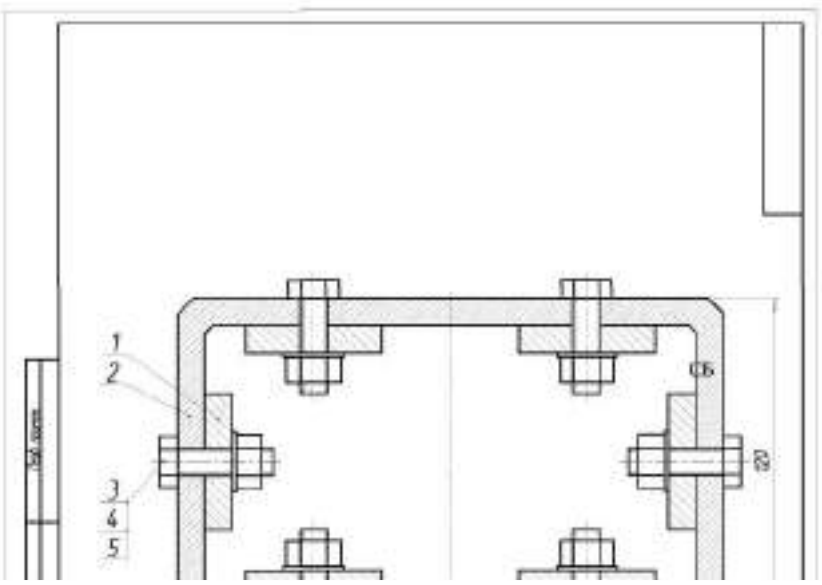
8. Вставить изображения болтом в соответствующие места сборочного чертежа с различным углом вставки. Для вставки изображений соединения болтом использовать команды редактирования чертежа: - Сдвиг,- Поворот, - Копирование.

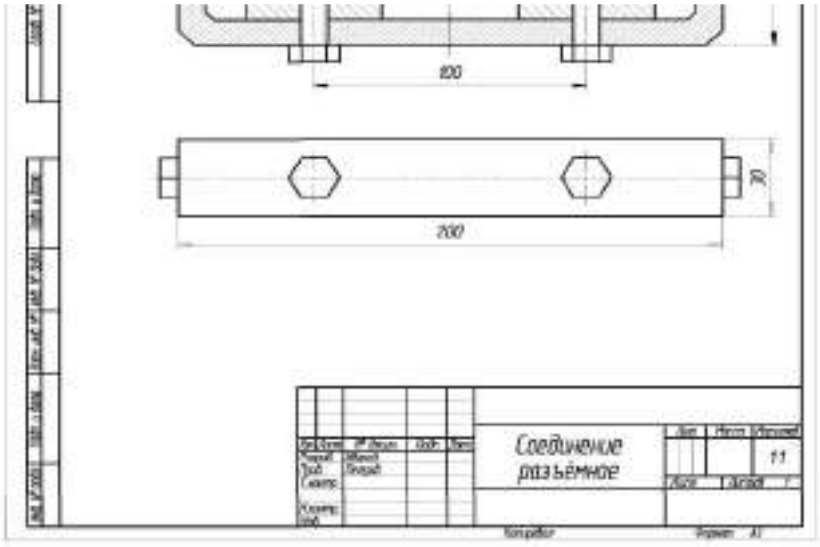
9. Выполнить вид сверху. Вставить изображения болтового соединения на виде сверху, используя установки в окне Болт Гайка Шайба – кнопку Вид сверху.

10. Проставить номера позиций, нанести размеры на чертеже. Щелкнуть по кнопке - Обозначения для вызова страницы Обозначения. Щелкнуть по кнопке- Обозначения позиций. Задать начальную точку выноски. В Панели свойств щелкнуть по пиктограмме Параметры. Задать опцию Без стрелки. Щелкнуть по кнопке - Создать объект в Панели свойств.

Задание

Выполнить сборочный чертёж.





«Составление спецификации к сборочному чертежу»

Цель работы: ознакомиться с основными приемами создания спецификации к сборочному чертежу

Время проведения-3 часа

Общие сведения.

Каждый сборочный чертеж должен иметь спецификацию. Согласно ГОСТ 2.102-68 именно спецификация является основным конструкторским документом для сборочных единиц. Она определяет состав сборочной единицы и необходима для ее изготовления. На основе спецификации комплектуются все остальные конструкторские документы. Разработка спецификации на сборочную единицу, состоящую даже из нескольких десятков деталей является довольно трудоемкой задачей, не говоря уже о боле сложных изделиях. Конструктору приходится заполнять строки спецификации, фактически дублируя информацию из штампов чертежей сборочных единиц и деталей

При составлении спецификации необходимо придерживаться требований стандартов, которые строго оговаривают последовательность создания разделов, порядок сортировки строк в разделах и много другое.

Система проектирования спецификации КОМПАС – ГРАФИК в значительной степени облегчает выполнение подобных операций при подготовке спецификации. Конструктор может создавать разделы и вводить в них строки в любой последовательности – все операции по поддержке корректной структуры документов система выполнит автоматически

Объекты спецификации можно создавать не только в документах спецификациях, но и в чертежах , и в моделях. Приемы создания и редактирования объектов спецификации в различных типах документов практически одинаковы. Кнопки вызова команд работы с объектами спецификации в режимах работы с графическими документами и моделями по умолчанию находятся на инструментальной панели **Спецификация**.

В сборочном чертеже нужно создавать те объекты спецификации, изображения которых содержатся в этом чертеже. Как правило, это объекты из разделов Сборочные единицы, Детали, Стандартные изделия.

Создание объектов спецификации в чертеже

Объект спецификации – строка или несколько следующих друг за другом строк спецификации КОМПАС – 3D. Объект спецификации имеет информационную природу. Он представляет собой комплекс разнородных сведений о каком – либо материальном объекте (например, деталь сборочной единице или документе) включаемом в спецификацию.

Объекты спецификации бывают базовыми и вспомогательными

Текстовая часть объекта спецификации может быть заполнена различными способами.

Режим ввода и редактирования текстовой части действует после вызова команды вставки нового объекта спецификации до тех пор, пока не подтверждено создание объекта

Режим ввода текстовой части практически не отличается от текстового режима КОМПАС – 3D. В этом режиме в таблице спецификации открывается для редактирования строка, в которой будет расположена текстовая часть объекта спецификации.

Редактирование объектов спецификации в документе

Для входа в режим редактирования текстовой части существующего объекта спецификации нужно дважды щелкнуть мышью по строкам, в которых размещается этот объект либо установить выделение объекте и вызвать команду Редактор – Редактировать объект. Выход из режима редактирования текста производится точно так же, как выход из режима ввода объекта – щелчком мышью в любом месте спецификации вне редактируемого объекта или при помощи комбинации клавиш <Ctrl>+<Enter>.

Для удаления объекта спецификации установите выделение на этом объекте. Затем вызывается команда **Редактор** – **Удалить объект**. На экране появится запрос на подтверждение удаления объекта. В нем указывается обозначение и наименование объекта. Если объект требуется удалить нажимается кнопка «Да», или «Нет», если объект удалять не нужно. Отменить удаление объекта спецификации невозможно. Если при настройке текущей спецификации включена опция **Удалять геометрию при удалении объекта спецификации** нужно быть очень внимательным, так как это повлечет за собой удаление из сборочного чертежа и модели сборки всех объектов, входящих в состав удаляемого объекта спецификации.

Просмотр геометрии объектов спецификации

Включение в состав объекта спецификации позиционной линии выноски является необходимым условием для передачи информации об объектах спецификации между чертежом и спецификации. Включение в состав объекта спецификации соответствующих ему графических объектов позволяет быстро отыскать изображение этого объекта спецификации в сборочном чертеже. В состав геометрии любого базового объекта спецификации можно включить несколько позиционных линий – выносок. В этом случае номер позиции объекта спецификации будет передаваться на полки всех подключенных линий выносок.

Для осуществления просмотра геометрии объекта спецификации выполняется ее открытие совместно с подключенным к нему сборочный чертеж или сборку. Затем расположить мозаикой окна этих документов. в режиме разметки страницы недоступны для редактирования. Для редактирования объектов требуется вернуться в нормальный режим. Для перехода из режима разметки страницы в нормальный режим вызывается команда **Вид - Нормальный режим** или нажимается кнопка **Нормальный режим** на панели **Вид**. По умолчанию система находится в нормальном режиме работы со спецификацией.

Создание документа спецификации

Система проектирования спецификаций предполагает два режима работы ручной и полуавтоматический. Чтобы создать спецификацию вызывается команда **Файл** – **Создать**. В по-

явившемся диалоге создания нового документа выбирается тип нового документа – **Спецификация**. Также спецификацию можно создать, нажав кнопку **Спецификация** на панели **Новый документ**. На экране появится таблица новой спецификации. В ней можно создать объекты спецификации. Эта таблица и правила ее заполнения (колонки, разделы, наличие автоматической сортировки, количество резервных строк и т.д.) будут соответствовать стилю, который установлен по умолчанию для новой спецификации. Стиль спецификации можно изменить.

Режим работы с документом - спецификацией

При создании и заполнении текстовой части объектов документа-спецификации на экране располагается стандартная таблица спецификации, в графы которой вводятся данные. Такой режим работы называется нормальным режимом заполнения спецификации. Данный режим аналогичен нормальному режиму заполнения текстового документа. В этом режиме также редактируются дополнительные параметры объектов спецификации, к объектам подключается геометрия, производится сортировка объектов, простановка позиций и другие операции с объектами.

Основная надпись документа-спецификации в нормальном режиме не видна и не доступна для редактирования. Для заполнения основной надписи требуется перейти в **Режим разметки страниц.** Этот режим при работе со спецификацией похож на режим разметки страницы текстового документа. Для перехода в режим разметки страницы вызывается команда **Вид – Разметка страниц** или нажимается кнопка **Разметка страниц** на панели **Вид**.

В этом режиме страницы спецификации показываются так, как они будут выводится на печать. Видны и доступны для редактирования таблицы основной надписи документа – спецификации. Объекты спецификации **документов к объекту спецификации**

Объект спецификации можно связать с документами КОМПАС 3D. Эта связь является двусторонней и ассоциативной и позволяет передавать данные об объекте спецификации в подключенный документ, или наоборот, данные из документа в соответствующий ему объект спецификации. Документы подключаются к объекту спецификации на вкладке Панели свойств **Документы**. Она содержит разворачивающуюся панель **Документы**. Панель содержит список подключенных к объекту документов. Выделив название любого из них, в нижней части панели можно просмотреть его уменьшенное изображение (при условии, что не включена опция **Выключить просмотр**). Для подключения документа к объекту спецификации нажимается на панели **Документы** кнопка **Добавить документ**. В появившемся диалоге указывается путь к файлу документа и его имя.

Информация из подключенного документа может передаваться не только в колонки бланка спецификации, но и в дополнительные колонки. Например, в дополнительную колонку объекта может быть автоматически передана масса детали из модели или из соответствующей графы основной надписи.

Подключение

Вызвав команду **Сервис** – **Показать состав объекта** система перейдет в режим показа геометрии объектов спецификации. Просмотр геометрии других объектов текущей спецификации объекты выделяются любым способом

Синхронизация данных при изменении документов

Для передачи объектов из текущей спецификации в подключенные к ней документы вызывается команда **Сервис** – **Синхронизировать данные**. Подключенный документ необязательно должен быть открыт в момент вызова команды. В результате действия команды в чертеж или сборку будут переданы объекты из спецификации. Если при подключении к объектам спецификации документов была включена опция **Передавать изменения в документ**, то данные

из колонок объектов будут переданы в подключенные к объектам документы. Система выдаст сообщение об изменении спецификации и документов, подключенных к объектам

В чертеж передаются не все объекты спецификации, а только те, которые были созданы в этом чертеже или имеют в своем составе геометрию этого чертежа. Это правило продиктовано тем, что спецификация может быть подключена к нескольким листам сборочного чертежа, и передача всех объектов спецификации в каждый подключенный чертеж приведет к появлению большого количества одинаковых объектов. Во избежание такой неоднозначной ситуации объект спецификации передается только в тот чертеж, в котором находится соответствующее ему изображение. Передача объектов из спецификации в подключенные чертежи производится также каждый раз при сохранении спецификации. В этом случае синхронизация происходит автоматически и вызывать соответствующую команду не требуется.

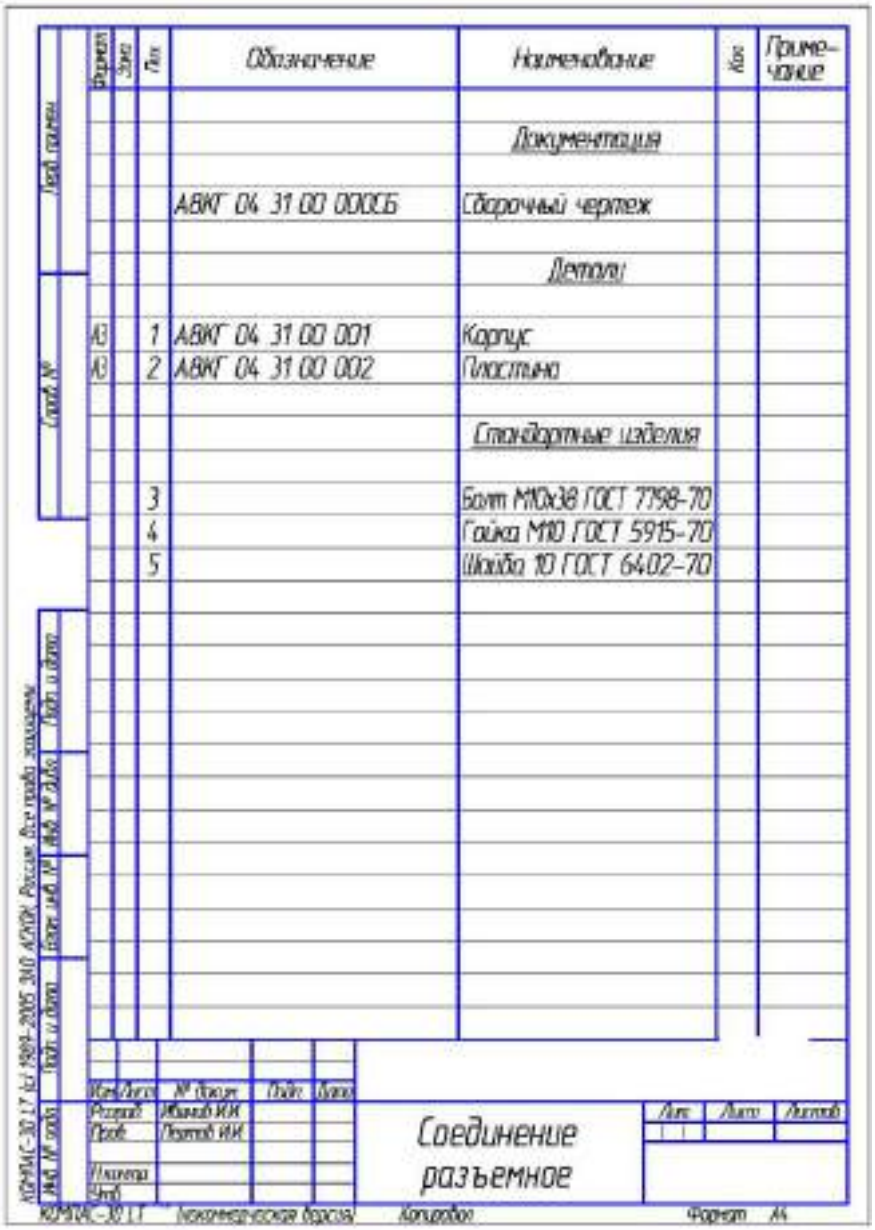
Задание

1.Создать сборочный чертеж. Проставить номера позиции к деталям, входящие в сборочную единицу.

2. Заполнить спецификацию:

Открыть новый документ - чертеж. Установить тип документа Спецификация. Для этого необходимо указать элементы падающего меню и вкладок сервис →параметры → параметры листа → оформление. Щелкнуть по кнопке - Выбрать в открывшемся окне Параметры. Выбрать тип документа Спецификация. Первый лист. ГОСТ 2.106 - 96. Ф1.

Заполнить спецификацию.



Литература

Основные печатные и/или электронные издания

1. Анамова, Р. Р. Инженерная и компьютерная графика : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Р. Р. Анамова [и др.] ; под общей редакцией Р. Р. Анамовой, С. А. Леоновой, Н. В. Пшеничновой. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 226 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-16834-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/531858.

2. Куликов, В. П., Инженерная графика : учебник / В. П. Куликов. — Москва : КноРус, 2023. — 284 с. — ISBN 978-5-406-11700-2. — URL: https://book.ru/book/949516 — Текст : электронный.

3. Панасенко, В. Е. Инженерная графика / В. Е. Панасенко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 168 с. — ISBN 978-5-507-46137-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/298523

4. Серга, Г. В. Инженерная графика : учебник / Г.В. Серга, И.И. Табачук, Н.Н. Кузнецова. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 383 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015545-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/2084079

5. Чекмарев, А. А. Инженерная графика : учебник для среднего профессионального образования / А. А. Чекмарев. — 13-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 355 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-18482-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/535124

Дополнительные источники

1. Электронный ресурс Российское образование, Федеральный портал (http://www.edu.ru).
2. Электронный ресурс «Техническая графика». Форма доступа: http://window.edu.ru
3. ГОСТ 2.301-68 «ЕСКД. Форматы» (с Изменениями N 1, 2, 3).
4. ГОСТ 2.302-68 «ЕСКД. Масштабы» (с Изменениями N 1, 2, 3).
5. ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии» (с Изменениями N 1, 2, 3).
6. ГОСТ 2.304-81 «ЕСКД. Шрифты чертежные» (с Изменениями N 1, 2).
7. ГОСТ 2.305- 2008 «ЕСКД. Изображения — виды, разрезы, сечения».
8. ГОСТ 2.306-68 «ЕСКД. Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах».
9. ГОСТ 2.307- 2011 «ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений».
10. ГОСТ 2.308- 2011 «ЕСКД. Указание допусков формы и расположения поверхностей».
11. ГОСТ 2.309-73 «ЕСКД. Обозначение шероховатости поверхностей».
12. ГОСТ 2.310-68 «ЕСКД. Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки» (с Изменениями N 1, 2, 3, 4).
13. ГОСТ 2.311-68 «ЕСКД. Изображение резьбы».
14. ГОСТ 2.312-72 «ЕСКД. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений».
15. ГОСТ 2.313-82 «ЕСКД. Условные изображения и обозначения неразъемных соединений».
16. ГОСТ 2.316-2008 «ЕСКД. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц».
17. ГОСТ 2.317-2011 «ЕСКД. Аксонометрические проекции».
18. ГОСТ 2.318-81 «ЕСКД. Правила упрощенного нанесения размеров отверстий» (с Изменениями N 1).
19. ГОСТ 2.320-82 «ЕСКД. Правила нанесения размеров, допусков и посадок конусов».
20. ГОСТ 2.321-84 «ЕСКД. Обозначения буквенные».

Приложение 2.1.9
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

Методические рекомендации по проведению практических работ по общепрофессиональной дисциплине ОП.04 Электротехника и электроника

2024

Пояснительная записка

Методические указания по организации и проведению практических работ разработаны в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины ОП.04. Электротехника и электроника и предназначены для выполнения практических работ обучающимися.

Практические работы по учебной дисциплине направлены на усвоение знаний, освоение умений и формирование элементов общих компетенций, предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Содержание

№п/п	Наименование работы	Количество часов
1	Практическое занятие №1«Основные физические величины в электротехнике и электронике»	1
2	Практическое занятие №2 Расчет электрических цепей постоянного тока со смешанным соединением конденсаторов	2
3	Практическое занятие №3 Расчет магнитного поля провода с током и магнитного поля катушки	2
4	Практическое занятие №4 «Расчет простейших электрических цепей.	2
5	Практическое занятие №5 «Выполнение схемы расположения электроприемников»	2
6	Практическое занятие №6«Изучение основных видов электростанций»	2
7	Практическое занятие №7«Изучение основных схем электроснабжения»	2
8	Практическое занятие №8«Составление паспорта электроизмерительного прибора»	2
9	Практическое занятие №9 «Изучение основных режимов работы трансформаторов»	1
10	Практическое занятие №10«Изучение схем включения и основных режимов работы асинхронных двигателей»	2
11	Практическое занятие №11«Изучение основных видов п/п приборов: назначение, применение, устройство и принцип действия»	2
12	Практическое занятие №12«Изучение источников питания»	1
13	Практическое занятие №13«Изучение принципа действия генераторов: LC-типа, генераторы RC-типа»	1
14	Практическое занятие №14«Изучение путей прохождения электрического тока через тело человека»	2
15	Практическое занятие №15«Изучение защитного заземления, зануления, отключения»	2
16	Практическое занятие №16«Изучение основных средств защиты»	2
Итого:		28

Практическое занятие №1
«Основные физические величины в электротехнике и электронике»

Цель: изучить основные физические величины и их назначение

Принадлежности:

1Методические указания

2 Справочные материалы

Отчет

Вывод

Кратко из теории

Физическая величина в электротехнике — это свойство, в качественном отношении общее для многих физических объектов, но в количественном отношении — индивидуальное для каждого объекта.

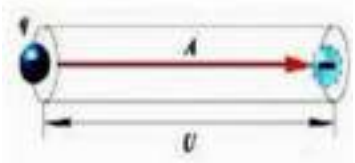
К электрическим физическим величинам в электротехнике относятся, например, электрический заряд, ток, напряжение, электрические сопротивление и ёмкость, проводимость, активная и реактивная мощности, электрическая энергия и другие.

Таблица №1.1. «Основные физические величины»

Физическая величина	**Обозначение**	**Единица измерения**
Напряжение	U,u	[В]-Вольт
Сила тока	I,i	[А]-Ампер
Электрическое сопротивление	R,r	[Ом]
Активная мощность	P	[Вт]-Ватт
Индуктивность	L	[Гн]-Генри
Емкость	C	[Ф]-Фарад
Кпд (коэффициент полезного действия)	ŋ	[%]-проценты
ЭДС (электродвижущая сила)	E	[В]-Вольт
Магнитный поток	Ф	[Вб]-Вебер
Магнитная индукция	B	[Тл]-Тесла
Полное сопротивление	Z	[Ом]
Полная мощность	S	[В*А]
Электрический заряд	q	[Кл]-Кулон
Количество электричества	Q	[Кл]-Кулон
Частота промышленной сети	f	[Гц]-Герц
Реактивное сопротивление	X	[Ом]
Реактивно емкостное сопротивление	Xc	[Ом]
Реактивно индуктивное сопротивление	X_L	[Ом]
Реактивная мощность	Q	[вар] вольт*ампер реактивная
Длина проводника	l	[м] -метры
Площадь поперечного сечения	S	[$мм^2$]
Работа	A	[Дж]- Джоуль

Порядок выполнения:

1. По таблице №1.1 «Физические величины в электротехнике» выполнить карточки (картон) размеры 70*70
2. Составить таблицу №1.2 «Описание физических величин»

Наименование физической величины	**Определение и изображение**	**Назначение**
Например: Напряжение U,u [В]	это физическая величина, равная отношению работы по перемещению заряда, выполненной электрическим полем, к величине заряда. Другими словами, напряжение характеризует разницу потенциалов между двумя точками в электрической системе 	Для создания потенциала, для движения зарядов

Контрольные вопросы

1 Назначение физических величин в электротехнике и электронике

2 Существуют ли зависимости физических величин

Практическое занятие №2
Расчет электрических цепей постоянного тока со смешанным соединением конденсаторов

Цель: закрепить навыки расчета электрических цепей с конденсаторами с учетом особенностей их последовательного и параллельного соединения.

Принадлежности:

1Методические указания

2 Справочные материалы

Отчет

Вывод

Кратко из теории

Конденса́тор (от лат. condensare — «уплотнять», «сгущать» или от лат. condensatio — «накопление») — электронный компонент, представляющий собой двухполюсник с постоянным или переменным значением ёмкости и малой проводимостью; устройство для накопления заряда и энергии электрического поля. Конденсатор является пассивным электронным компонентом.

Конденсаторы используются в различных электрических схема и устройствах, в целом. Они применяются в качестве накопителей энергии в источниках бесперебойного питания, в радиотехнике для разделения частот, в фильтрах для сглаживания сигналов и во многих других областях.

Существуют два вида соединения конденсаторов:

Последовательное соединение. Конденсаторы соединены последовательно друг за другом, то есть конец одного конденсатора соединяется с началом другого. Все конденсаторы принадлежат одному проводу, на котором нет разветвлений.

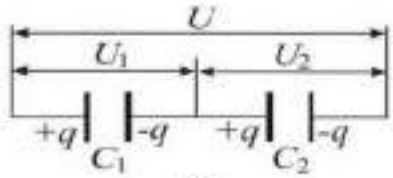
Параллельное соединение. Конденсаторы соединены параллельно друг другу, то есть одни концы всех конденсаторов соединены в одну точку, а другие концы — в другую точку. Это приводит к тому, что на конденсаторах одинаковые напряжения, однако каждый конденсатор принадлежит своему проводу, поэтому на каждом из них свой заряд.

Соединение конденсаторов в батареи

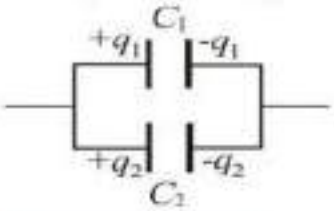
а) последовательное соединение:

$$q = q_1 = q_2,\quad U = U_1 + U_2 \;\Rightarrow\; \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$\frac{1}{C} = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{C_i}$$

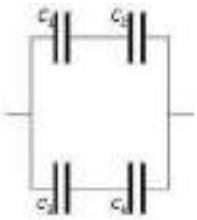


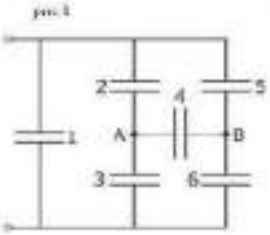
б

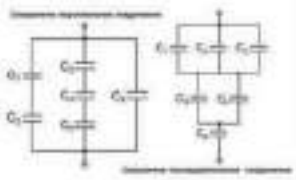


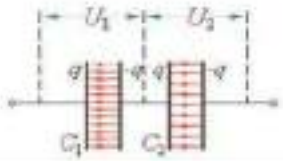
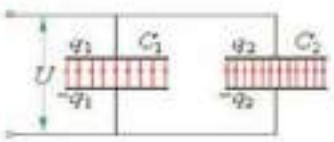
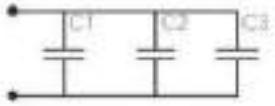
б) параллельное соединение:

$$q = q_1 + q_2,\quad U = U_1 = U_2 \;\Rightarrow\; C = C_1 + C_2 \;\Rightarrow\; C = \sum_{i=1}^{n} C_i$$







Последовательное соединение	Параллельное соединение
	
	
$U = U_1 + U_2 + \ldots + U_i$	$U = U_1 = U_2 = \ldots = U_i$
$q = q_1 = q_2 = \ldots = q_i$	$q = q_1 + q_2 + \ldots + q_i$
$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \ldots + \frac{1}{C_i}$	$C = C_1 + C_2 + \ldots + C_i$

Порядок выполнения:

Начертите схему согласно своему варианту (таблица).

2. Используя значения таблицы 2.1, запишите исходные данные согласно своему варианту.

3. Рассчитайте емкость электрической цепи.

4. Рассчитайте заряд электрической цепи и заряд каждого конденсатора.

5. Рассчитайте энергию электрической цепи и энергию каждого конденсатора.

6. Поясните с помощью логических рассуждений характер изменения электрической величины, заданной в таблице (увеличивается, уменьшается, останется без изменений) если один из конденсаторов замкнуть накоротко или выключить из схемы.

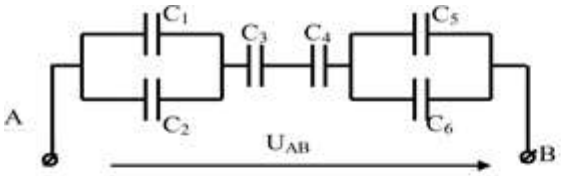


Рисунок - 8

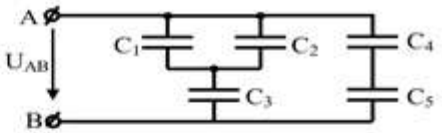


Рисунок - 9

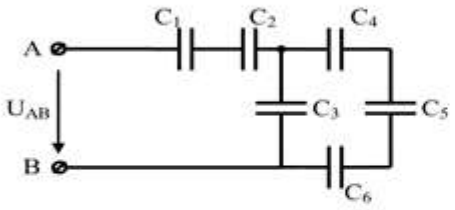


Рисунок - 10

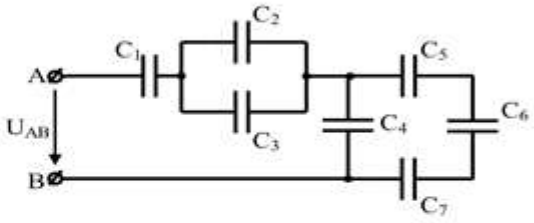


Рисунок - 11

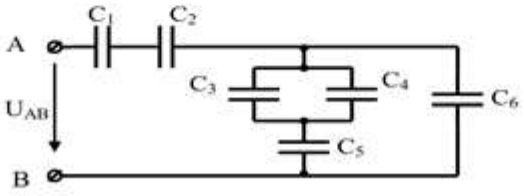


Рисунок - 12

Таблица 2.1

№ варианта	№ рисунка	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	U_{AB}	Действие с конденсатором		Изменение какой величины рассмотреть
		мкФ	мкФ	мкФ	мкФ	мкФ	мкФ	мкФ	В	Замыкается накоротко	Выкл. из схемы	
1	8	4	4	2	2	4	4	–	100	C_3	–	W_1
2	9	10	10	5	8	8	–	–	50	–	C_4	Q_3
3	10	8	8	6	6	6	1	–	75	C_5	–	W_4
4	11	10	5	5	12	12	12	2	100	–	C_4	U_3
5	12	8	8	10	10	20	2	–	150	C_5	–	U_3
6	8	4	4	2	2	4	4	–	50	C_3	–	W_1
7	9	10	10	5	8	8	–	–	75	–	C_4	Q_3
8	10	8	8	6	6	6	1	–	100	C_5	–	W_4

9	11	10	5	5	12	12	12	2	150	–	C_4	U_3
10	12	8	8	10	10	20	2	–	50	C_5	–	U_3
11	8	4	4	2	2	4	4	–	75	C_3	–	W_1
12	9	10	10	5	8	8	–	–	100	–	C_4	Q_3
13	10	8	8	6	6	6	1	–	150	C_5	–	W_4
14	11	10	5	5	12	12	12	2	50	–	C_4	U_3
15	12	8	8	10	10	20	2	–	75	C_5	–	U_3
16	8	4	4	2	2	4	4	–	100	C_3	–	W_1
17	9	10	10	5	8	8	–	–	150	–	C_4	Q_3
18	10	8	8	6	6	6	1	–	50	C_5	–	W_4
19	11	10	5	5	12	12	12	2	75	–	C_4	U_3
20	12	8	8	10	10	20	2	–	100	C_5	–	U_3
21	8	4	4	2	2	4	4	–	150	C_3	–	W_1
22	9	10	10	5	8	8	–	–	50	–	C_4	Q_3
23	10	8	8	6	6	6	1	–	75	C_5	–	W_4
24	11	10	5	5	12	12	12	2	100	–	C_4	U_3
25	12	8	8	10	10	20	2	–	150	C_5	–	U_3

Ответить на контрольные вопросы

Контрольные вопросы:

1. Что называется электрической емкостью конденсатора? В каких единицах она измеряется и от чего зависит?

2. Какие свойства имеют электрические схемы параллельного соединения конденсаторов?

3. Какие свойства имеют электрические схемы последовательного соединения конденсаторов?

4. В каких случаях применяют параллельное соединение конденсаторов?

Практическое занятие №3
Расчет магнитного поля провода с током и магнитного поля катушки

Цель: Приобретение практического опыта расчёта параметров магнитного поля провода с током и магнитного поля катушки с током

Принадлежности:

1Методические указания

2 Справочные материалы

Отчет

Вывод

Кратко из теории

Магнитное поле катушки с током

В результате экспериментов удалось выяснить, что магнитное поле вокруг проводника с током можно усилить, если провод свернуть в форме спирали. Получается своего рода катушка. Магнитное поле такой катушки много больше магнитного поля одинокого проводника.

Причем силовые линии магнитного поля катушки с током располагаются схожим образом с силовыми линиями обычного прямоугольного магнита. Катушка имеет два полюса и дугами расходящиеся магнитные линии вдоль катушки. Такой магнит можно в любой момент включить и выключить, соответственно включая и выключая ток в проводах катушки.

Способы влияния на магнитные силы катушки

Однако оказалось, что катушка с током имеет и другие замечательные свойства. Чем больше витков имеет катушка, тем сильнее становится магнитное поле. Это позволяет собирать магниты различной силы действия. Однако есть более простые способы воздействия на величину магнитного поля.

Так, при увеличении силы тока в проводах катушки возрастает сила магнитного поля, и, наоборот, при уменьшении силы тока, магнитное поле ослабевает. То есть, при элементарном подключении реостата мы получаем регулируемый магнит.

Магнитное поле катушки с током можно значительно усилить, введя внутрь спирали железный стержень. Он называется сердечником. Применение сердечника позволяет создавать очень мощные магниты. Например, в производстве используют магниты, способные поднимать и удерживать несколько десятков тонн веса. Это достигается следующим образом. Сердечник изгибают в виде дуги, а на два его конца надевают две катушки, по которым пускают ток. Катушки соединяют проводами так, что их полюса совпадают. Сердечник усиливает их магнитное поле. Снизу к этой конструкции подводят пластину с крюком, на который подвешивают груз. Подобные устройства используют на заводах и в портах для того, чтобы перемещать грузы очень большого веса. Эти грузы легко подсоединяются и отсоединяются при включении и отключении тока в катушках.

Пример расчета

Катушка без сердечника длиной L = 50 см содержит N = 200 витков. По катушке течет ток I=1 А. Определить объемную плотность энергии магнитного поля внутри катушки.

Дано: L = 50 см = 0,5 м; N = 200; I = 1 А; m = 1.

Определить: ω

Решение.

Объемная плотность энергии магнитного поля равна:

$\omega = W / V$.

где: $W = LI^3/2$– энергия магнитного поля (3.1)

(L – индуктивность катушки);

$V = lS$ – объем катушки

(S – площадь катушки).

Индуктивность катушки равна:

$L = \mu\mu_0 N^2 S / l$ (3.2)

Подставив эти выражения в формулу (3.1), найдем искомую

объемную плотность энергии магнитного поля внутри катушки:

$\omega = \mu\mu_0 N^3 I^2 / 2l^2$

Вычисляя, получим: $\omega = 0{,}1$ Дж/м

Порядок выполнения

1 По проводнику диаметром dпр проходит ток I.

Найти напряженность магнитного поля H в точках, удаленных от центра провода на расстояние r_1

, r_2, r_3 ….. r_n. Построить в масштабе график H = f (r). Данные своего варианта взять из таблицы 3.1.

2. Катушка с кольцевым сердечником круглого сечения изготовлена из электротехнической стали с относительной магнитной проницаемостью μ. Внутренний радиус сердечника r_1, наружный радиус сердечника r_2. Обмотка катушки содержит ω витков, по которым протекает ток I. Вычислить напряженность магнитного поля H, магнитную индукцию B и магнитный поток Ф в сердечнике катушки.

Вариант	Задание 3.1								Задание 3.2				
	dпр, мм	I, A	r_1, мм	r_2, мм	r_3, мм	r_4, мм	r_5, мм	r_6, мм	μ	r_1, см	r_2, см	ω	I, A
1	20	200	0	10	20	30	40	50	2000	8	12	400	2,5
2	14	100	0	4	7	10	14	21	5000	10	18	1500	0,25
3	12	300	0	3	6	12	20	30	2800	11	15	1600	1,5
4	24	500	0	4	6	12	30	60	1500	12	18	1200	0,4
5	20	100	0	5	10	15	30	40	2500	11	19	800	1,2
6	16	200	0	5	8	16	32	40	4000	9	15	3200	0,2

3 Проанализировать расположение заданных точек: установить, находятся ли заданные точки внутри проводника или за его пределами. Определить плотность тока в проводе. Определить площадь сечения провода, ограниченного окружностью, проходящей через точку внутри провода (при $r_i \le a$).

По закону полного тока определить намагничивающую силу Fi вдоль замкнутого контура (окружности), проходящего через точку, расположенную внутри проводника. Расчёт произвести для всех точек, находящихся внутри проводника.

Найти напряженность магнитного поля Hi в каждой из рассмотренных точек.

Определить напряженность магнитного поля Hi в точках, расположенных за пределами проводника.

Построить график H = f (r), выбрав предварительно масштаб по каждой из осей и произведя в выбранном масштабе разметку осей.

Порядок выполнения задания 3.2:

Определить радиус средней линии сердечника rcp и длину средней линии сердечника lcp.

Определить намагничивающую силу обмотки $F=I\cdot\omega$.

Таблица 3.1

Найти напряженность магнитного поля Н внутри сердечника (вдоль средней линии) и магнитную индукцию В. Определить площадь поперечного сечения сердечника катушки. Вычислить магнитный поток Ф, замыкающийся по сердечнику.

4 Ответить на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Намагничивающая сила прямолинейного провода с током.

2. Намагничивающая сила катушки.

3. Определение понятия «напряженность магнитного поля».

4. Как определяется направление вектора напряженности магнитного поля?

5. Напряженность магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии r от центра прямолинейного проводника.

6. Формула для расчёта магнитной индукции В.

7 Формула для расчёта магнитного потока Ф.

8. Как определяется направление магнитного потока катушки?

9. Закон полного тока.

Практическое занятие №4
«Расчет простейших электрических цепей»

Цель: научить применять основные законы электротехники при расчете простейших электрических цепей

Принадлежности:

1.МУ

2.Справочные данные

3 Технические характеристики электроприборов (приемников эл энергии)

Отчет

Вывод

Кратко из теории

Данная работа рассчитана на тех, кто имеет познания в электротехнике в объеме средней школы и колледжа, желает ознакомиться с применением электротехнических расчетов в некоторых случаях повседневной жизни.

В электротехнике принято считать, что простая цепь – это цепь, которая сводится к цепи с одним источником и одним эквивалентным сопротивлением.

К простым относят электрические цепи, которые содержат либо один источник электрической энергии, либо несколько находящихся в одной ветви электрической цепи.

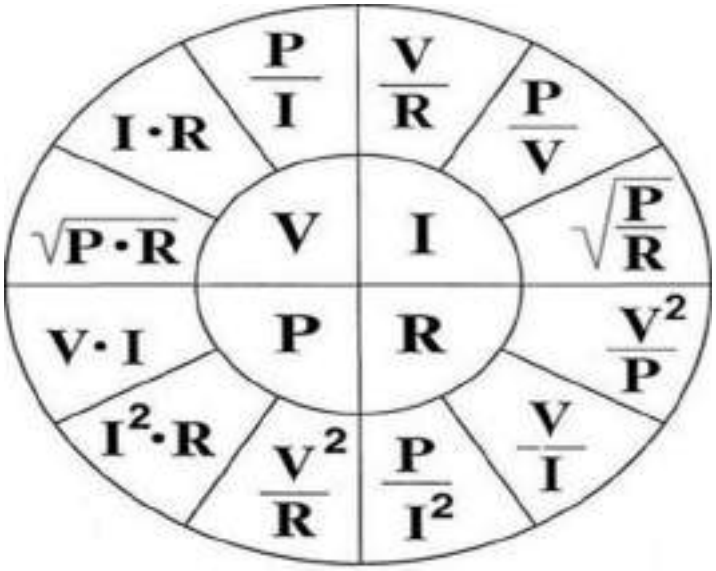
Для обеспечения безопасности при эксплуатации бытовых электроприборов необходимо вычислить сечение питающего кабеля и проводки. Поскольку ошибочно выбранное сечение жил кабеля способно привести к возгоранию проводки из-за короткого замыкания. Это грозит возникновением пожара в здании.

Величина тока рассчитывается по мощности и необходима на этапе проектирования (планирования) жилища – квартиры, дома.

От значения этой величины зависит выбор питающего кабеля (провода), по которому могут быть подключены приборы электропотребления к сети.

Зная напряжение электрической сети и полную нагрузку электроприборов, можно по формуле вычислить силу тока, который потребуется пропускать по проводнику (проводу, кабелю). По его величине выбирают площадь сечения жил.

Если известны электропотребители в квартире или доме, необходимо выполнить несложные расчёты, чтобы правильно смонтировать схему электроснабжения.



U- напряжение, В; I - сила тока, А; P- мощность, Вт; R- электрическое сопротивление, Ом.

Однофазная сеть напряжением 220 В

Сила тока I (в амперах, А) подсчитывается по формуле:

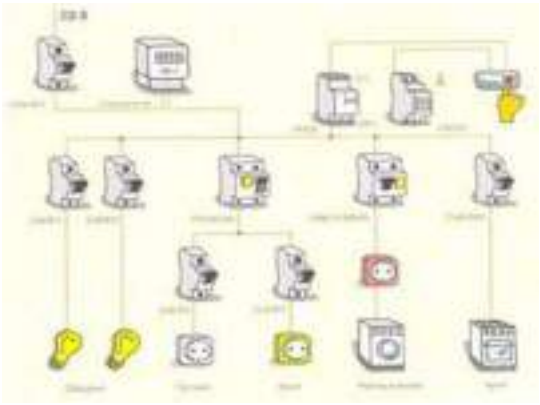
I = P / U,

где P – электрическая полная нагрузка (обязательно указывается в техническом паспорте устройства), Вт (ватт);

U – напряжение электрической сети, В (вольт).

Ниже в таблице представлены величины нагрузки типичных бытовых электроприборов и потребляемый ими ток (для напряжения 220 В). Сила тока дана для проверки, по ходу выполнения расчетов. (в приложении можно посмотреть более широкий список электроприборов, и их величину нагрузки).

На рисунке представлена схема устройства электроснабжения квартиры при однофазном подключении к сети напряжением 220 В.

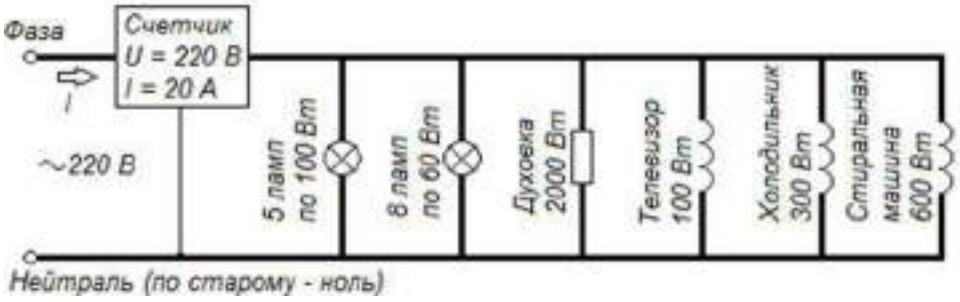


Как видно из рисунка, различные потребители электроэнергии подключены через соответствующие автоматы к электросчётчику и далее общему автомату, который должен быть рассчитан на нагрузку приборов, которыми будет оборудована квартира. Провод, который подводит питание также должен удовлетворять нагрузке энергопотребителей.

1.Таблица «Величины нагрузки»

Электроприбор	Потребляемая мощность, Вт	Сила тока, А
Стиральная машина	2000 – 2500	9,0 – 11,4
Джакузи	2000 – 2500	9,0 – 11,4
Электроподогрев пола	800 – 1400	3,6 – 6,4
Стационарная электрическая плита	4500 – 8500	20,5 – 38,6
СВЧ печь	900 – 1300	4,1 – 5,9
Посудомоечная машина	2000 — 2500	9,0 – 11,4
Морозильники, холодильники	140 — 300	0,6 – 1,4
Мясорубка с электроприводом	1100 — 1200	5,0 — 5,5
Электрочайник	1850 – 2000	8,4 – 9,0
Электрическая кофеварка	6з0 — 1200	3,0 – 5,5
Соковыжималка	240 — 360	1,1 – 1,6
Тостер	640 — 1100	2,9 — 5,0
Миксер	250 — 400	1,1 – 1,8
Фен	400 — 1600	1,8 – 7,3
Утюг	900 — 1700	4,1 – 7,7
Пылесос	680 — 1400	3,1 – 6,4
Вентилятор	250 — 400	1,0 – 1,8
Телевизор	125 — 180	0,6 – 0,8
Радиоаппаратура	70 — 100	0,3 – 0,5
Приборы освещения	20 — 100	0,1 – 0,4

Упрощенная схема присоединения однофазных токоприемников



Однофазная сеть напряжением 220 В

В доме имеются электроприборы:

1. Для освещения дома установлены 5 электролампочек по 100 Вт каждая и 8 электролампочек мощностью 60 Вт каждая. 2. Электродуховка, мощностью 2 кВ или 2000 Вт. 3. Телевизор, мощностью 0,1 кВт или 100 Вт. 4. Холодильник, мощностью 0,3 кВт или 300 Вт. 5. Стиральная машина мощностью 0,6 кВт или 600 Вт. А так же многие другие электроприборы (выбираются индивидуально).

Нас интересует, какой ток будет протекать в каждом электроприемнике, на вводе в наш дом или квартиру при одновременной работе всех вышеперечисленных электроприборов и не повредится ли наш электросчетчик, рассчитанный на ток 20 А?

Расчет:

Сила тока I (в амперах, А) подсчитывается по формуле, если известно электрическое сопротивление электроприемника:

1 Рассчитать силу тока для каждого электрического приемника по закону Ома для участка цепи I= U/R,

U - напряжение электрической сети, В (вольт).

R- электрическое сопротивление (обязательно указывается в техническом паспорте устройства), Ом.

Или по формуле через мощность: P = U*I

I = P / U,

где P – электрическая полная нагрузка (обязательно указывается в техническом паспорте устройства), Вт;

U – напряжение электрической сети, В.

2. Определим электрическое сопротивление, если оно у нас неизвестно, по закону Ома для участка цепи: I= U/R

R = U/I, где

U – напряжение, В; I – ток, А.

3 Определяем суммарную мощность всех приборов: 500 + 480 + 2000 + 100 + 300 + 600 = 3980 Вт и т.д.

3. Ток, протекающий в проводе при такой мощности, определяется по формуле:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi}$$

где: I - ток в амперах (А) P - мощность в (Вт) U - напряжение в (В) cos φ - коэффициент мощности (для бытовых электросетей можно принять 0,95)

Подставим числа в формулу: I = 3980 /220 * 0,95 = 19,04 А

Вывод: Счетчик выдержит, так как ток в цепи меньше 20 А.

Порядок выполнения:

(используя конспект, справочные материалы, учебную литературу):

А) Составить таблицу:

Таблица 1. Основные параметры электроприемников

Б) Рассчитать значение силы тока, каждого электроприемника, по предложенным формулам.

В) Ответить на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1 Резистор -это?

2 Законы Ома: для участка цепи и для полной цепи

Практическое занятие №5
«Выполнение схемы расположения электроприемников»

Цель: изучить принципы построения простейших электрических цепей

Принадлежности:

1.МУ

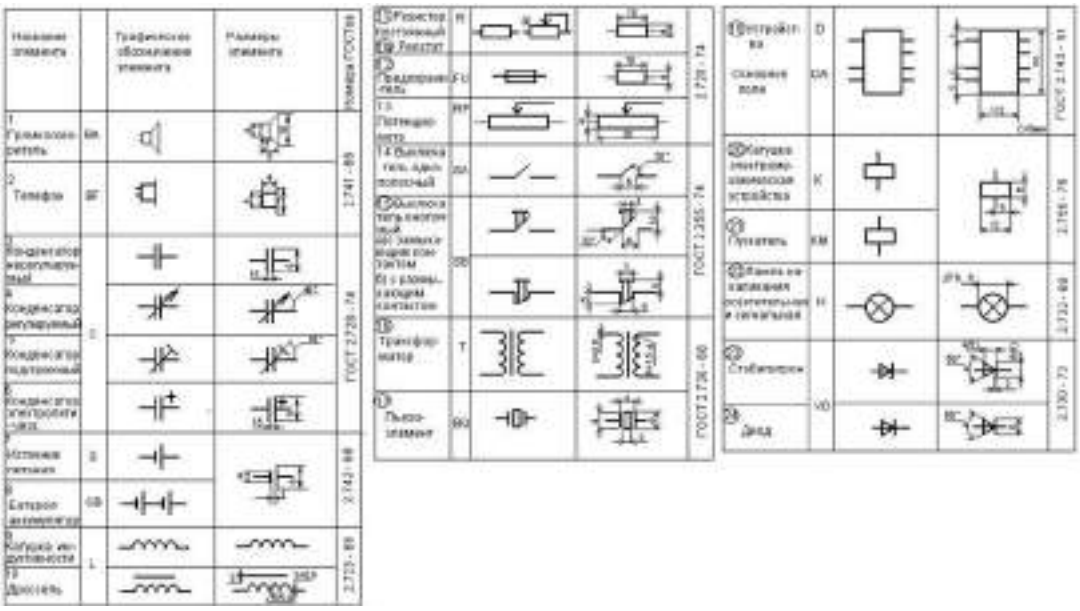
2.Справочные данные из ПЗ №4

Отчет

Вывод

Кратко из теории

Строим таблицу с УГО электрических элементов



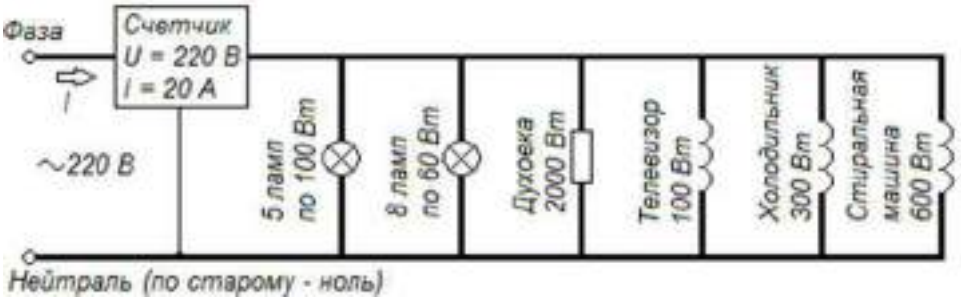
Порядок выполнения:

1 Вычертить на формате А3(миллиметровая бумага), условное расположение жилых помещений с приемниками, в соответствии с ГОСТом «Правила обозначения электрических элементов на схемах».

3. Строим схему:

Пример построения:

Упрощенная схема присоединения однофазных токоприемников



Каждый электроприемник (токоприемник) можно изобразить в виде электрического сопротивления (резистора).

Выполнить распределение электроприемников по всему жилому помещению (взять конкретно жилое помещение).

Практическое занятие №6
«Изучение основных видов электростанций»

Цель: изучить основные виды электростанций

Принадлежности:

1 МУ

2 Справочные данные

Отчет

Вывод

Кратко из теории

Электростанция — это крупный промышленный комплекс, где производится выработка электроэнергии.

В качестве основного оборудования на электростанциях используются генераторы, которые преобразуют механическую энергию в электрическую. Полученная электроэнергия подаётся в общую сеть, обеспечивающую нужды населения.

Для обеспечения электростанций первичной энергией используются различные виды топлива. Чаще всего для этой цели применяется каменный уголь или природный газ.

Основные типы электростанций: атомные; дизельные; угольные; гидроэлектростанции; геотермальные; солнечные; газовые; ветряные; приливные.

В зависимости от способа получения электрической энергии различают следующие виды электростанций:

ТЭС — тепловые электростанции, в которых электрическая энергия вырабатывается за счёт разогретого пара, подаваемого на лопасти турбины;

АЭС — атомные электростанции, в них действует подобный принцип, но пар, подаваемый на лопасти, разогревается за счёт протекания ядерной реакции в реакторе;

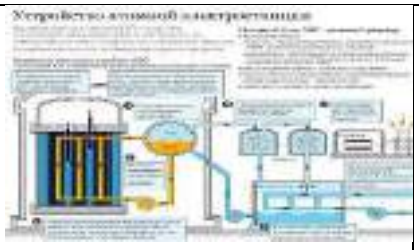
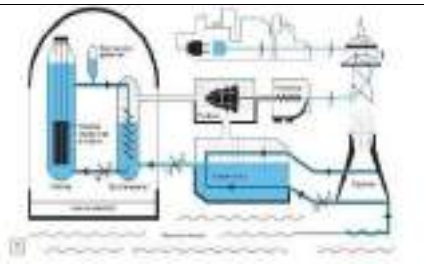
ГЭС — гидроэлектростанции, здесь вал генератора вращается за счёт естественного движения воды по рекам, дамбам и т.д.;

Нетрадиционные (солнечные, ветровые, гидротермальные).

Порядок выполнения

1. Составить таблицу № 6.1 «Виды электростанций» (на примере АЭС, составить все основные виды станций)

Вид электростанции	Определение	Устройство (конструкция)	Принцип действия

АЭС (атомная электростанция)	ядерная установка для производства энергии в заданных режимах и условиях применения, располагающаяся в пределах определённой проектом территории, на которой для осуществления этой цели используется ядерный реактор (реакторы) и комплекс необходимых систем, устройств, оборудования и сооружений с необходимыми работниками		

2 Составить таблицу 6.2 «Виды электростанций СПб и ЛО»

Населенный пункт (местоположения)	Вид электростанции	Принцип действия

3 Ответить на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1 Значение электрических станций

2 Альтернативны источники электрической энергии

Практическое занятие №7
«Изучение основных схем электроснабжения»

Цель: изучить основные схемы передачи, распределения и потребления электрической энергии

Принадлежности:

1 МУ

2 Справочные материалы

Отчет

Вывод

Кратко из теории

Передача электрической энергии — технология передачи энергии от мест генерирования к местам потребления. Передача электроэнергии осуществляется посредством электрических сетей, в состав которых входят преобразователи, линии электропередачи и распределительные устройства.

Распределение электрической энергии — конечная ступень передачи электроэнергии от генератора к потребителю. Первичные распределительные подстанции, подсоединённые к линиям электропередачи, преобразуют высоковольтное напряжение до среднего уровня (от 2 до 35 кВ) и передают его на вторичные подстанции для дальнейшего понижения до уровня, требуемого потребителю (в России — 380 В трёхфазного тока).

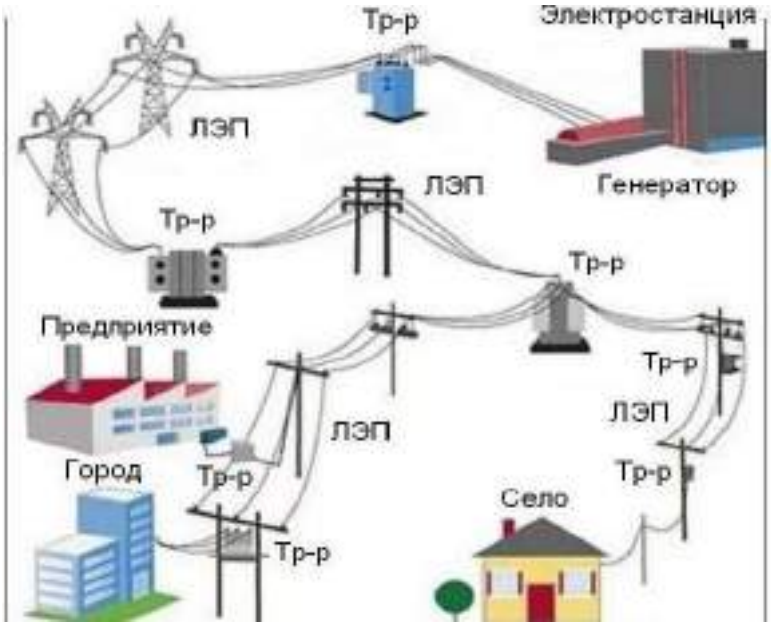
Потребление электрической энергии осуществляется электроприёмниками — аппаратами, агрегатами, механизмами (электродвигатель, преобразователь, светильник и др.), потребляющими или преобразующими электроэнергию в другие виды энергии.

Порядок выполнения:

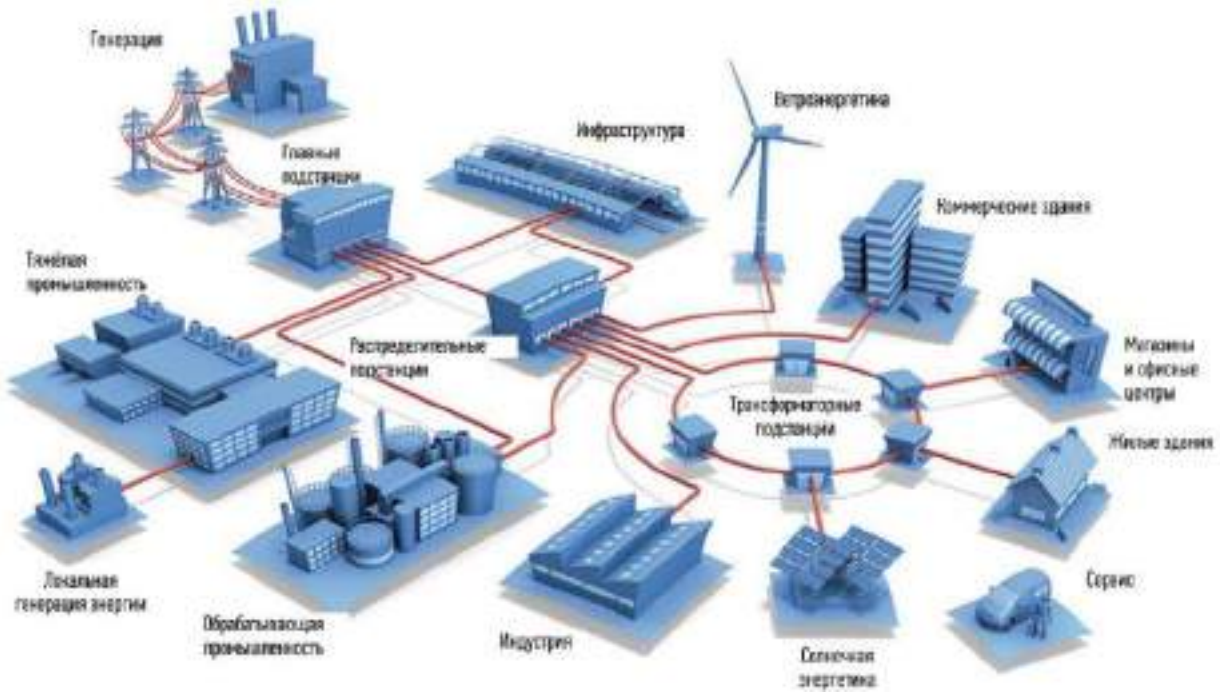
1 На формате А3 (М/б) выполнить схему «Распределение, потребление, передача электрической энергии расставив напряжение и зависимость каждого объекта друг от друга.

На примере предложенной схемы

1 вариант



2 вариант



3 вариант

2. На формате А3 м/б, все данные взять с ПЗ №5, вычертить схему распределение ,передачу электрической энергии.
3. Ответить на контрольные вопросы

   Контрольные вопросы

   1. Дать определение, что называется электрической энергией, линиями электропередач
   2. Виды электростанций
   3. Способы передачи электрической энергии

Практическое занятие №8
«Составление паспорта электроизмерительного прибора»

Цель: научиться составлять паспорт электроизмерительного прибора

Принадлежности:

1 МУ

2.Справочные данные

3. Электроизмерительные приборы

Отчет

Вывод

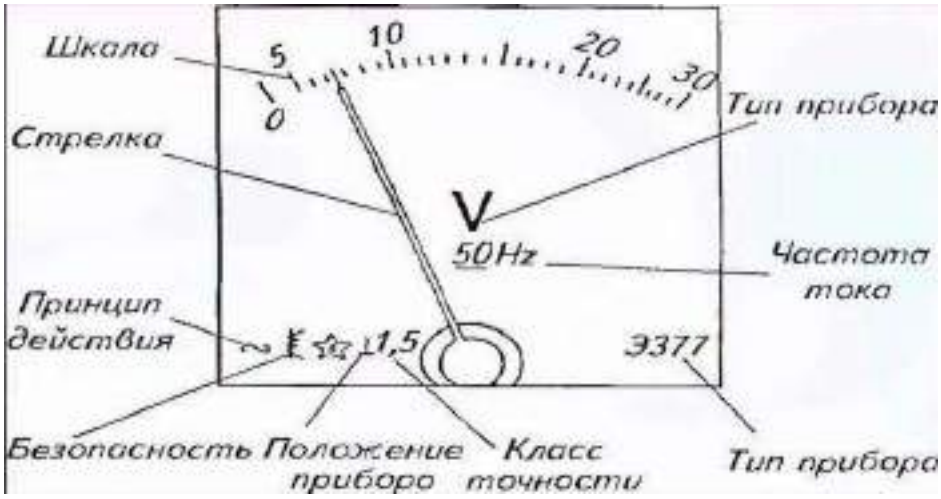
Кратко из теории

Электроизмерительные приборы — это устройства, которые используются для измерения электрических параметров, таких как напряжение, ток, сопротивление и мощность.

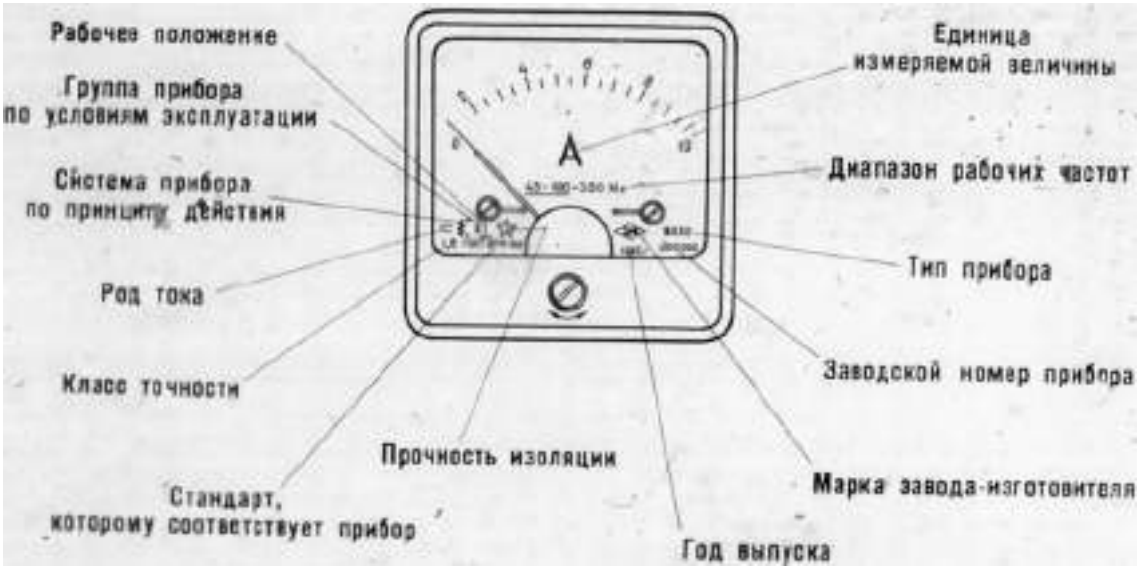
Они включаются в исследуемую цепь и отображают на индикаторе значение параметра, для которого предназначены.

Перед работой с прибором необходимо изучить содержание паспорта, так как в конструкцию могут быть внесены изменения, не отражённые в нём.

Также в паспорте указаны назначение прибора, условия его применения и другие технические характеристики



Шкала электроизмерительного прибора



Порядок выполнения:

1 По предложенным электроизмерительным приборам составить по образцу и лекционным материалам паспорта ЭИП (5-6 образцов).

2 Ответить на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1 Назначение ЭИП

2 Виды систем ЭИП

Практическое занятие №9
«Изучение основных режимов работы трансформаторов»

Цель: изучить основные режимы работы трансформаторов однофазных и трехфазных

Принадлежности:

1 МУ

2 Справочные данные

Отчет

Вывод

Кратко из теории

Электрический трансформатор — это электромагнитное устройство, которое преобразует переменный ток одного напряжения в переменный ток другого напряжения (при неизменной частоте).

Действие трансформатора основано на явлении электромагнитной индукции. В простейшем случае он состоит из магнитопровода (сердечника), набранного из листовой электротехнической стали, и одной или нескольких изолированных обмоток, охватываемых общим магнитным потоком.

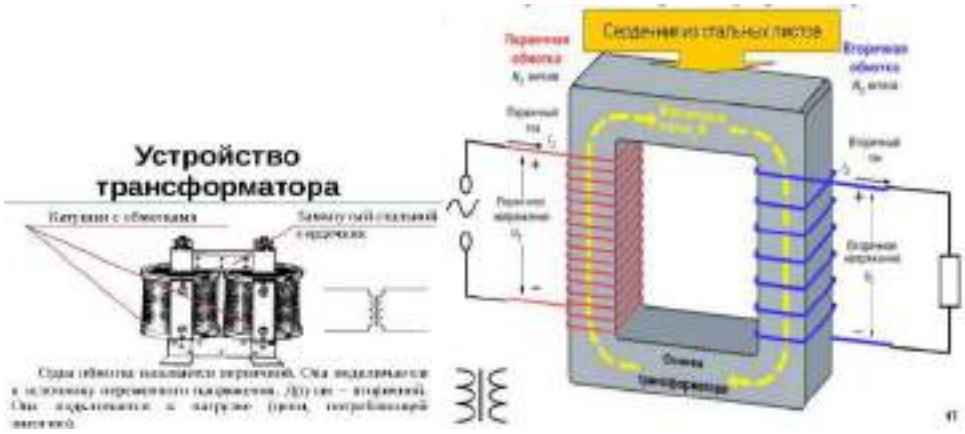
Основные типы электрических трансформаторов:

Силовые — для передачи и распределения электроэнергии.

Испытательные — для исследования различных изоляционных конструкций.

Измерительные.

Импульсные.



Принцип действия и устройство трансформатора

Порядок выполнения

1 На основании лекционного материала составить таблицу 9.1 «Основные режимы работы трансформаторов однофазных и трехфазных»

Вид трансформатора	Режим работы	Схема	Описание
Однофазный			
Трехфазный			

2 Ответить на контрольные вопросы

Контрольные вопросы:

1 Является ли однофазный трансформатор электрической машиной?

2 Что такое первичная обмотка трансформатора?

3 Когда трансформатор считается понижающим?

Практическое занятие №10
«Изучение схем включения и основных режимов работы асинхронных двигателей»

Цель: изучить основные режимы работы и схемы включения асинхронных двигателей

Принадлежности:

1 МУ

2 Справочные данные

Отчет

Вывод

Кратко из теории

Асинхронный двигатель — это электрический двигатель переменного тока, в котором частота вращения ротора не равна частоте вращения магнитного поля, создаваемого обмотками статора.

Основные элементы асинхронного двигателя — статор и ротор. Статор — наружная, неподвижная часть двигателя, которая генерирует вращающееся магнитное поле при подаче электрического тока. Ротор — внутренняя, вращающаяся часть двигателя, которая в ответ на магнитное поле статора начинает вращаться, преобразуя электрическую энергию в механическую.

Асинхронные двигатели широко применяются в разных областях: от бытовых приборов, таких как холодильники и стиральные машины, до промышленных установок и электротранспорта

Асинхронный двигатель с фазным ротором

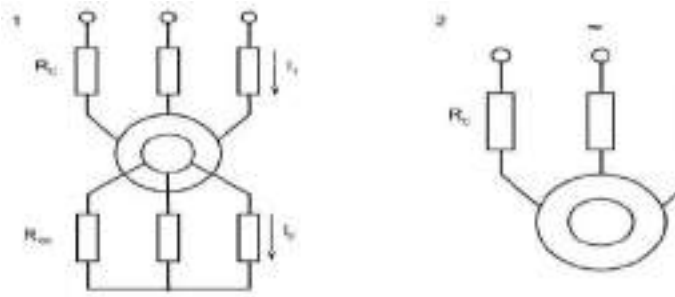


Схема включения асинхронного двигателя
1 – с фазным ротором; 2 – с короткозамкнутым ротором

Порядок выполнения:

1 На основании лекционного материала и методических указаний выполнить схемы включения асинхронного двигателя с фазным ротором и короткозамкнутым ротором.

2 Составить таблицу 10.1 «Основные режимы работы асинхронного двигателя»

Режим работы	**Схема**	**Описание**

3 Ответить на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1 Чем асинхронный двигатель отличается от синхронного?

2 Что такое асинхронный двигатель?

Практическое занятие №11
«Изучение основных видов п/п приборов: назначение, применение, устройство и принцип действия»

Цель: изучить основные п/п приборы

Принадлежности:

1 МУ

2 Справочные данные

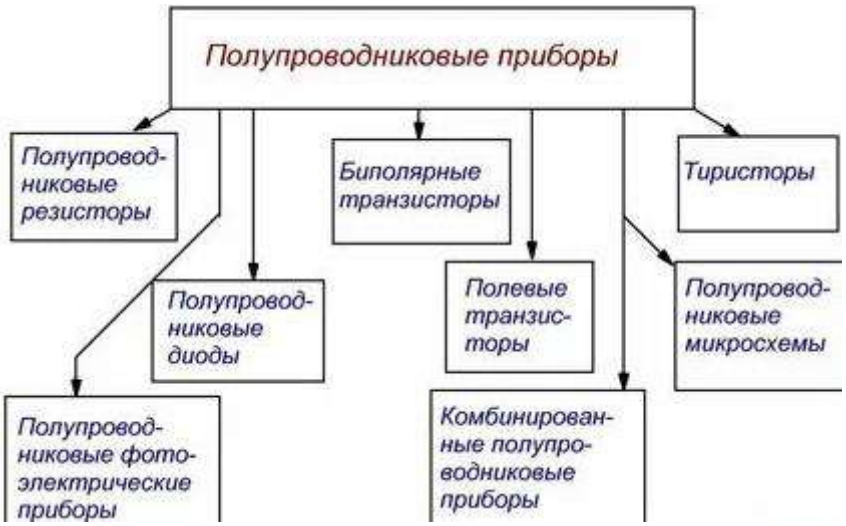
Отчет

Вывод

Кратко из теории

Полупроводниковые приборы — это электронные приборы, действие которых основано на электронных процессах в полупроводниках.

Они используются в устройствах для обработки электрических сигналов, а также для преобразования одних видов энергии в другие.



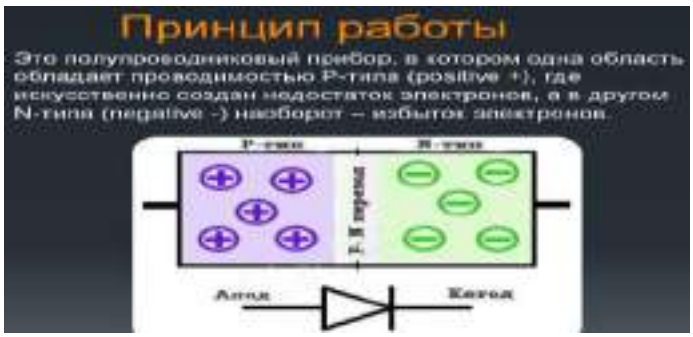
При подаче напряжения на материал, такой как полупроводник, отрицательная сторона напряжения отталкивает электроны (поскольку схожие заряды отталкиваются), а положительная сторона притягивает электроны к себе. При движении электронов в одном направлении создает электрический ток. Колебания в потоке электронов могут использоваться для кодирования данных, таких как аналоговые показания датчиков или двоичный код.

Полупроводники играют важную роль в различных устройствах, таких как транзисторы, диоды, солнечные батареи, лазеры и другие. Их широкое применение связано с их способностью эффективно контролировать поток электрического тока. Полупроводники являются основой для многих современных технологий и продуктов, и их роль в электронике продолжает расти.

Полупроводниковые диоды.

Диод – это полупроводниковый прибор с одним p – n –переходом и двумя выводами. Конструктивно диод представляет собой кристалл полупроводника, в котором одним из технологических приѐмов (сплавление, диффузия) выполнен p – n переход (рис.11.2).

Принцип действия диода основан на свойствах p – n –перехода, образованного в результате соединения полупроводников с различными типами проводимости. Основной характеристикой диода служит его вольт – амперная характеристика.



Порядок выполнения

1. На основании лекционных материалов и методических указаний составить таблицу №11.1 «Полупроводниковые приборы»

Вид п/п прибора	Определение	Назначение и применение	Устройство (конструкция)	Принцип действия (схема и описание)
П/п диод				
П/п резистор				
Биполярные транзисторы				
Полевые транзисторы				
Тиристоры				

2. Ответить на контрольные вопросы
   Контрольные вопросы:
   1 Электропроводность полупроводников
   2 Основные характеристики и параметры полупроводниковых приборов

Практическое занятие №12
«Изучение источников питания»

Цель: изучить основные источники питания

Принадлежности:

1. МУ

2.Справочные данные

Отчет

Вывод

Кратко из теории

Источник питания — это электрическое устройство, которое подаёт электроэнергию на электрическую нагрузку.

Основное назначение источника питания — преобразовывать электрический ток от источника в правильное напряжение, ток и частоту для питания нагрузки.

Другие функции, которые могут выполнять источники питания:

-ограничение тока, потребляемого нагрузкой, до безопасных уровней;

-отключение тока в случае электрической неисправности;

-регулирование мощности для предотвращения попадания электронных помех или скачков напряжения на входе в нагрузку;

-коррекция коэффициента мощности;

-накопление энергии для продолжения питания нагрузки в случае временного отключения источника питания.

Все источники питания имеют входное соединение, которое получает энергию в виде электрического тока от источника, и одно или несколько выходных соединений, которые подают ток к нагрузке.

Различают первичные и вторичные источники питания. К первичным относят преобразователи различных видов энергии в электрическую, примером может служить аккумулятор, преобразующий химическую энергию в электрическую. Вторичные источники сами не генерируют электроэнергию, а служат лишь для её преобразования с целью обеспечения требуемых параметров (напряжения, тока, пульсаций напряжения и т. п.).

Источники питания переменного тока — это устройства, которые используются для преобразования частоты к заданному нестандартному значению бытовых и аналогичных приборов.

Они соответствуют ГОСТ МЭК 60335-1-2015 и другим международным стандартам. Источники питания предлагают два режима работы — переменного (1ф) и постоянного тока. У них есть выходы на передней (евророзетка) и задней панели (клеммы), что обеспечивает удобство подключения.

Источники питания переменного тока позволяют измерять различные параметры, анализировать гармоники напряжения и тока до 40-й гармоники, а также работать в режиме формирования выходного напряжения произвольной формы.

Источник питания постоянного тока — это устройство, которое преобразует энергию переменного тока в энергию постоянного тока. Он обычно используется для преобразования напряжения электросети в напряжение постоянного тока различной величины.

Порядок выполнения

1. На основании лекционного материала и методических указаний, составить таблицу 12.1 «Источники питания. Принцип действия и параметры»

Источники питания	**Назначение и применение**	**Принцип действия**	**Основные параметры**

2. Ответить на контрольные вопросы
   Контрольные вопросы:
   1 Какие виды источников питания применяются в аддитивных технологиях?
   2 В чем состоит разница между источниками питания переменного тока и постоянного тока?

Практическое занятие №13
«Изучение принципа действия генераторов: LC-типа, генераторы RC-типа»

Цель: изучить принцип действия генераторов LC-типа, RC-типа

Принадлежности:

1.МУ

2.Справочные данные

Отчет

Вывод

Кратко из теории

Генераторы синусоидального сигнала –это устройство, которое преобразует электрическую энергию постоянного тока в энергию колебаний синусоидальной формы. При построении используется положительная обратная связь.

Принцип действия генераторов LC-типа заключается в том, что их строят на основе усилительного каскада на транзисторе, включая в его коллекторную цепь колебательный LC-контур. Условия для генерации синусоидальных колебаний создаются для частоты настройки колебательного контура, когда его сопротивление является чисто активным. Максимум частотной характеристики усилителя с резонансной нагрузкой соответствует резонансной частоте контура, поэтому условие баланса амплитуд будет выполняться только на этой частоте, что и определяет частоту генерируемых колебаний.

Принцип действия генераторов RC-типа заключается в том, что в них для задания частоты используется резистивно-ёмкостная связь. Генераторы типа RC могут генерировать весьма стабильные синусоидальные колебания в сравнительно широком диапазоне частот от долей герца до сотен килогерц. Кроме того, они имеют малые габариты и массу. Наиболее полно преимущества генераторов типа RC проявляются в области низких и инфранизких частот.

Стандартная модель сигнального генератора состоит из нескольких частей:

Экран на передней панели. Нужен для отслеживания колебаний и управления ими.

Редактор. Расположен в верхней половине экрана. Позволяет выбрать функцию.

Секвенсор. Размещён чуть ниже редактора, дает информацию о частоте колебаний.

Регулятор. Контролирует и настраивает частоту изменений.

Выходы сигналов. Обычно располагаются под экраном в самом низу прибора. Рядом – кнопка включения оборудования.

Генераторы сигналов используют современные лаборатории разработчиков электронных и измерительных приборов. Одинаковые генераторы могут применяться в кабинетах от начального до продвинутого уровня.

Однако эти функциональные устройства применяют для настройки и тестирования оборудования и в областях, более доступных обывателю. Вот лишь неполный список устройств, которые используют генераторы:

мобильные телефоны, техника для передачи данных, радио- и телеприемники;

вычислительные приборы;

инверторы, источники бесперебойного питания от электричества или импульсов;

бытовые приборы (СВЧ-печи, стиральные и посудомоечные машины);

измерительные приборы (амперметры, вольтметры, осциллографы);

медицинская аппаратура (томографы, электрокардиографы, аппараты УЗИ).

Порядок выполнения:

1 На основании лекционных материалов и методических указаний составить структурные схемы генераторов LC-типа, RC-типа, с описанием состава (формат А3 м/б).

2.На формате А3 м/б выполнить принципиальные схемы генераторов LC-типа, RC-типа с описанием принципа действия.

3. Ответить на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные виды генераторов сигналов
2. Назначение и применение генераторов сигналов

Практическое занятие №14
«Изучение путей прохождения электрического тока через тело человека»

Цель: изучить основные петли прохождения электрического тока через тело человека

Принадлежности:

1. МУ
2. Справочные данные

Отчет

Вывод

Кратко из теории

Петля тока — это путь прохождения электрического тока через тело человека.

Главный проводник тока мышечные ткани с капиллярной сетью, самой опасной считается петля, проходящая через жизненно важные органы.

Порядок выполнения

1 На основании изученного лекционного материала и методических указаний составить основные пути прохождения электрического тока.

2 Составить таблицу действие электрического тока на организм человека

Характер воздействия		**Ток, mA**
Постоянный ток	**Переменный ток**	
		0,6-1,5
		2-3
		5-7
		8-10
		20-25
		50-80
		90-100

3. Ответить на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1 Электробезопасность –это…

2 Виды электротравм

Практическое занятие №15
«Изучение защитного заземления, зануления, защитного отключения»

Цель: изучить основные схемы включения защитного заземления, зануления, защитного отключения.

Принадлежности:

1. МУ

2.Справочные материалы

Отчет

Вывод

Кратко из теории

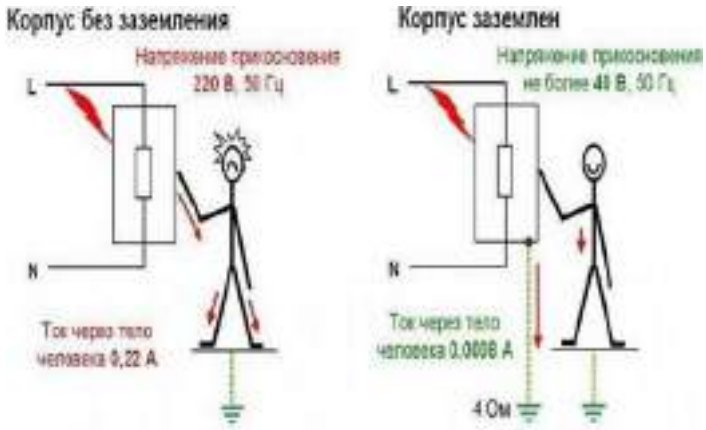
Зануле́ние — это преднамеренное электрическое соединение открытых проводящих частей электроустановок, не находящихся в нормальном состоянии под напряжением, с глухозаземлённой нейтральной точкой генератора или трансформатора в сетях трёхфазного тока; с глухозаземлённым выводом источника однофазного тока; с заземлённой точкой источника в сетях постоянного тока, выполняемое в целях электробезопасности.

Заземление — преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством. В электротехнике при помощи заземления добиваются защиты от опасного действия электрического тока путём снижения напряжения прикосновения до безопасного для человека и животных значения.

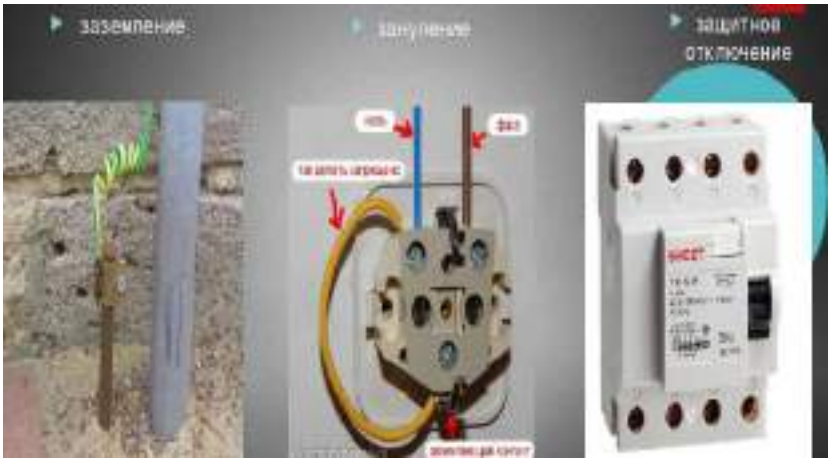
УЗО (устройство защитного отключения) — это коммутационный аппарат для защиты электрической цепи от токов утечки.

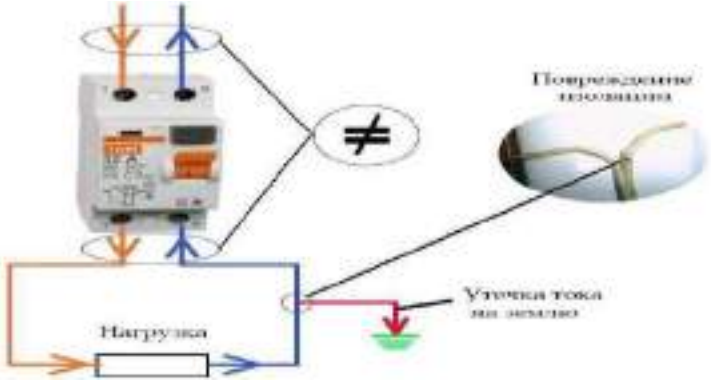
Оно предотвращает поражение током при прикосновении к чему-либо под напряжением. Например, если человек возьмёт руками плохо изолированный провод под напряжением, то УЗО моментально разорвёт цепь и обесточит линию.

УЗО измеряет токи, поступающие в квартиру с электростанции по «фазе» и возвращающиеся обратно по «нулю». Встроенный в устройство трансформатор сравнивает эти токи и вычисляет разницу: на выходе должен получиться примерно такой же ток, что и на входе в квартиру. Если разница будет выше, чем нужно, УЗО разорвёт электрическую цепь.


Корпус без заземления
Напряжение прикосновения
220 В, 50 Гц
L
N
Ток через тело человека 0,22 А
Корпус заземлен
Напряжение прикосновения не более 40 В, 50 Гц
L
N
Ток через тело человека 0,0008 А
4 Ом

УСТРОЙСТВО ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ (УЗО)
Тестер
УЗО
L
N
ДУ
УЗО-ВАД2


заземление
защитное отключение


Повреждение изоляции
Нагрузка
Утечка тока на землю

Порядок выполнения

1 На основании пройденного лекционного материала и методических указаний, составить таблицу 15.1 «Назначение и применение защитного заземления, зануления, и УЗО»

Вид защиты	Назначение	Применение
Заземление		
Зануление		
УЗО (устройство защитного заземления)		

2.Вычертить основные схемы включения и подсоединения защитного заземления, зануления, УЗО

3.Ответить на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1Для чего предназначено защитное заземление

2 Электробезопасность – это…

3 Устройство дифавтомата

Практическое занятие №16
«Изучение основных средств защиты»

Цель: изучить основные средства защиты от действия электрического тока

Принадлежности:

1.МУ

2 Справочные данные

Отчет

Вывод

Кратко из теории

Электрозащитными средствами называются приборы, аппараты, переносные и перевозимые приспособления и устройства, а также отдельные части устройств, приспособлений и аппаратов, служащие для защиты персонала, работающего на электроустановках от поражения электрическим током, от воздействия электрической дуги и продуктов ее горения.

Средства защиты от электрического тока — это обувь, перчатки и другие средства индивидуальной защиты (СИЗ), применяемые для предотвращения воздействия больших доз электричества на организм.

Виды средств защиты от электрического тока:

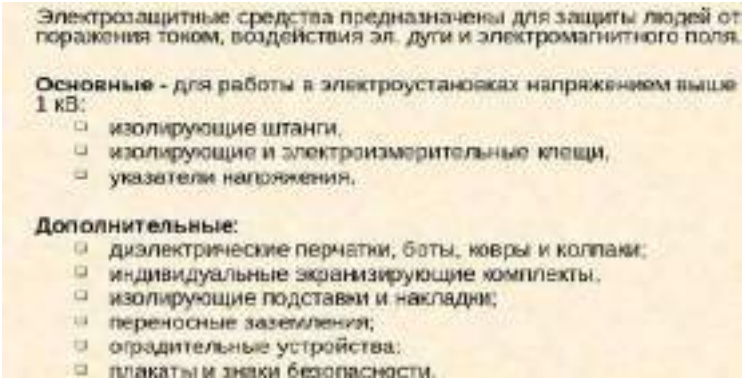
диэлектрические боты;

диэлектрические галоши;

защитные перчатки.

СИЗ от электрического тока обычно производят из материалов, отличающихся низкой электропроводностью — резины, латекса и т. д.

Использование таких защитных средств допускается вместе с коллективными защитными мерами и при соблюдении требований охраны труда по электробезопасности.



Порядок выполнения:

1.На основании лекционных материалов и методических указаний составить таблицу 16.1 «Средства защиты от поражения электрическим током»

Средство защиты	**Изображение**	**Назначение**
Индивидуальное		
Коллективное		

2 Ответить на контрольные вопросы

Контрольные вопросы:

1. Чем опасен электрический ток
2. Факторы, влияющие на поражение человека электрическим током

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.2
к рабочим программам ОПОП-П
по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

Контрольно-оценочные материалы

по учебным дисциплинам

2025

Оглавление

СГ.01 «История России» **3**

СГ.02 «ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ» **13**

СГ.03 «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ» **18**

СГ 04 Физическая культура **26**

СГ. 05 основы финансовой грамотности **33**

ОП.01 «Математика» **48**

ОП.02 Информатика **56**

ОП.03 «Инженерная графика» **63**

ОП.04 Электротехника и электроника **99**

ОП.05 Техническая механика **108**

ОП.06 Материаловедение **117**

ОП.07 ТЕПЛОТЕХНИКА **157**

ОП.08 Процессы формообразования В МАШИНОСТРОЕНИИ **165**

ОП.09 МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ **173**

ОП.10 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ **185**

ОП.11 ОСНОВЫ МЕХАТРОНИКИ **194**

ОП 12. Технологическое оборудование **203**

ОП 13 Основы организации производства (основы экономики, права и управления) **209**

ОП.14 Охрана труда **222**

ОП.15 Психология общения **225**

ОП 16 Основы бережливого производства **234**

Приложение 2.2.1
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

КОМПЛЕКТ

КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

СГ.01 «История России»

2025

Контрольно-оценочные средства по учебной дисциплине **СГ.01 «История России»** разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины, которая является обязательной частью социально-гуманитарного цикла образовательной программы **ОПОП-П** в соответствии с ФГОС СПО по специальности **15.02.09 Аддитивные технологии.**

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Морозова М.А., методист СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Оценочные материалы включают контрольные материалы для проведения промежуточной аттестации в форме зачета.

Оценочные материалы разработаны на основании основной профессиональной образовательной программы по специальности СПО 15.02.09 Аддитивные технологии и рабочей программы учебной дисциплины «История России».

Для проведения промежуточной аттестации в форме зачета используются следующие критерии оценки:

«Зачтено» выставляется, если ответ логически и лексически грамотно изложенный, содержательный и аргументированный ответ, подкрепленный знанием литературы и источников по теме задания, умение отвечать на дополнительно заданные вопросы; незначительное нарушение логики изложения материала, периодическое использование разговорной лексики, допущение не более одной ошибки в содержании задания, а также не более одной неточности при аргументации своей позиции, неполные или неточные ответы на дополнительно заданные вопросы; незначительное нарушение логики изложения материала, периодическое использование разговорной лексики при допущении не более двух ошибок в содержании задания, а также не более двух неточностей при аргументации своей позиции, неполные или неточные ответы на дополнительно заданные вопросы.

«Не зачтено» выставляется, если в ответе допущено существенное нарушение логики изложения материала, систематическое использование разговорной лексики, допущение не более двух ошибок в содержании задания, а также не более двух неточностей при аргументации своей позиции, неправильные ответы на дополнительно заданные вопросы; существенное нарушение логики изложения материала, постоянное использование разговорной лексики, допущение не более трех ошибок в содержании задания, а также не более трех неточностей при аргументации своей позиции, неправильные ответы на дополнительно заданные вопросы; полное отсутствие логики изложения материала, постоянное использование разговорной лексики, допущение более трех ошибок в содержании задания, а также более трех неточностей при аргументации своей позиции, полное незнание литературы и источников по теме вопроса, отсутствие ответов на дополнительно заданные вопросы.

При выполнении заданий в тестовой форме обычно используются следующие критерии оценки:

Процент результативности (правильных ответов)	**Качественная оценка уровня подготовки**
51% - 100%	Зачтено
0% - 50%	Не зачтено

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Древнерусское государство образовалось на территории:
А) Междуречья Рейна и Одера
Б) Балканского полуострова
В) Восточноевропейской равнины +

2. Какое божество в языческом пантеоне восточных славян отвечало за плодородие?
А). Велес
Б). Ярило +
В). Перун

3. Гостомысл – это:
А). Князь, крестивший Русь
Б). Варяжский наемник
В). Легендарный предводитель славян и предок Рюрика +

4. Эпоха первых правителей Руси характеризовалась:
А). Мощными центробежными и сепаратистскими тенденциями +
Б). Становлением единоличной власти князя
В). Отходом от языческих верований

5. Первая русская летопись называлась:
1). Ипатьевская летопись
2). Новгородская первая летопись
3). Повесть временных лет +

6. Первый письменный свод законов Древней Руси назывался:
1). ПСЗРИ
2). Духовные грамоты
3). Правда Ярослава +

7. Съезд в Любече закрепил:
1). Окончательное закрепление феодальных порядков на территории Древнерусского государства +
2). Тенденции к консолидации представителей рода Рюриковичей
3). Теологический характер государства

8. Первым московским князем был:
1). Александр Ярославич
2). Даниил Александрович +
3). Юрий Владимирович

9. Битва на Калке состоялась в:
А). 1066 г.
Б). 1223 г. +
В). 1242 г.

10. Оборона Рязани состоялась в:
А). 1237 г. +
Б). 1380 г.
В). 1242 г.

11. Столица Золотой Орды:
1). Киев
2). Кашлык
3). Сарай +

12. Иван Калита был:
А). Женат на родственнице Великого хана +
Б). Сторонником теологического государства
В). Организатором антиордынского сопротивления

13. Куликовская битва состоялась:

А). 5 апреля 1242 г.
Б). 9 сентября 1380 г. +
В). Февраль 1240 г.

14. Какой князь окончательно устранил режим «ордынского ига»?
А). Иван III Великий +
Б). Василий II Темный
В). Дмитрий Донской

15. Венчание на царство Иоанна IV состоялось в:
А). 16 января 1547 г. +
Б). 3 января 1565 г.
В). 29 июля 1572 г.

16. Родовые владения русских бояр назывались:
А). Феод
Б). Латифундия
В). Вотчина +

17. Ситуация, сложившаяся на начало XVII века в Русском царстве, характеризуется как:
А). Династический кризис +
Б). Первоначальное накопление капитала
В). Курс контрреформ

18. Родиной второго ополчения является:
А). Смоленщина
Б). Великий Новгород
В). Нижний Новгород +

19. Выберете произведение, описывающее окончание Смутного времени:
А). «Хожение за три моря»
Б). «Жизнь за царя» +
В). «Князь Серебряный»

20. Венчание на царство Михаила Романова произошло:
А). 21 июля 1613 г. +
Б). 23 марта 1613 г.
В). 27 февраля 1617 г.

21. Выберите ряд, в котором наиболее полно представлены характеристики правления Алексея Михайловича:
А). Мощное городское движение, возрастание роли армейской элиты (стрельцов), снижение значимости представительских органов (Земских соборов), перманентная европеизация, жесткие внутриэлитарные противоречия +
Б). Вялотекущая общественная жизнь, непродуманная внешняя политика, определенность с наследником, возрастание роли представительских органов, открыто провозглашенный путь на европеизацию
В). Государственное управление в руках теневых фигур, полное оформление сословий, ориентация на Восток, укрепление позиций церкви

22. Введение правила Юрьева дня означало:
А). Начало закрепощения крестьян +

Б). Предоставляло свободу вероисповедания В). Ликвидацию феодальных отношений

23. Кто стал регентом Петра I и Ивана V?
А). В. В. Голицына
Б). Софью Алексеевну +
В). Н. К. Нарышкину

24. Большинство друзей-иностранцев Петра I жили в:
А). Семеновском селе
Б). Китай-городе
В). Немецкой слободе +

25. Название документа, введенного Петром I, для упорядочения продвижения по статской и военной службе:
А). Указ о заповедных летах
Б). Табель о рангах +
В). Морской устав

26. Санкт-Петербург основан в:
А). 1703 г. +
Б). 1700 г.
В). 1721 г.

27. Укажите даты Северной войны:
А). 1682 – 1725 гг.
Б). 1709- 1710 гг.
В). 1700 – 1721 гг. +

28. Период от смерти Петра Великого до воцарения Екатерины Великой получил название:
А). Дворцовых переворотов +
Б). Бироновщины
В). Златого века Екатерины

29. Елизавета I приходилась Петру Великому:
А). Падчерицей
Б). Племянницей
В). Дочерью +

30. Как характеризуется период правления Екатерины II?
А). Конституционная монархия
Б). Просвещенный абсолютизм +
В). Сословно-представительская монархия

31. Какой из перечисленных документов, подписанных Павлом I, ограничивал феодальные привилегии дворянства?
А). Указ о трехдневной барщине +
Б). Жалованная грамота городам
В). Положение о коммерц-коллегии

32. Когда была проведена министерская реформа Александра I?
А). 1802-1811 гг. +
Б). 1812-1814 гг.

В). 1825 г.

33. К 1825 г. свои конституции в составе Империи имели:
А). Таврида
Б). Грузинское царство
В). Царство Польское и Финляндия +

34. Инициатором создания III отделения С. Е.И. В.К. был:
А). М. М. Сперанский
В). А. Х. Бенкендорф +
В). И. И. Дибич

35. В момент убийства на Александре II был мундир:
А). Лейб-гвардии Атаманского полка
Б). Конных кавалергардов
В). Лейб-гвардии Саперного полка +

36. Кто из перечисленных являлся главным вдохновителем реакционного курса Александра III?
А). К. П. Победоносцев +
Б). М. Т. Лорис-Меликов
В). А. М. Горчаков
37. События 1905-1907 гг. получили название:
А). Бунташного века
Б). Первой русской революции +
В). Оттепели

38. Органы периода двоевластия:
А). Петросовет и Временное правительство +
Б). Госдума и кабинет министров
В). ЦК РКП (б) и Ревтрибунал

39. Лидерами антибольшевистского сопротивления в начале Гражданской войны стали:
А). А. И. Деникин и А. В. Колчак
Б). П. Н. Врангель и П. Н. Краснов
В). Л. Г. Корнилов и М. В. Алексеев +

40. Политика военного коммунизма предполагала:
А). Безвозмездную экспроприацию продуктов питания и животноводства +
Б). Мобилизацию военнообязанных
В). Переход к открытому политическому террору

41. Россия стала Империей в каком году:
А) в 1721 г.+
Б) в 1812 г.
В) в 1612 г.

42. Какое событие произошло в 1870 году:
А) была проведена земская реформа
Б) была проведена городская реформа, появились городские думы, как органы выборного самоуправления +
В) реформированию подверглась русская армии и флот, введена всеобщая воинская повинность

43. Аграрная программа социал-демократов предусматривала:
А) возвращение крестьянам земель, отнятых у них в 1861 г., отмена выкупа и оброка за землю +
Б) переход всей земли в собственность обрабатывающих ее крестьян
В) предоставление крестьянам избирательного права

44. Экономическая программа Маленкова предусматривала:
А) постепенное введение частной собственности на землю, полученную колхозниками в личное пользование
Б) повсеместное строительство на селе жилья для нуждающихся
В) усиленное развитие легкой и пищевой промышленности, интенсификацию с/х производства, уменьшение налогов на жителей села и денежное стимулирование их деятельности +

45. Определите, в чем состоит значение перестройки в жизни Советского общества:
А) Заложила основы становления рыночных отношений+
Б) Усилился партийный диктат в духовной жизни общества +
В) Были созданы предпосылки для перехода к демократии +
Г) Началось возрождение многопартийности

46. Когда состоялись первые выборы народных депутатов РСФСР:
А) 7 февраля 1989 года
Б) 9 апреля 1990 года
В) 4 марта 1990 года +
Г) 14 июня 1991 года

47. Кто не входил в состав ГКЧП:
А) вице-президент Янаев Г.И.
Б) министр обороны Язов Д.Т.
В) председатель Верховного совета Хасбулатов Р.И. +
Г) председатель КГБ Крючков В.А.

48. Определите, что включала программа Ельцина о переходе России к рынку:
А) либерализация цен и торговли. +
Б) приватизация. +
В) земельная реформа. +
Г) внеэкономическое принуждение.

49. Когда новым председателем правительства был утвержден Путин В.В.
А) июль 1999 г.
Б) август 1999 г. +
В) сентябрь 1999 г.
Г) октябрь 1999 г.

50. Определите, что относится к реформам Путина В.В. по укреплению Российской государственности:
а) реформа Федерального собрания. +
Б) конвертируемость рубля, финансовая реформа.
В) судебная и военная реформы. +
Г) аграрная реформа. +

51. Что помогло правительству Российской Федерации повысить жизненный уровень населения:
А) модернизация промышленности

Б) реформы в сельском хозяйстве
В) увеличение государственных расходов на развитие науки
Г) высокие мировые цены на нефть +

52. Определите основные черты новой внешнеполитической стратегии России
А) восстановление отношений России с НАТО +
Б) поддержка Россией ООН +
В) постоянное участие президента России в работе «большой восьмерки» +
Г) диктат и усиление влияния на СНГ.

53. Внешняя политика современной России направлена на:
1) защиту национальных интересов +
2) укрепление Организации Варшавского договора
3) сохранение социалистического содружества стран
4) оказание материальной помощи странам «третьего мира»

54. Особенность геополитического положения России в начале XXI в. состоит в том, что страна:
1) является евразийской державой +
2) является лидером мирового развития
3) лишена выхода в незамерзающие моря
4) сохранила свои колониальные владения

55. Региональная международная организация, основанная в 2001 г. лидерами Китая, России и некоторых стран СНГ:
1) НАТО
2) Совет Европы
3) «Шанхайская шестерка» +
4) «Большая восьмерка»

56. О процессе интеграции стран СНГ говорит создание:
1) единой межнациональной валюты
2) обшей для стран СНГ Конституции
3) Евразийского экономического сообщества +
4) организации «Азиатско-Тихоокеанское экономическое сотрудничество»

57. С какой страной Россия имеет только морские границы:
а) США +
б) Вьетнам
в) КНДР

58. С какой страной Россия имеет территориальные споры:
а) Армения
б) Беларусь
в) Япония +

59. К политической линии В.В. Путина, провозглашенной в начале его президентства, относится:
1. курс на ускорение;
2. расширение полномочий местных законодательных органов;
3. укрепление «вертикали власти»; +
4. развитие многопартийности в РФ через увеличение числа общероссийских партий.

60. Установите соответствие между международным документом и датой. Одному элементу первого столбика соответствует один элемент второго.

Название документа	Дата
А) договор ОСВ-1	1) 1955 г.
Б) договор СНВ-1	2) 1962 г.
В) Варшавский договор о дружбе, сотрудничестве и взаимной помощи стран социалистического лагеря	3) 1972 г.
	4) 1991 г
	В1. А3 Б4

Приложение 2.2.2
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

КОМПЛЕКТ
КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

СГ.02 «ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

2025

Контрольно-оценочные средства по учебной дисциплине СГ.02 «Иностранный язык в профессиональной деятельности» разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины СГ.02 «Иностранный язык в профессиональной деятельности», которая является обязательной частью социально-гуманитарного цикла образовательной программы ОПОП-П в соответствии с ФГОС СПО по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии.

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Тегза Т.В. преподаватель СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

1. Общие положения

Контрольно-оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины СГ.02 **Иностранный язык в профессиональной деятельности**.

2. Форма и условия аттестации: текущий контроль проходит в виде контрольной работы для контроля знаний лексико-грамматического материала.

(Аттестация проводится в форме дифференцированного зачета по завершению освоения учебного материала учебной дисциплины, при положительных результатах текущего контроля.).

Время выполнения: 45мин.

3.Комплект оценочных средств

Вариант 1

1. Для каждого английского слова в столбце1 найдите русский эквивалент в столбце 2.

1. malleable a. ржавый

2. rusty b. пружина

3. grinder c. отжиг

4. annealing d. шлифовальный станок

5. spring e. ковкий

2. Заполните пропуски

cast welding dense alloy manganese

1 The separation between the atoms in metals is small, so most metals are …

2. Many metals can be melted and … in moulds.

3. .. gives extra strength and toughness.

4. Medium-carbon steels are suitable for forging and…

5. … is a mixture of two or more elements in solid solution.

3. Выберите правильный вариант ответа

1. I … a report on metallurgy now.

a. make b. am making c. were making

2. He … the workpiece at 2 o'clock yesterday.

a. machined b. machining c. was machining

3. …the engineers … this problem the whole evening yesterday?

a. were… discussing b. are…discussed c. are… discussing

4. When he entered the workshop everybody.. to the teacher.

a. are listening b. was listening c. were listening

5. … they … the lathe from 4till 6 yesterday?

a. are…repairing b. did…repairing c. were…repairing

4. Составьте предложения

1. are/why/most/dense/metals/?

2. they/useful/are/in aerospace/.

3. shaper/not/is/modern/this.

4. does increase/ zirconium /toughness/?

5. of material/ very important/in machinery /the choice/ is/ factor/.

5. Переведите предложения с русского на английский язык

1. Является ли выбор материала очень важным фактором в судостроении?

2. Различное количество углерода влияет на типы сталей.

3. Высокоуглеродистая сталь очень прочна и используется для изготовления пружин.

4 Среднеуглеродистые стали прочнее низкоуглеродистых сталей.

5. Различное количество углерода влияет на типы сталей.

6. Переведите предложения с английского на русский язык

1. High-carbon steels are used in surgical instruments.

2. The addition of silicon will produce cast irons

3. How can we get rust-proof (stainless) steel?

4. The atoms are arranged regularly and can slide over each other.

5. Steel containing 4 per cent silicon is used for transformer cores.

Вариант 2

1. Для каждого английского слова в столбце1 найдите русский эквивалент в столбце 2.

1. quenching a.ковка

2. cutting tools b. ломать

3. to fracture c.усталость металла

4. metal fatigue d. закалка

5. forging e. режущие инструменты

2. Заполните пропуски

rolling inclusion lathe brittle properties

1. It changes the grain structure and of … metals

2. All metals can be formed by drawing, …

3. Metals can be worked using machine-tools such as…

4 The… of other elements affects the properties of the steel.

5. The aim of making alloys is to make metals less …, harder, resistant to corrosion

3. Выберите правильный вариант ответа

1. The engineers…this work at the moment.

a. is doing b. are doing c. were doing

2. She … at college laboratory from 2 till 6 yesterday..

a. was studying b. is studying c. were studying

3. … they … to the factory?

a. is going b. was… going c. are… going

4 The turner … when the delegation arrived.

a. was working b. were working c. is working

5. …he… the scientific article yesterday at 6o'clock?

a. is…writing b. were…writing c. was… writing

4. Составьте предложения

1. steels/of iron/are/and carbon/alloys?

2. doesn't/manganese/corrosion/give/resistance.

3. are/malleable/why/metals/?

4. is/ materials /the main/iron /ingredient /of ferrous.

5. metals/ resistant /to acids/some/ are/.

5. Переведите предложения с русского на английский язык

1. Разное количество углерода образуют разные сплавы.

2. Эти стали обладают большей прочностью, твердостью.

3. Имеет ли конструкционная сталь также недостатки?

4. Стали-это сплавы железа и углерода с другими легирующими элементами.

5. Алюминиевые сплавы обладают различными полезными свойствами.

6. Переведите предложения с английского на русский язык

1. The ways of working a metal depend on its properties.

2. The alloys of aluminium, titanium and magnesium are valued for aerospace.

3. What do the properties of metals depend on?

4. Heat treatment such as tempering controls the nature of the grains and their size in the metal.

5. The amount of carbon in a steel influences its properties considerably.

Приложение 2.2.3
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

Контрольно-оценочные материалы по учебной дисциплине

СГ.03 «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

2025

Контрольно-оценочные материалы разработаны на основе рабочей программы по учебной дисциплине СГ 03 «Безопасность жизнедеятельности» для специальности среднего профессионального образования (далее СПО), **15.02.09 Аддитивные технологии.**

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Крюков А.В., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Тестовые задания
для проведения дифференцированного зачета
по дисциплине СГ 03 «Безопасность жизнедеятельности»

Критерии выставления оценок

Количество правильных ответов в %	**Оценка**
0-49	Неудовлетворительно
50-69	Удовлетворительно
70-84	Хорошо
85-100	Отлично

Ответы на тест

№ вопроса	**Ответ**	**№ вопроса**	**Ответ**
1	А,б,г	**16**	а,г
2	в	**17**	г
3	8	**18**	а
4	б	**19**	в
5	г	**20**	б
6	б	**21**	б
7	А,б,д	**22**	б
8	а	**23**	г
9	г	**24**	а
10	А,г	**25**	а
11	в	**26**	в
12	а	**27**	а
13	А,б	**28**	в
14	а,г	**29**	в
15	А, в	**30**	а

Вопросы теста

1. Режимы функционирования системы РСЧС

а) повседневной деятельности;
б) чрезвычайной ситуации;
в) функциональный;
г) повышенной готовности;
д) наблюдения и контроля.

2. Порядок подготовки населения в области защиты от ЧС определяется …

а) Советом по безопасности;
б) Президентом РФ;
в) Правительством РФ;
г) Советом по обороне.

3. Территория России в интересах защиты населения от ЧС поделена на ____ регионов МЧС.

4. Способность производства функционировать или же восстанавливать свою производственную деятельность после воздействия современных средств поражения или в результате стихийных бедствий, аварий, катастроф называется …

а) инженерно-техническими мероприятиями;
б) устойчивостью;
в) повышением устойчивости;
г) подготовка к устойчивости;
д) организационными мероприятиями.

5. Начальник гражданской обороны в городе

а) начальник УВД города;
б) начальник штаба ГО-ЧС города;
в) военком города;
г) глава городской администрации.

6. Принцип организационной структуры РСЧС, заключающийся в организации защиты населения на территориях республик, краев, областей, городов, районов, поселков, согласно административному делению РФ называется … принципом.

а) производственным;
б) территориальным;
в) заблаговременным;
г) всесторонним;
д) региональным.

7. Каждый уровень РСЧС имеет …

а) координационные органы;
б) силы и средства;
в) радиационную защиту;
г) пожарную защиту;
д) резервы финансовых и материальных ресурсов.

8. «Планирование и подготовка мероприятий ГО осуществляется в мирное время» является сутью принципа …

а) разумной достаточности и дифференцированности;

б) единства управления;
в) заблаговременности;
г) приоритетности;
д) преемственности.

9. РСЧС состоит из … подсистем.
а) республиканских и областных;
б) региональных и местных;
в) краевых и областных;
г) территориальных и функциональных;
д) территориальных, региональных и объектовых.

10. Основные направления совершенствования подготовки всех категорий населения в области ГО и защиты от ЧС
а) внедрение в процесс обучения современных технических средств массовой информации;
б) совершенствование навыков по организации и проведению мероприятий по ГО;
в) выработка умений и навыков в проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ;
г) законодательное регламентирование необходимости подготовки и аттестования;
д) практическое усвоение работниками в составе сил РСЧС своих обязанностей при действиях в ЧС.

11. Главный критерий при оценке устойчивости организации к поражающим факторам ЧС
а) механический критерий;
б) морально-психологическая устойчивость;
в) предел устойчивости организации;
г) инженерно-технический критерий;
д) специальный критерий
;

12. Обеспечение жизнедеятельности населения и оказание помощи пострадавшим относится к … функции ГО
а) социальной;
б) экономической;
в) военно-экономической;
г) военной;
д) социально-политической.

13. Силы и средства наблюдения и контроля РСЧС проводят …
а) государственный надзор;
б) инспектирование;
в) заблаговременные мероприятия;
г) управление и контроль за ЧС;
д) организацию и ведение помощи пострадавшим от ЧС.

14. Силы, используемые для ликвидации ЧС на межрегиональном уровне
а) войска ГО;
б) отряды экстренного реагирования;
в) ведомственные спасатели;
г) отдельная смешанная авиаэскадрилья;
д) государственное унитарное авиационное предприятие;

15. Состав сил ГО

а) войска ГО;
б) МЧС;
в) нештатные аварийно-спасательные формирования и спасательные службы ГО;
г) КЧС объекта;
д) силы и средства ликвидации ЧС.

16. Внутренние факторы, влияющие на устойчивость предприятия

а) потребность в основных видах энергоносителей и воде, наличие своих теплоэлектроцентралей социально-экономическая ситуация;
б) уровень занятости работоспособного населения и благосостояние людей;
в) поддерживание на должном уровне производства и накопления средств противоядерной, противохимической, бактериологической защиты;
г) характеристика зданий и сооружений.

17. «Организация и ведение ГО являются одними из важнейших функций государства, составными частями оборонного строительства и обеспечения безопасности государства» является сутью принципа …

а) разумной достаточности и дифференцированности;
б) единства управления;
в) заблаговременности;
г) приоритетности;
д) преемственности.

18. В каких случаях работникам предоставляются специальные перерывы для обогревания и отдыха, которые включаются в рабочее время?

а) при выполнении работ в холодное время года на открытом воздухе или в закрытых необогреваемых помещениях, а также грузчикам, занятым на погрузочно-разгрузочных работах;
б) при работах за пределами нормальной продолжительности рабочего времени;
в) при разделении рабочего дня на части.

19. В каких случаях в состав комиссии по расследованию несчастного случая на производстве в обязательном порядке включаются государственный инспектор труда, представители органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации или органа местного самоуправления (по согласованию), представитель территориального объединения профессиональных союзов?

а) при гибели в результате несчастного случая более двух работников;
б) при расследовании группового несчастного случая на производстве, тяжелого несчастного случая на производстве, несчастного случая на производстве со смертельным исходом;
в) при групповом несчастном случае с числом погибших пять человек и более;
г) если пострадало более десяти человек с возможным тяжелым инвалидным исходом.

20. Кто рассматривает разногласия, но вопросам расследования и оформления документов о несчастном случае на производстве?

а) только федеральная инспекция труда;
б) соответствующие органы государственной инспекции труда или суд;
в) только суд.

21. Кто формирует комиссию по расследованию несчастного случая на производстве, в какие сроки?

а) работодатель незамедлительно образует комиссию, состоящую из нечетного числа членов и в количестве не менее трех человек, в т.ч. председателя комиссии при расследовании легкого несчастного случая;
б) специалист по охране труда (он же председатель) создает комиссию незамедлительно в количестве не менее трех человек. При групповом, тяжелом или смертельном несчастном случае в состав комиссии должен входить государственный инспектор труда;
в) государственный инспектор труда, независимо от тяжести несчастного случая, в течение суток после получения извещения от организации.

22. Можно ли военнослужащего привлекать к несению боевого дежурства до привидения его к военной присяге?
а) можно;
б) нельзя;
в) можно - в исключительных случаях.

23. Какое воинское звание относится к высшему офицерскому составу?
а) полковник;
б) капитан;
в) майор;
г) генерал-майор.

24. Через сколько месяцев военнослужащие, проходящие военную службу по призыву, вправе заключить контракт о прохождении военной службы?
а) не менее чем через 3 месяца;
б) не менее чем через 10 месяцев;
в) не менее чем через 12 месяцев.

25. Какое из заключений медицинской комиссии военкомата даёт право на освобождение от призыва граждан на военную службу по состоянию здоровья?
а) ограниченно годен к военной службе;
б) временно не годен к военной службе;
в) годен к военной службе с незначительными ограничениями.

26. Сроки призыва граждан на военную службу в первом полугодии:
а) с 1 января по 30 марта;
б) с 1 марта по 30 мая;
в) с 1 апреля по 15 июля.

27. Какой день считается днём начала военной службы для граждан, призванных на военную службу?
а) день убытия из военного комиссариата к месту продолжения военной службы;
б) день прибытия в войсковую часть по месту прохождения военной службы;
в) день издания приказа о зачислении в списки личного состава части.

28. Первый контракт о прохождении военной службы вправе заключить граждане в возрасте:
а) от 20 до 30 лет;
б) от 20 до 40 лет;
в) от 18 до 40 лет.

29. По результатам медицинского освидетельствования от призыва на военную службу освобождаются граждане:

а) временно не годные к военной службе;
б) годные к военной службе с незначительными ограничениями;
в) не годные к военной службе.

30. Каковы сроки военной службы для военнослужащих, окончивших образовательные учреждения высшего профессионального образования, проходящих военную службу по призыву?

а) 12 месяцев;
б) 18 месяцев;
в) 24 месяца.

Приложение 2.2.4
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

КОМПЛЕКТ
КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

СГ 04 физическая культура

2025

Комплект контрольно-оценочных средств
по учебной дисциплине «Физическая культура»

Критерии оценивания по физической культуре являются качественными и количественными.

Качественные критерии успеваемости характеризуют степень овладения программным материалом: знаниями, двигательными умениями и навыками, способами физкультурно-оздоровительной деятельности, включёнными в обязательный минимум содержания образования и в образовательный стандарт.

Количественные критерии успеваемости определяют сдвиги в физической подготовленности, складывающиеся из показателей развития основных физических способностей: силовых, скоростных, координационных, выносливости, гибкости и их сочетаний, что отражает направленность и уровни реализуемых образовательных программ.

Осуществляя оценивание подготовленности по физической культуре, учитывается динамика изменения развития физических качеств за определённый период времени и индивидуальные особенности обучающихся (телосложение, психические и физиологические особенности). При этом необходимо быть максимально тактичным, внимательным, не унижать человеческое достоинство обучающегося, заботясь о повышении и дальнейшем развитии интереса к физической культуре.

Оценку уровня развития физических качеств занимающихся, наиболее целесообразно проводить по приросту к исходным данным показателям. Для этого организуется тестирование в контрольных точках: На входе – начало учебного года, семестра;
На выходе – в конце учебного года, семестра, изучения темы программы.

Итоговая отметка выставляется за овладение темы, раздела, за полугодие, за учебный год. Она включает в себя текущие отметки, полученные за овладение всеми составляющими успеваемости: знаниями, двигательными умениями и навыками, а также отражает сдвиги в развитии физических способностей, умений осуществлять физкультурно-оздоровительную деятельность.

Критерии оценивания успеваемости по базовым составляющим физической подготовки учащихся:

1. Знания

При оценивании знаний по предмету «Физическая культура» учитываются такие показатели: глубина, полнота, аргументированность, умение использовать их применительно к конкретным случаям и занятиям физическими упражнениями.

С целью проверки знаний используются следующие методы: опрос, проверочные беседы.

Оценка «5»	**Оценка «4»**	**Оценка «3»**	**Оценка «2»**
За ответ, в котором:	За тот же ответ, если:	За ответ, в котором:	За непонимание и:
обучающийся демонстрирует глубокое понимание сущности материала; логично его излагает, используя в деятельности.	в нём содержатся небольшие неточности и незначительные ошибки.	отсутствует логическая последовательность, имеются пробелы в знании материала, нет должной аргументации и	не знание материала программы.

		умения использовать знания на практике.	

2. Техника владения двигательными умениями и навыками

Для оценивания техники владения двигательными умениями и навыками используются методы: наблюдение, вызов из строя для показа, выполнение упражнений, комбинированный метод.

Оценка «5»	**Оценка «4»**	**Оценка «3»**	**Оценка «2»**
За выполнение, в котором:	За тоже выполнение, если:	За выполнение, в котором:	За выполнение, в котором:
движение или отдельные его элементы выполнены правильно, с соблюдением всех требований, без ошибок, легко, свободно. чётко, уверенно, слитно, с отличной осанкой, в надлежащем ритме; понимает сущность движения, его назначение, может разобраться в движении, объяснить, как оно выполняется, продемонстрировать в нестандартных условиях; может определить и исправить ошибки, допущенные другими; уверенно выполняет учебный норматив.	при выполнении обучающийся действует также, как и в предыдущем случае, но допустил не более двух незначительных ошибок.	двигательное действие в основном выполнено правильно, но допущена одна грубая или несколько мелких ошибок, приведших к скованности движений, неуверенности. Не может выполнить движение в нестандартных и сложных в сравнении с уроком условиях.	движение или отдельные его элементы выполнены неправильно, допущено более двух значительных или грубые ошибки.

3. Владение способами и умение осуществлять физкультурно-оздоровительную деятельность

Оценка «5»	**Оценка «4»**	**Оценка «3»**	**Оценка «2»**
умеет самостоятельно организовать место занятий; подбирать средства и инвентарь и применять их в конкретных условиях; контролировать ход выполнения деятельности и оценивать итоги.	организует место занятий в основном самостоятельно, лишь с незначительной помощью; допускает незначительные ошибки в подборе средств; контролирует ход выполнения	более половины видов самостоятельной деятельности выполнены с помощью преподавателя или не выполняется один из пунктов.	не может выполнить самостоятельно ни один из пунктов.

	деятельности и оценивает итоги.		

4. Уровень физической подготовленности учащихся

Оценка «5»	Оценка «4»	Оценка «3»	Оценка «2»
Исходный показатель соответствует высокому уровню подготовленности, предусмотренному обязательным минимумом подготовки и программой физического воспитания, которая отвечает требованиям государственного стандарта и обязательного минимума содержания обучения по физической культуре, и высокому приросту ученика в показателях физической подготовленности за определённый период времени.	Исходный показатель соответствует среднему уровню подготовленности и достаточному темпу прироста.	Исходный показатель соответствует низкому уровню подготовленности и незначительному приросту.	Учащийся не выполняет государственный стандарт, нет темпа роста показателей физической подготовленности.

При оценке физической подготовленности приоритетным показателем является темп прироста результатов. Задание по улучшению показателей физической подготовленности (темп прироста) должны представлять определённую трудность для каждого обучающегося, но быть реально выполнимыми. Достижение этих сдвигов при условии систематических занятий даёт основание для выставления высокой оценки.

Общая оценка успеваемости складывается по видам программы: по гимнастике, баскетболу, волейболу, лёгкой атлетике – путём сложения конечных оценок, полученных учеником по всем видам движений, и оценок за выполнение контрольных упражнений.

Оценка успеваемости за учебный год производится на основании общих оценок по разделам программы за два семестра(полугодия). При этом преимущественное значение имеют оценки за умение и навыки осуществлять собственно двигательную, физкультурно-оздоровительную деятельность.

КОНТРОЛЬНЫЕ НОРМАТИВЫ
I КУРС (юноши)

УЧЕБНЫЙ НОРМАТИВ	ЛЁГКАЯ АТЛЕТИКА		
	«5»	«4»	«3»
Бег 100 м.(сек.)	13,8	14,5	15,0
Бег 1000 м. (мин.)	4.00	4.20	5.00

Бег 3000 м. (мин.)	Без учета времени		
Прыжок в длину с места (см.)	220	215	200
Прыжок в высоту (см.)	125	120	115
Метание гранаты 700 гр. (м.)	32	28	25
Челночный бег 4*10 м.(сек.)	8,9	9,6	10,2
	ГИМНАСТИКА. СИЛОВАЯ ПОДГОТОВКА.		
Акробатическое соединение	Техника выполнения		
Опорный прыжок	Техника выполнения		
Подтягивание в висе на перекладине (раз)	10	8	6
Поднимание туловища в положении лёжа на спине (1 мин.)	50	40	35
Отжимания, в упоре лёжа	35	28	20
Отжимания, в упоре на брусьях (раз)	8	6	5
Полоса препятствий (7-9)	+	+	+
Прыжки через скамейку (30 сек.)	35	30	28
Поднимание ног в висе на гимн. стенке (раз)	14	10	8
Приседание на одной ноге (раз)	8	6	4
ППФП (строевые упражнения, перестороения)	+	+	+

КОНТРОЛЬНЫЕ НОРМАТИВЫ
I КУРС (девушки)

УЧЕБНЫЙ НОРМАТИВ	*ЛЁГКАЯ АТЛЕТИКА*		
	«5»	«4»	«3»
Бег 100 м.(сек.)	16,5	17.2	17,9
Бег 500 м. (мин.)	2,05	2,30	3,00
Бег 1000 м. (мин.)	Без учета времени		
Прыжок в длину с места (см.)	185	175	160
Прыжок в высоту (см.)	110	105	100
Метание гранаты 500 гр.	23	18	15

Челночный бег 4*10 м.(сек.)	9,8	10,2	11,0
	ГИМНАСТИКА. СИЛОВАЯ, РИТМИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА.		
Акробатическое соединение	Техника выполнения		
Опорный прыжок	Техника выполнения		
Упражнения в равновесии	Техника выполнения		
Комплекс упражнений стоя	Техника выполнения		
Комплекс упражнений сидя, лежа	Техника выполнения		
Подтягивание на низкой перекладине (раз)	18	14	10
Поднимание туловища в положении лёжа на спине (1 мин.)	42	35	30
Отжимания, в упоре лежа (раз)	15	12	8
Полоса препятствий (5 преп.)	+	+	+
Прыжки через скакалку (30 сек)	75	65	55
ППФП	+	+	+

КОНТРОЛЬНЫЕ НОРМАТИВЫ
I КУРС (юноши, девушки)

УЧЕБНЫЙ НОРМАТИВ	Спортивные игры (баскетбол, волейбол)		
	«5»	«4»	«3»
История развития, правила игры в баскетбол (стритбол)	5	4	3
Ведение и передача мяча	Техника выполнения		
Ведение мяча- два шага- бросок в кольцо (4 атаки)	3	2	1
Штрафной бросок (7 бросков)	5	4	3
ППФП	+	+	+
История развития, правила игры в волейбол (5 вопросов)	5	4	3
Приём и передача мяча сверху над собой	15	12	10
Приём и передача мяча снизу над собой	15	12	10
Приём и передача мяча в паре (через сетку)	15	12	10
Верхняя прямая подача (6 под.)	5	4	3

ППФП	+	+	+
	Элементы единоборства, атлетическая гимнастика		
Правила соревнований (5 в.)	5	4	3
Приёмы самостраховки (3 пр.)	3	2	1
Комплекс силовой гимнастики	Рассказ, показ		
ППФП	+		
ППФП	+		

Приложение 2.2.5
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

КОМПЛЕКТ
КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

СГ. 05 основы финансовой грамотности

2025

Контрольно-оценочные материалы разработаны на основе рабочей программы по учебной дисциплине СГ.05 «Основы финансовой грамотности» для специальности среднего профессионального образования (далее СПО), входящей в состав укрупненной группы профессий **15.00.00 Машиностроение**, для профессии **15.02.09 Аддитивные технологии.**

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Злобина М.И. преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

1. Пояснительная записка

Контрольно-оценочные средства (КОС) предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины СГ.05 «Основы финансовой грамотности», входящей в социально-гуманитарный цикл.

Контрольно-оценочные средства (КОС) включают контрольные материалы в двух вариантах, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации в форме зачета.

Контрольно-оценочные средства (КОС) разработаны на основании:

- основной профессиональной образовательной программы по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии и рабочей программы учебной дисциплины СГ.05 «Основы финансовой грамотности».

Комплект контрольно-оценочных средств

Вариант 1.

1. Какой вид капитала ставит целью формирование дополнительных источников дохода?

А) Инвестиционный
Б) Текущий
В) Резервный
Г) Текущий и Резервный

2. Без сбережений невозможно сформировать резерв для защиты на черный день.

А) Верно
Б) Неверно

3.Что из перечисленного входит в человеческий капитал?

А) Кредит
Б) Домашний сейф
В) Умение составлять бюджет
Г) Всё вышеперечисленное

4.Что из перечисленного входит в человеческий капитал?

А) Кредит
Б) Домашний сейф
В) Умение составлять бюджет
Г) Всё вышеперечисленное

5. Укажите правильное утверждение. Резервный капитал человека создается с целью:

а) создания накоплений на будущую старость;
б) формирования накоплений на крупную покупку;
с) создания накоплений на случай потери работы.
д) Все утверждения верны.

6. Что для Вас означает понятие «убытки»?

а) Налоги и сборы, взимаемые с физических и юридических лиц.
б) Расходы, которые лицо, чье право нарушено, произвело или должно будет произвести для восстановления нарушенного права, утрата или повреждение его имущества, а также неполученные доходы, которые это лицо получило бы при обычных условиях гражданского оборота, если бы его право не было нарушено.
с) Денежная сумма, которую должник обязан уплатить кредитору в случае просрочки исполнения.

7. Семейным бюджетом является:

а) заработная плата мужа и жены;
б) все доходы и расходы семьи;
с) пенсии бабушки и дедушки.

8. Укажите правильное утверждение. Инвестиционный капитал человека создается с целью:

а) создания накоплений на случай болезни;
б) формирования накоплений на крупную покупку;
с) создания накоплений на будущую старость.
д) Все утверждения неверны.

9. Укажите правильное утверждение. Резервный капитал человека создается с целью:

а) создания накоплений на будущую старость;
б) формирования накоплений на крупную покупку;
с) создания накоплений на случай потери работы.
д) Все утверждения верны.

10. В чем основная цель резервного капитала?

А) Повседневные траты
Б) Дополнительные источники дохода
В) Защита от риска
Г) Всё выше перечисленное

11.Что из перечисленного входит в человеческий капитал?

А) Кредит
Б) Домашний сейф
В) Умение составлять бюджет
Г) Всё вышеперечисленное

12. Что из перечисленного является инвестиционным активом?

А) Деньги
Б) Смартфон
В) Собственный бизнес
Г) Всё вышеперечисленное

13. В чем основная цель инвестиционного капитала?

А) Повседневные траты
Б) Защита от рисков
В) Дополнительные источники доходов
Г) Все вышеперечисленное

14. Страховая премия – это:

А) Плата, которую страхователь выплачивает страховщику по договору страхования
Б) Сумма, которую страховщик возвращает страхователю при отсутствии страховых случаев в течение срока действия полиса
В) Вознаграждение, которое получает страховой брокер от страховой компании
Г) Сумма, которую страховщик выплачивает страхователю при наступлении страхового случая

15. К страхованию ответственности относится:

А) Добровольное медицинское страхование
Б) КАСКО
В) ОСАГО
Г) Всё вышеперечисленное

16. Верны ли следующие суждения?

А) Кредит может выдаваться по ставке 0 % годовых

Б) В случае непогашения кредита в срок банк имеет право начислять штрафные проценты на сумму просроченной задолженности
1) верно только А
2) верно только Б
3) верны оба суждения
4) оба суждения неверны

16. Верны ли следующие суждения?

А) Получатель безналичного перевода денег обязательно должен иметь банковский счет
Б) Во многих странах дорожные чеки используются не только для обналичивания денег, но и для оплаты товаров и услуг
1) верно только А
2) верно только Б
3) верны оба суждения
4) оба суждения неверны

18. Что происходит с содержимым банковской ячейки в случае банкротства банка?

А) Его забирают кредиторы банка
Б) Его забирает Агентство по страхованию вкладов
В) Оно полностью возвращается клиенту банка
Г) Оно возвращается клиенту банка в части, застрахованной Агентством по страхованию вкладов

14. Что невозможно сделать с дебетовой картой?

А) Провести через границу без декларирования на таможне
Б) Снять деньги в банкомате
В) Взять в долг у банка
Г) Оплатить товары и услуги в безналичной форме

19. Что такое инвестиционный портфель?

А) Допустимый уровень риска при инвестировании
Б) Набор конкретных реальных и финансовых активов
В) Общий подход к формированию своих инвестиций и управлению ими
Г) Прогноз доходности по различным инвестиционным активом

20. Какой из нижеперечисленных активов является самым рискованным?

А) Банковский депозит
Б) Облигации нефтедобывающей компании
В) Акции этой же компании
Г) Портфель акций всех нефтедобывающих компаний в стране

21. Верны ли следующие суждения

А) Чем короче срок инвестирования, тем более рискованной может быть инвестиционная стратегия
Б) Цель инвестирования в том, чтобы найти актив, который является и доходным, и надежным, и ликвидным
1) верно только А
2) верно только Б
3) верны оба суждения
4) оба суждения неверны

22. Какая организация может выплачивать пожизненную пенсию?

А) Пенсионный фонд РФ
Б) Негосударственный пенсионный фонд
В) Страховая компания
Г) Все вышеперечисленные организации

23) В какой пенсионной системе ставка, по которой в стране взимаются пенсионные взносы, влияет на размер пенсии?

А) Только в накопительной
Б) Только в солидарной
В) Как в солидарной, так и в накопительной
Г) Ни в солидарной, ни в накопительной

24. Как лучше инвестировать пенсионные накопления?

А) Отложив момент инвестирования на момент выхода на пенсию
Б) С минимальным риском, чтобы обеспечить надежность инвестиций
В) Поддерживая риск на приемлемом уровне за счет диверсификации
Г) С максимальным риском, чтобы обеспечить высокий доход

25. Какой из нижеперечисленных видов налога является прямым?

А) Акциз
Б) Земельный налог
В) Налог на добавленную стоимость
Г) Таможенная пошлина

26. Светлана получила от своей компании награду как «Лучший работник года» - путёвку в пансионат. По какой ставке облагается соответствующий доход, полученный Светланой?

А) 0%
Б) 9%
В) 13%
Г) 30%

27. Что из нижеперечисленного является наиболее вероятным признаком финансовой пирамиды?

А) В прошлые годы финансовая компания сумела заработать для клиентов высокий доход
Б) Компания инвестирует в высокодоходные финансовые инструменты
В) Основатель компании - иностранный гражданин
Г) Компания гарантирует доход выше уровня банковских депозитов

28. Приведите в соответствие:

№	Понятие		определение
1	овердрафт	А	Процедура скрытного перенаправления жертвы на ложный IP- адрес. Для этого может использоваться навигационная структура.

2	фарминг	Б	Кредитование банком расчетного счета клиента для оплаты им расчетных документов при недостаточности или отсутствии на расчетном счете клиента-заемщика денежных средств
3	скиминг	В	Вид Интернет - мошенничества, целью которого является получение доступа к конфиденциальным данным пользователей: ПИН-коду, паролю
4	фишинг	Г	Вклад в банке на определенный срок. В течение, которого на сумму регулярно начисляются проценты
5	депозит	Д	Способ применяется для незаконного получения информации о держателе карты с использованием специальных накладок, которые считывают информацию во время использования банкомата

29. Установите соответствие. К каждому элементу, данному в первом столбце, подберите элемент из второго столбца.

Примеры	Виды налогов
А) НДФЛ Б) налог на прибыль организаций В) НДС Г) налог на имущество организаций Д) таможенная пошлина Ж) транспортный налог З) земельный налог И) налог на имущество физических лиц К) акцизы	1. Прямые 2. Косвенные

30.Человек хочет сдать квартиру за 25 тыс. р. в месяц. На какую сумму в этом случае увеличится его годовой бюджет, если подоходный налог составляет 10%?

31. В банк положили 20 тыс. р. Каждый год к первоначальному вкладу добавляется 10% . Сколько денег окажется на счёте через три года?

32. Соотнесите варианты вложения денег и виды доходов

1. Деньги, вложенные в банк	А. Выплачиваются проценты.
2. Приобретенная акция	В. Приносят процент.
3. По облигациям	С. Не приносят дохода.
4. Наличные деньги, лежащие в шкатулке	Д. Приносит доход, если обменный курс рубля падает.

5. Покупка иностранной валюты	Е.Приносит (или не приносит) дивиденд

33. Задача.

Петя захотел купить планшет, т.к. выполняя задания учителя ему часто надо было обращаться к сайтам в интернете. Цена планшета была в магазине 10.000 рублей. Петя задумался, как эффективно решить эту проблему, т.к. у него в копилке была только 1.000 рублей. Брат Пети предложил оставшиеся 9.000 руб. взять в кредит в банке. Чтобы погасить кредит надо было ежемесячно выплачивать по 1.000 рублей в месяц 10 месяцев. Сколько в итоге Петя заплатит за планшет? На сколько процентов больше по сравнению с его изначальной ценой заплатит Петя, если последует совету брата. Предложите Петя решить эту проблему более рационально для семейного бюджета.

34. Объясните пословицы и мысли мудрых: 1) «Берёшь на время и чужие, отдаешь свои и навсегда». 2) «Кто покупает лишнее, тот, в конце концов, начинает продавать необходимое». (Б.Франклин)

35. Как уменьшить переплату по взятому кредиту? Выберите из списка верные позиции:

1) не спешить и оплачивать вовремя ежемесячный платёж;
2) досрочно погасить весь кредит;
3) перекредитоваться в другом банке;
4) использовать помощь государства (программы государства и социальной поддержки семей, имеющих детей).

36. Что из нижеперечисленного относится к активам? (допускается несколько вариантов ответов)
а) Депозит.
б) Сдача в аренду земельного участка.
с) Наличие акций.

37. Что из нижеперечисленного относится к пассивам? (допускается несколько вариантов ответов)
а) Наличие квартиры, в которой проживает семья.
б) Машина, используемая для нужд семьи.
с) Гараж.
д) Потребительский кредит.

38. К способам экономии относятся (допускается несколько вариантов ответов):
а) получение кредита (займа);
б) совершение выгодных покупок;
с) контроль над расходами.

39. Прокомментируйте на выбор одно из высказываний известных людей о налогах:

1. «Будет справедливо, если подданные оплатят то, чем обеспечивается их собственное благополучие». Фома Аквинский

2. «К налогам следует прибегать только в исключительных случаях. Налоги – средство опасное, ссорящее короля с его подданными». Жан Боден

3. «Мы платим правительству за его услуги. Это обмен одних ценностей на другие, правда, на особых основаниях. Хотя эта сделка не всегда является добровольной и справедливой, но все, же

это обмен, и, в конечном счете, обмен выгодный, ибо самое неспособное правительство дешевле и лучше охраняет подданных, чем если бы каждый из них защищал себя самостоятельно». Иосиф Михайлович Кулишер

Вариант II.

1. Что из перечисленного является инвестиционным капиталом?

А) Кредит
Б) Лодка
В) Билет в кино
Г) Ничего из вышеперечисленного

2. Какой вид капитала ставит целью формирование дополнительных источников дохода?

А) Инвестиционный
Б) Текущий
В) Резервный
Г) Текущий и Резервный

3. Что из перечисленного является примером фиксированных расходов?

А) Питание в столовой
Б) Оплата мобильной связи
В) Проездной на общественный транспорт
Г) Все вышеперечисленное

4. Верны ли следующие суждения?

А) Чем меньше чистый капитал, тем богаче человек.

Б) Личный финансовый план делается один раз в жизни и не подлежит изменению

1) верно только А
2) верно только Б
3) верны оба суждения
4) оба суждения неверны

5. В чем основная цель резервного капитала?

А) Повседневные траты
Б) Дополнительные источники дохода
В) Защита от риска
Г) Всё выше перечисленное

6. Банк выставляет курс покупки валюты выше, чем курс продажи.

А) верно
Б) Неверно
7. Что из перечисленного является пассивом?
А) Алименты
Б) Налоги

В) Счет на оплату электроэнергии
Г) Всё выше перечисленное

8. Что такое ликвидность актива?

А) Возможность конвертировать актив в деньги быстро и без потерь
Б) Прибыль от вложений в актив
В) Размах колебаний цены актива
Г) Способность актива приносить стабильный доход, невзирая на риски

9. Страхователь – это тот, кто:

А) Занимается распространением страховых полисов
Б) Приобретает страховую защиту на случай возможных потерь
В) Выплачивает страховое возмещение
Г) Берет на себя обязательства по возмещению потерь

10. К страхованию имущества относится:

А) Добровольное медицинское страхование
Б) КАСКО
В) ОСАГО
Г) Всё вышеперечисленное

11. Верны ли следующие суждения?

А) Под залог недвижимости выдается Ипотечный кредит
Б) Бюро кредитных историй специализируется на сборе просроченных долгов
1) верно только А
2) верно только Б
3) верны оба суждения
4) оба суждения неверны

12. Верны ли следующие суждения?

А) При выполнении определенных требований вы можете не платить процентов за кредит, предоставленный по кредитной карте
Б) Некоторые банкоматы позволяют снимать деньги со своего счета в иностранной валюте, например, в долларах США или евро
1) верно только А
2) верно только Б
3) верны оба суждения
4) оба суждения неверны

13. Какой вид банковской карты дает возможность использовать только средства на вашем банковском счету?

А) Дебетовая карта
Б) Кредитная карта
В) Дебетовая карта с овердрафтом
Г) Всё вышеперечисленное

14. Что такое надежность актива?

А) Возможность конвертировать актив в деньги быстро и без потерь
Б) Прибыль от вложений в актив (в процентах от вложенной суммы)
В) Размах колебаний цены актива
Г) Способность актива приносить стабильный доход невзирая на риски

15. Если вы хотите самостоятельно торговать на фондовом рынке, то к какому финансовому посреднику вы должны обратиться?

А) Биржа
Б) Брокер
В) Страховая компания
Г) Управляющая компания

16. Верны ли следующие суждения?

А) Акция - это документ, отражающий финансовые потоки предприятия
Б) Заем - это пример долевого финансового инструмента
1) Верно А
2) Верно Б

3) Оба суждения верны
4) Оба суждения неверны

17. Кто несет риск, связанный с инвестированием пенсионных накоплений, в корпоративной пенсионной схеме с установленными выплатами?

А) Государство
Б) Компания-работодатель
В) ПФР
Г) Сотрудник компании, будущий пенсионер

18. Когда выгоднее всего начинать накопления на цели?

а) Когда есть возможность.
б) Чем раньше, тем легче идти к финансовой цели.
с) Никогда, лучше по факту решать вопросы.

19. Какой из нижеперечисленных видов дохода облагается НДФЛ?

А) Оплата питания работодателем
Б) Возмещение на командировку от работодателя
В) Страховые взносы по договорам добровольного медицинского страхования
Г) Пенсионные взносы в негосударственные пенсионные фонды

20. Какой из нижеперечисленных видов налога является прямым?

А) Акциз
Б) Земельный налог
В) Налог на добавленную стоимость
Г) Таможенная пошлина

21. Михаил продал квартиру, купленную год назад, за полтора миллиона рублей. На какую максимальную сумму он может получить налоговый вычет без подачи документов, подтверждающих расходы на приобретение квартиры?

А) 0 рублей
Б) 250 тысяч рублей
В) 1 миллион рублей
Г) 1,5 миллиона рублей

22. Финансовая пирамида способна выплачивать повышенный доход своим вкладчикам:

А) Постоянно за счет выгодного вложения средств
Б) Временно, пока идет приток средств от новых вкладчиков
В) Постоянно за счет страхования вкладов от риска убытка
Г) Временно, до момента отзыва лицензии из-за происков конкурентов

23.. Сотрудники банка вправе запросить у вас PIN – код вашей карты:

А) Только в отделении банка
Б) Сотрудники банка не имеют на это права
В) Только в письменном виде на бланке банка
Г) Только по телефону, предварительно назвав вам кодовое слово

24. Приведите в соответствие:

№	Понятие		определение
1	Риск	А	Способность актива быстро и с минимальными потерями быть конвертированным в деньги
2	Ликвидность	Б	Долговая ценная бумага, которая выпускается эмитентом на определенный срок
3	Инвестирование	В	Возможность получения результата, отличающегося от ожиданий.
4	Дивиденд	Г	Приобретение активов с целью получения дохода в будущем
5	Облигация	Д	Часть прибыли компании, которая распределяется между ее акционерами

25. Установите соответствие. К каждому элементу, данному в первом столбце, подберите элемент из второго столбца.

Примеры	Виды налогов
А) НДФЛ Б) налог на прибыль организаций В) НДС	1. Прямые 2. Косвенные

Г) налог на имущество организаций Д) таможенная пошлина Ж) транспортный налог З) земельный налог И) налог на имущество физических лиц К) акцизы	

26. Реши задачу:

В копилке монеты по 5 и 10 р. Десятирублёвых монет больше половины. Четверть десятирублёвых монет выпущена в 2010 году. Таких монет 5. Какой может быть максимальная сумма денег в копилке?

27.Что из перечисленного является пассивом для человека?

а) Депозит в банке.
б) ОФЗ.
с) Банковский кредит.
д) Золотые сережки.

28. Гражданин Иванов купил 100 акций номинальной стоимостью 100 р. Через год он получил дивиденды, равные 5% от стоимости акций, на следующий год дивиденды не выплачивались, а на третий год дивиденды составили 20%. Дивиденды он хранил дома в стеклянной банке. Какую долю от стоимости акций составляет сумма дивидендов?

29.Соотнесите варианты вложения денег и виды доходов

1. Деньги, вложенные в банк	A. Выплачиваются проценты.
2. Приобретенная акция	B. Приносят процент.
3. По облигациям	C. Не приносят дохода.
4. Наличные деньги, лежащие в шкатулке	Д. Приносит доход, если обменный курс рубля падает.
5. Покупка иностранной валюты	Е.Приносит (или не приносит) дивиденд

30 Задача.

Фабрика получает прибыль равную 200 млн. рублей в год, а кафе 15 млн. рублей. Затраты фабрики на производство составляют 1200 млн. рублей, а кафе – 75 млн. рублей. Чей бизнес эффективнее? Ответ поясните.

31. Задача.

Илья захотел купить планшет, т.к. выполняя задания учителя ему часто надо было обращаться к сайтам в интернете. Цена планшета была в магазине 10.000 рублей. Илья задумался, как эффективно решить эту проблему, т.к. у него в копилке была только 1.000 рублей. Брат Ильи предложил оставшиеся 9.000 руб. взять в кредит в банке. Чтобы погасить кредит надо было ежемесячно выплачивать по 1.000 рублей в месяц 10 месяцев. Сколько в итоге Илья заплатит за планшет? На сколько процентов больше по сравнению с его изначальной ценой заплатит Илья, если последует совету брата. Предложите Илье решить эту проблему более рационально для семейного бюджета.

32. 1) Внебюджетные фонды - это…
а) денежные фонды, формируемые на централизованном уровне и используемые для финансирования конкретных общественных потребностей;
б) базовый источник финансовых ресурсов для всей финансовой системы;
в) денежные фонды, формирующиеся и используемые на предприятии сверх бюджета предприятия

33. Налоги – это …
а) совокупность денежных отношений, которые возникают у государства с его субъектами;
б) совокупность денежных отношений;
в) совокупность расходования денежных средств.

34. Прокомментируйте на выбор одно из высказываний известных людей о налогах:

1.«Государственные доходы – это часть, выделяемая каждым гражданином из своего имущества для того, чтобы спокойно пользоваться остальным». Шарль Луи Монтескье
2. «Налоги для государства – то же, что паруса для корабля. Они служат тому, чтобы скорее ввести его в гавань, а не тому, чтобы завалить его своим бременем или держать всегда в открытом море и чтоб, наконец, потопить его». Екатерина II Великая
3. «Требовать уничтожения налогов значило бы требовать уничтожения самого общества. Государство ничего не может сделать для граждан, если граждане ничего не сделают для государства». Николай Иванович Тургенев

35. Что из нижеперечисленного относится к активам? (допускается несколько вариантов ответов)

а) Депозит.
б) Сдача в аренду земельного участка.
с) Наличие акций.

36. Что из нижеперечисленного относится к пассивам? (допускается несколько вариантов ответов)

а) Наличие квартиры, в которой проживает семья.
б) Машина, используемая для нужд семьи.
с) Гараж.
д) Потребительский кредит.

37. К способам экономии относятся (допускается несколько вариантов ответов):

а) получение кредита (займа);

б) совершение выгодных покупок;
с) контроль над расходами.

38. Что из перечисленного является финансовым инструментом?

а) Телефон.
б) Тулуп.
с) Учебник по финансовой грамотности.
д) Ничего из вышеперечисленного.

39. Объясните пословицы и мысли мудрых:

1) «Берёшь на время и чужие, отдаешь свои и навсегда».
2) «Кто покупает лишнее, тот, в конце концов, начинает продавать необходимое». (Б.Франклин)

Литература

1. Костюкова Е.И. Основы финансовой грамотности: учебник для СПО / Е. И. Костюкова, И. И. Глотова, Е. П. Томилина [и др.]. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 316 с. — ISBN 978-5-507-47451-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/378458.

2. Купцова Е.В. Бизнес-планирование: учебник и практикум для среднего профессионального образования/ Е. В. Купцова, А. А. Степанов. — Москва: Издательство Юрайт, 2021.— 435 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-11053-1. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/476085

3.2.2. Дополнительные источники

1. Образовательные проекты ПАКК [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.edu.pacc.ru.

2. Режим доступа: https: Электронный ресурс Российское образование, Федеральный портал (http://www.edu.ru).

3. http://www.budget.gov.ru/ – единый портал бюджетной системы Российской Федерации.
4. http://www.schoolmoney.ru – Основы инвестирования и управления личными финансами «Школа денег».
5. www.economy.gov.ru – сайт Министерства развития РФ.

Приложение 2.2.6
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

Контрольно-оценочные материалы по дисциплине

ОП.01 «Математика»

2025

Контрольно-оценочные материалы
по дисциплине ОП.01 «Математика»

Контрольно-оценочные средства (КОС) предназначены для итогового контроля и оценки образовательных достижений обучающихся освоения программы дисциплины ОП. 01 «Математика»

Содержание работы соответствует требованиям к результатам освоения дисциплины ОП.01 «Математика», направлено на оценку уровня сформированности компетенций обучающегося и уровня освоения им наиболее значимых, опорных элементов содержания дисциплины ОП.01 «Математика»

Содержание работы определяется:

а) федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

б) Программой подготовки специалистов среднего звена.

в) Рабочей программой дисциплины ОП.01 «Математика»

В работу включены задания различных уровней сложности в зависимости от объема времени, отведенного на изучение темы и уровня освоения отдельных дидактических единиц темы

Тема	Номер вопроса
Матрицы и определители	1, 2, 3
Решение систем линейных алгебраических уравнений	4
Пределы функций	5, 6, 7
Интегральное исчисление	8, 9
Теория вероятности	10

На выполнение заданий дается 2 академических часа (90 мин).

При решении студентам разрешается пользоваться собственными конспектами по предмету. Использовать любые технические средства запрещено.

Оценка результативности осуществляется по пятибалльной системе: «5» -10 правильно решенных заданий, «4» - 8-9 правильно решенных заданий, «3» - 6-7 правильно решенных заданий, «2» -5 и менее решенных заданий.

В состав банка ДЗ включены 5 вариантов по 10 заданий.

Вариант 1

№	Текст задания
1	Найти матрицу $C = 2A + 5B$, если $A=\begin{pmatrix}3 & 5\\ 4 & 1\end{pmatrix}$, $B=\begin{pmatrix}2 & 3\\ 1 & -2\end{pmatrix}$.
2	Вычислить определитель $\begin{vmatrix}1 & -2\\ 7 & -4\end{vmatrix}$
3	Вычислить определитель $\begin{vmatrix}1 & 2 & 3\\ 4 & 5 & 6\\ 7 & 8 & 9\end{vmatrix}$
4	Определить геометрический объект и его координаты, который является пересечением плоскостей, заданных уравнениями $2x + 3y - z = 4$, $x + y + 3z = 5$, $3x - 4y + z = 0$
5	Найти: $\lim\limits_{x \to 1} \dfrac{2}{x+2}$
6	Найти: $\lim\limits_{x \to 2} \dfrac{x^2 - 3x + 2}{x-2}$
7	Найти: $\lim\limits_{x \to 2} \dfrac{x^2 + x - 6}{\sqrt{3x-2}-2}$
8	Найти неопределенный интеграл $\int \dfrac{dx}{\sqrt{3x+2}}$
9	Вычислить определенный интеграл $\int\limits_{-3}^{1} (2x^2 + 3x - 1)dx$
10	По прогнозу метеорологов вероятность того, что пойдет дождь, равна 0,4, будет ветер – 0,7, будет ветер с дождем – 0,2. Какова вероятность того, что будет дождь или ветер?

Вариант 2

№	Текст задания
1	Найти матрицу $C = A + 4B$, если $A=\begin{pmatrix}3 & 5\\ 4 & 1\end{pmatrix}$, $B=\begin{pmatrix}2 & 3\\ 1 & -2\end{pmatrix}$.
2	Вычислить определитель $\begin{vmatrix}2 & -1\\ 3 & -1\end{vmatrix}$
3	Вычислить определитель $\begin{vmatrix}3 & 4 & -5\\ 8 & 7 & -2\\ 2 & -1 & 8\end{vmatrix}$
4	Определить геометрический объект и его координаты, который является пересечением плоскостей, заданных уравнениями $$x + y + z = 2$$ $$2x - y - 6z = -1$$ $$3x - 2y = 8$$
5	Найти: $\lim\limits_{x\to 1}\dfrac{2x^2-3x-5}{x+1}$
6	Найти: $\lim\limits_{x\to \infty}\dfrac{2x^2-3x-5}{1+x+3x^2}$
7	Найти: $\lim\limits_{x\to 3}\dfrac{\sqrt{x-2}-\sqrt{2x-5}}{3-x}$
8	Найти неопределенный интеграл $\int x(1-2x)^3\,dx$
9	Вычислить определенный интеграл $\int\limits_1^2 e^{2x}dx.$
10	Совет директоров состоит из трех бухгалтеров, трех менеджеров и двух инженеров. Планируется создать подкомитет из его членов. Какова вероятность того, что все трое в этом подкомитете будут бухгалтеры?

Вариант 3

№	Текст задания
1	1. Найти матрицу $C = 3A - 2B$, если $A=\begin{pmatrix}3 & 5\\ 4 & 1\end{pmatrix}$, $B=\begin{pmatrix}2 & 3\\ 1 & -2\end{pmatrix}$.
2	Вычислить определитель $\begin{vmatrix}2 & 3\\ 3 & 4\end{vmatrix}$
3	Вычислить определитель $\begin{vmatrix}3 & 2 & 1\\ 2 & 5 & 3\\ 3 & 4 & 3\end{vmatrix}$
4	Определить геометрический объект и его координаты, который является пересечением плоскостей, заданных уравнениями $2x + 3y + z = 1$, $3x - y + 2z = 1$, $x + 4y - z = 2$
5	Найти: $\lim\limits_{x\to 4}\left[2(x+3)-\frac{x}{x-2}\right]$.
6	Найти: $\lim\limits_{x\to 1}\frac{x^2+x-2}{x-1}$
7	Найти: $\lim\limits_{x\to 2}\frac{\sqrt{x+2}-\sqrt{7x-10}}{3x-6}$
8	Найти неопределенный интеграл $\int(5-6x)^5\,dx$
9	Вычислить определенный интеграл $\int\limits_1^2\left(\frac{4}{x}-5x^4+2\sqrt{x}\right)dx$
10	Вероятность того, что лампочка бракованная, равна 0,04. Покупатель в магазине выбирает случайным образом две такие лампочки. Найдите вероятность того, что обе лампочки окажутся исправными.

Вариант 4

№	Текст задания
1	1. Найти матрицу $C = -2A + 3B$, если $A=\begin{pmatrix}3 & 5\\ 4 & 1\end{pmatrix}$, $B=\begin{pmatrix}2 & 3\\ 1 & -2\end{pmatrix}$.
2	Вычислить определитель $\begin{vmatrix}7 & 2\\ 9 & 1\end{vmatrix}$
3	Вычислить определитель $\begin{vmatrix}1 & 1 & -2\\ 3 & -1 & -1\\ 2 & 3 & 4\end{vmatrix}$
4	Определить геометрический объект и его координаты, который является пересечением плоскостей, заданных уравнениями $2x + y - z = 3$, $3x + 2y + 2z = -7$, $x + z = -2$
5	Найти: $\lim\limits_{x\to 0}\frac{x^2+x-1}{x-1}$
6	Найти: $\lim\limits_{x\to 1}\frac{x^2+x-2}{x-1}$
7	Найти: $\lim\limits_{x\to 3}\frac{\sqrt{x+6}-\sqrt{10x-21}}{5x-15}$
8	Найти неопределенный интеграл $\int x^4 e^{x^5}\,dx$
9	Вычислить определенный интеграл $\int_{-1}^{2}(x^2+2x+1)dx$
10	В магазин поступило 30 новых телевизоров, среди которых 5 имеют скрытые дефекты. Наудачу отбирается один телевизор для проверки. Какова вероятность того, что он не имеет скрытых дефектов?

Вариант 5

№	Текст задания
1	1. Найти матрицу $C = -3A + 2B$, если $A=\begin{pmatrix}3 & 5\\ 4 & 1\end{pmatrix}$, $B=\begin{pmatrix}2 & 3\\ 1 & -2\end{pmatrix}$.
2	Вычислить определитель $\begin{vmatrix}5 & 7\\ 2 & 9\end{vmatrix}$
3	Вычислить определитель $\begin{vmatrix}6 & 3 & 0\\ 4 & 1 & -3\\ -2 & -3 & 2\end{vmatrix}$
4	Определить геометрический объект и его координаты, который является пересечением плоскостей, заданных уравнениями $2x-3y-z=9$, $x-2y+z=3$, $x+2z=2$
5	Найти: $\lim\limits_{x\to\infty}\frac{-3}{x^3}$
6	Найти: $\lim\limits_{x\to 1}\frac{x^3-1}{x-1}$
7	Найти: $\lim\limits_{x\to -2}\frac{x^2+x-2}{\sqrt{x+6}-2}$
8	Найти неопределенный интеграл $\int\frac{dx}{\operatorname{tg}x}$
9	Вычислить определенный интеграл $\int\limits_{-2}^{4}(8+2x-x^2)dx$
10	***Производятся два выстрела по цели, вероятности попадания равны 0,3 и 0,4. Найти вероятность того, что хотя бы один выстрел попал в цель.***

Ответы для проверки

	1	2	3	4	5
1	$\begin{pmatrix}16 & 25\\13 & -8\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}11 & 17\\8 & -7\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}5 & 9\\10 & 7\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}0 & -1\\-2 & -8\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}-5 & -9\\-10 & -7\end{pmatrix}$
2	10	1	-1	-11	29
3	0	0	8	-37	-38
4	Точка (1; 1;1)	Точка(2;-1;1)	Точка(1;0;-1)	Точка(1;11;-3)	Точка(4;0;-1)
5	$\frac{2}{3}$	-3	12	1	0
6	1	$\frac{2}{3}$	3	3	3
7	$\frac{20}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{3}{10}$	-12
8	$-\frac{\sqrt{3x+2}}{2}+C$	$\frac{x^2}{2}-2x^3+3x^4-1.6x^5+C$	$-\frac{(5-6x)^6}{36}+C$	$\frac{1}{5}e^{x^5}+C$	$\ln\lvert\sin x\rvert+C$
9	$\frac{8}{3}$	$\frac{1}{2}(e^4-e^2)$	$4\ln 2-15-\frac{4}{3}(2\sqrt{2}-1)$	7	36
10	0,18	0,125	0,9216	$\frac{5}{6}$	0,58

Приложение 2.2.7
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОП.02 Информатика

2025

Контрольно-оценочные материалы разработаны на основе рабочей программы по дисциплине «ОП.02 Информатика» для специальности среднего профессионального образования 15.02.09 Аддитивные технологии.

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Головко А.Н., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Тестовые задания
для проведения дифференцированного зачета
по дисциплине «ОП.02 Информатика»

Критерии выставления оценок.

Количество правильных ответов в %	**Оценка.**
0-49	Неудовлетворительно
50-69	Удовлетворительно
70-84	Хорошо
85-100	Отлично

Ответы на тест

№ вопроса	**Ответ**	**№ вопроса**	**Ответ**
1	в	14	д
2	б	15	б
3	б	16	а
4	а	17	б
5	в	18	а
6	г	19	д
7	д	20	а
8	а	21	б
9	Д	22	д
10	а, д	23	в
11	б, г, д	24	д
12	а, в, д	25	а
13	а	-	-

Вопросы теста

1. Переведите 1 байт в биты.
а) 10 бит
б) 2 бита
в) 8 бит
г) 16 бит
д) 12 бит

2. Переведите 1 Кбайт (килобайт) в байты.
а) 1000 байт
б) 1024 байта
в) 256 байт
г) 100 байт
д) 10 байт

3. Что содержит постоянное запоминающее устройство? Выберите один правильный ответ.
а) устройство вывода
б) программу начальной загрузки компьютера
в) процессор
г) внешнюю память
д) устройство ввода

4. Для чего используется оперативное запоминающее устройство? Выберите один правильный ответ.
а) для временного хранения данных
б) для хранения программы начальной загрузки компьютера
в) для длительного хранения данных
г) для хранения имен файлов
д) для хранения прав доступа к данным

5. Для чего используется внешняя память? Выберите один правильный ответ.
а) для временного хранения данных
б) для хранения программы начальной загрузки компьютера
в) для длительного хранения данных
г) для хранения имен файлов
д) для хранения прав доступа к данным

6. Что такое драйвер? Выберите один правильный ответ.
а) программа, выполняемая в текущий момент
б) подсистема операционной системы
в) программа, управляющая работой процессора
г) программа, управляющие работой внешних устройств
д) программа, управляющая работой оперативной памяти

7. Что такое процесс? Выберите один правильный ответ.
а) подсистема операционной системы
б) программа, управляющие работой внешних устройств
в) программа, управляющая работой процессора
г) программа, управляющая работой оперативной памяти
д) программа, выполняемая в текущий момент

8. Что такое файловая система? Выберите один правильный ответ.

а) подсистема операционной системы

б) программа, управляющие работой внешних устройств

в) программа, управляющая работой процессора

г) программа, управляющая работой оперативной памяти

д) программа, выполняемая в текущий момент

9. Какое программное обеспечение является специальным? Выберите один правильный ответ.

а) текстовый процессор

б) табличный процессор

в) редактор презентаций

г) операционная система

д) система автоматизированного проектирования

10. Какое программное обеспечение не является специальным? Выберите два правильных ответа.

а) текстовый процессор

б) издательская система

в) система автоматизированного проектирования

г) операционная система

д) табличный процессор

11. Какая система счисления не используются в компьютерной технике? Выберите три правильных ответа.

а) двоичная

б) троичная

в) шестнадцатеричная

г) римская

д) десятичная

12. Какая система счисления используются в компьютерной технике? Выберите три правильных ответа.

а) двоичная система

б) троичная система

в) шестнадцатеричная

г) римская система

д) восьмеричная

13. Что такое пиксель изображения? Выберите один правильный ответ.

а) наименьший элемент, для которого можно задать свой цвет

б) наибольший элемент, для которого можно задать свой цвет

в) наименьший элемент, для которого можно задать черный цвет

г) наименьший элемент, для которого можно задать белый цвет

д) наибольший элемент, для которого можно задать красный цвет

14. Каким цветом в модели RGB является цвет (0, 0, 0)?

а) зеленый

б) белый

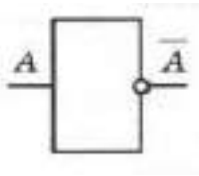
в) красный

г) синий
д) черный

15. Каким цветом в модели RGB является цвет (255, 255, 255)?
а) зеленый
б) белый
в) красный
г) синий
д) черный

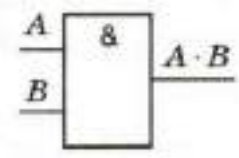
16. Каким цветом в модели RGB является цвет (0, 255, 0)?
а) зеленый
б) белый
в) красный
г) синий
д) черный

17.



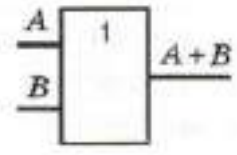
Какую логическую операцию выполняет данный элемент?
а) И
б) НЕ
в) ИЛИ
г) Импликация
д) Эквиваленция

18.



Какую логическую операцию выполняет данный элемент?
а) И
б) НЕ
в) ИЛИ
г) Импликация
д) Эквиваленция

19.



Какую логическую операцию выполняет данный элемент?

а) И
б) НЕ
в) Импликация
г) Эквиваленция
д) ИЛИ

20. Каким доменом в адресе mail.yandex.ru является «ru»? Выберите один правильный ответ.

а) 1-го уровня
б) 2-го уровня
в) 3-го уровня
г) высшего уровня
д) низшего уровня

21. Каким доменом в адресе mail.yandex.ru является «yandex»? Выберите один правильный ответ.

а) 1-го уровня
б) 2-го уровня
в) 3-го уровня
г) высшего уровня
д) низшего уровня

22. Каким доменом в адресе mail.yandex.ru является «mail»? Выберите один правильный ответ.

а) высшего уровня
б) низшего уровня
в) 1-го уровня
г) 2-го уровня
д) 3-го уровня

23. Что означает в текстовом процессоре непечатаемый символ «↵»?

а) конец абзаца
б) пробел
в) разрыв строки
г) отступ
д) поле слева

24. Что означает в текстовом процессоре непечатаемый символ «·»?

а) конец абзаца
б) разрыв строки
в) отступ
г) поле слева
д) пробел

25. Что означает в текстовом процессоре непечатаемый символ «¶»?

а) конец абзаца
б) разрыв строки
в) отступ
г) поле слева
д) пробел

Приложение 2.2.8
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

Контрольно-оценочные материалы по

ОП.03 «Инженерная графика»

2025

Экзаменационный билет по дисциплине «Инженерная графика» для итогового контроля содержит 2 задания:

Задание №1: Решение тестовых заданий по курсу.

За правильный ответ каждого тестового вопроса выставляют по 1 баллу. Максимальное количество баллов -20. Пример задания- приложение №1.

Задание №2: Выполнить модель детали по заданным в таблице размерам с использованием программного комплекса КОМПАС-3D LT. Создать чертеж детали, сохранить и вывести на печать. Соблюдать требования стандартов ЕСКД к содержанию и оформлению чертежей деталей.

За правильное выполнение модели детали-20 баллов; за правильно выполненный чертеж-20 баллов. Максимальное количество-40 баллов. Пример задания – приложение №2.

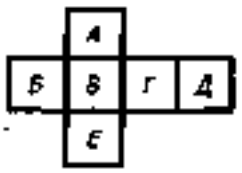
Максимальный балл за выполнение экзаменационного билета 60 баллов.

Шкала оценки

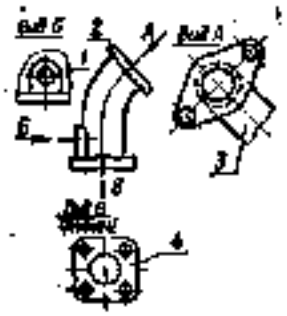
правильных ответов	Оценка уровня подготовки	
	отметка	аналог
		отлично
		хорошо
		удовлетворительно
менее 35		неудовлетворительно

Приложение №1

Вариант №1

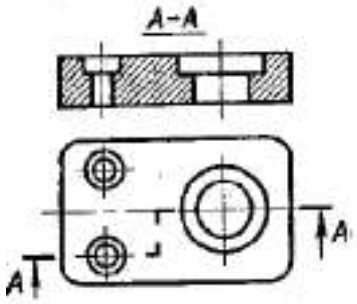
1. Какой буквой обозначена плоскость, на которой расположен вид слева? 1) А 2) Б 3) В 4) Г 5) Д 6) Е	

2. Как называется изображение, обозначенное цифрой 1?
   1) Основной вид
   2) Местный вид
   3) Дополнительный вид



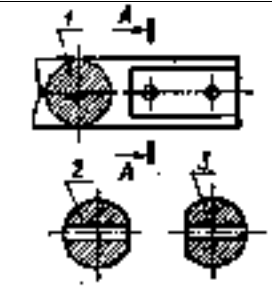
3. Какое изображение на данном чертеже является дополнительным видом?

4. Как называется разрез, выполненный на чертеже?
   1) Ломаный
   2) Ступенчатый



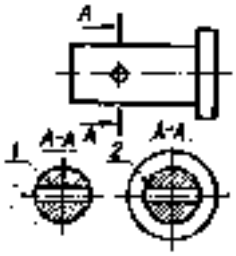
5. Как называется сечение 1?

   1) вынесенное 2) наложенное



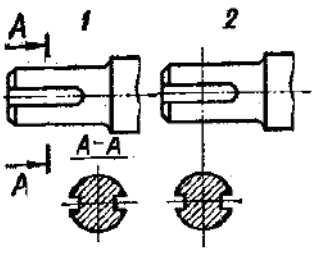
6. Как называется изображение, обозначенное на чертеже цифрой 1?

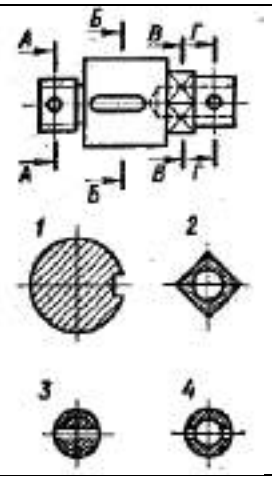
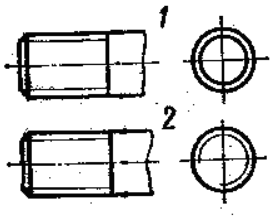
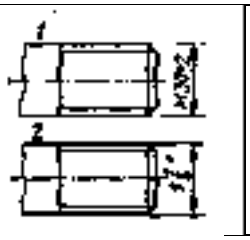
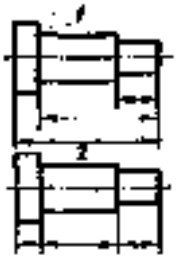
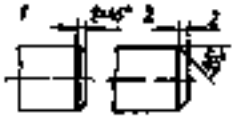
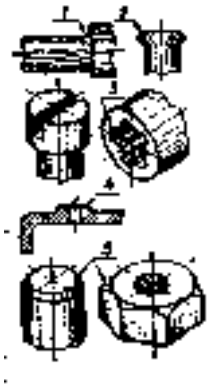
   1) разрез 2) сечение

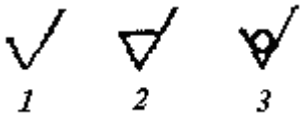
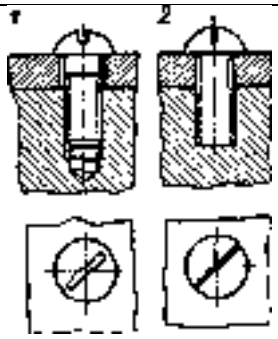
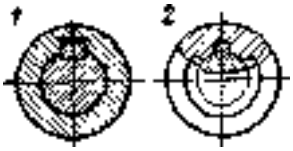
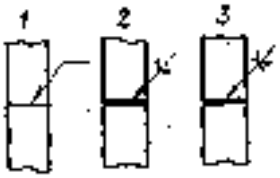
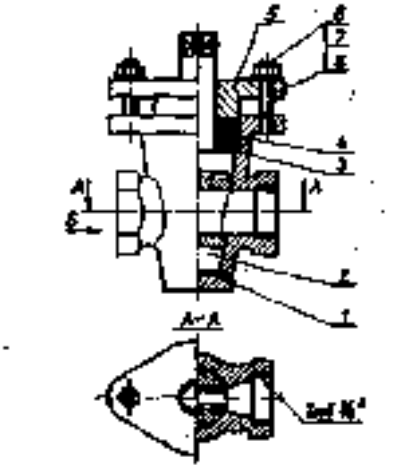


7. Какая должна быть толщина линии для обводки вынесенного сечения?

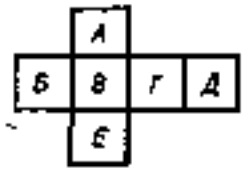
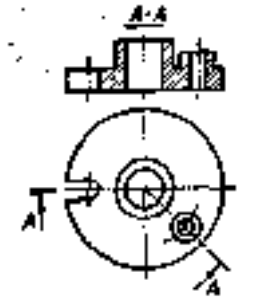
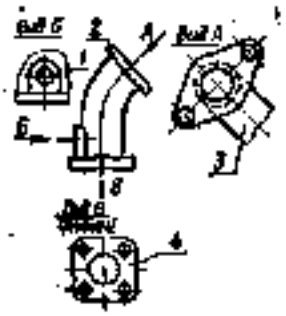
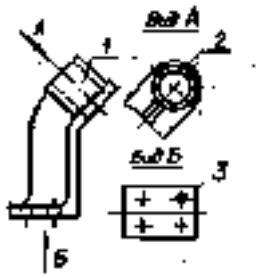
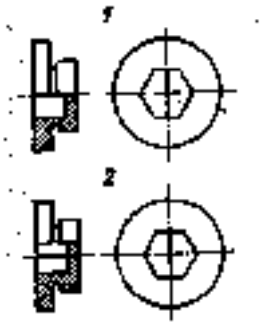
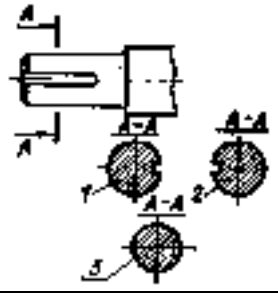
   1) Сплошная основная 2) Сплошная тонкая

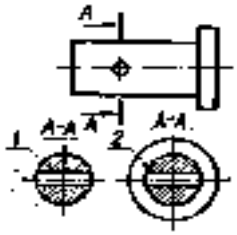
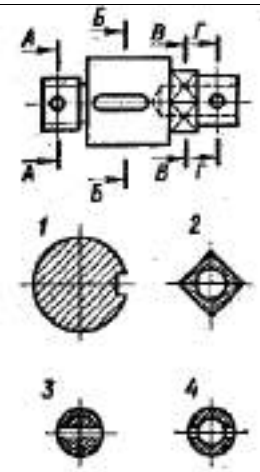
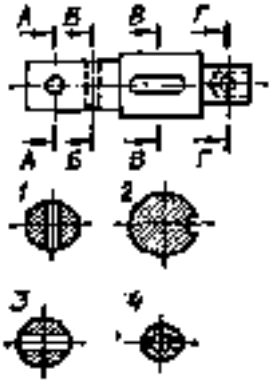
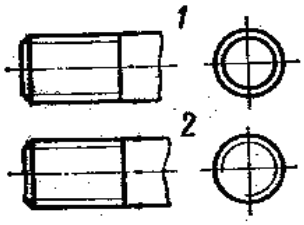
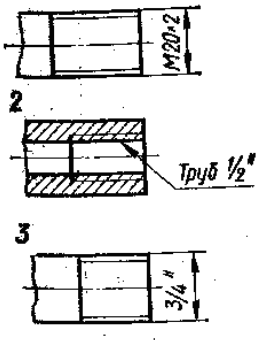


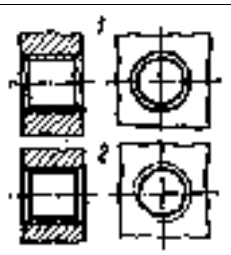
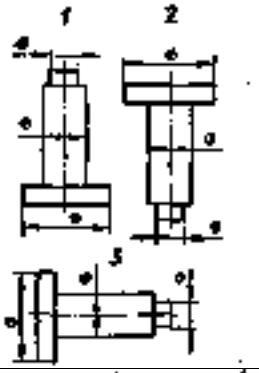
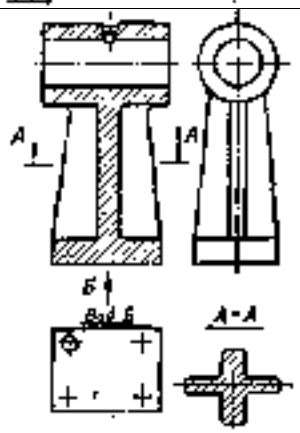
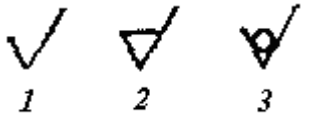
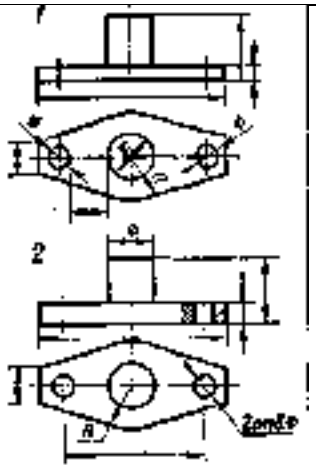
8. Как обозначена секущая плоскость вынесенного сечения, изображенного на чертеже 3? 1) А-А 2) Б-Б 3) В-В 4) Г-Г	
9. На каком рисунке условное изображение резьбы выполнено правильно?	
10. Какой шаг имеет резьба на стержне 1? 1) мелкий 2) крупный	
11. Какой способ нанесения размеров применен на чертеже1? 1) От одной базы 2) замкнутый	
12. На каком чертеже размеры фаски проставлены правильно?	
13. Какой элемент детали обозначен цифрой 2? 1) Фаска 2) Буртик 3) галтель	

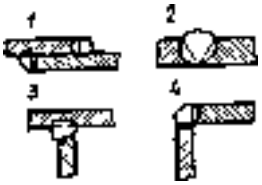
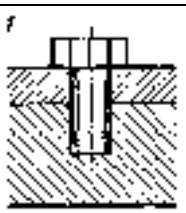
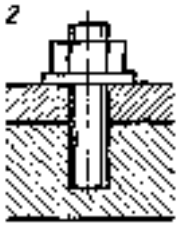
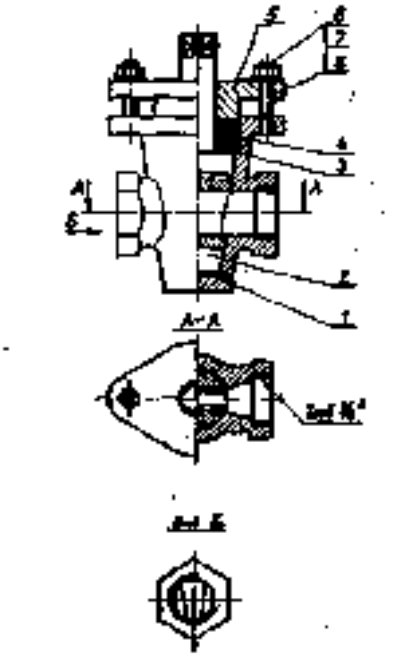
14. Какой из знаков применяется для обозначения шероховатости поверхности, полученной без удаления слоя материала (литье)?	
15. Какое изображение винтового соединения рекомендуется применять на сборочных чертежах?	
16. К какому виду разъемных соединений относится изображение1? 1) шлицевое 2) шпоночное	
17. Какое соединение изображено на рисунке 1? 1) Сварное 2) Клееное 3) Паяное	
18. Какое изображение выполнено на месте вида сверху? 1) Горизонтальный разрез 2) Ступенчатый разрез 3) Соединение половины вида и половины разреза	Сб.чертеж *Кран пробковый* 
19. Какое резьбовое соединение применяется в сборочной единице? 1) Болтовое 2) Винтовое 3) шпилечное	
20. Имеются ли в сборочной единице неметаллические детали? 1) да 2) нет	

Вариант №2

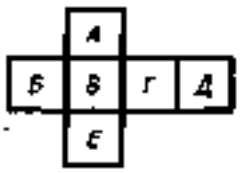
21. Какой буквой на схеме основных видов обозначена плоскость, на которой располагается вид спереди? 1) А 2) Б 3) В 4) Г 5) Д 6) Е	
22. Как называется разрез А-А, выполненный на чертеже? 1) Наклонный 2) Ломаный 3) Ступенчатый 4) Местный	
23. Какое изображение на данном чертеже является дополнительным видом?	
24. Какой цифрой обозначен на чертеже местный вид?	
25. На каком чертеже детали разрез выполнен правильно?	
26. Какое из сечений А-А выполнено правильно?	

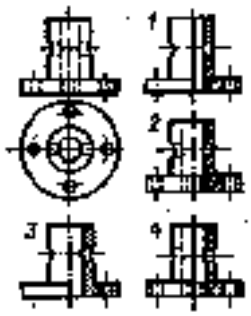
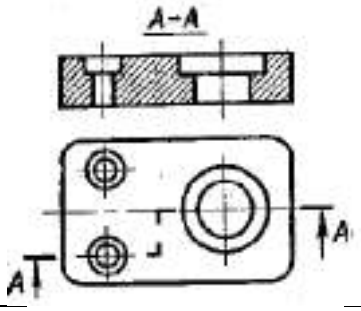
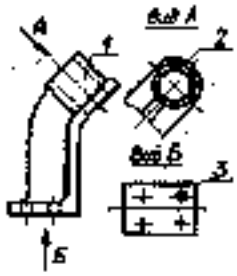
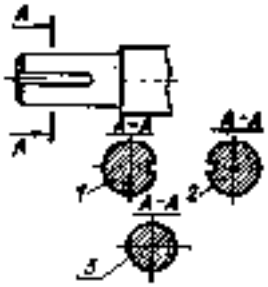
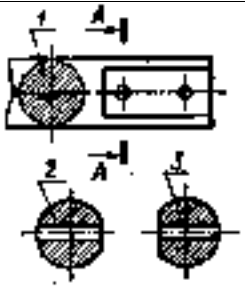
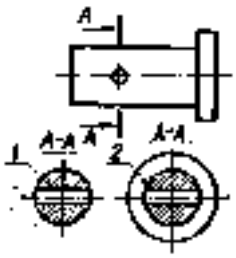
27. Как называется изображение, обозначенное на чертеже цифрой 1? 1) разрез 2) сечение	
28. На каком рисунке изображено вынесенное сечение В-В?	
29. На каком рисунке изображено вынесенное сечение В-В?	
30. На каком рисунке условное изображение резьбы выполнено правильно?	
31. На каком рисунке изображено резьбовое отверстие?	

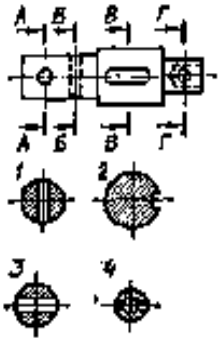
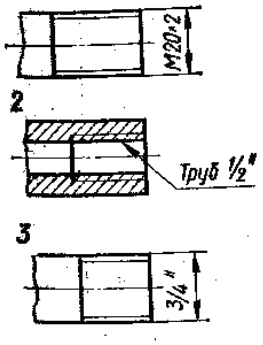
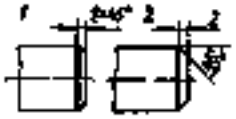
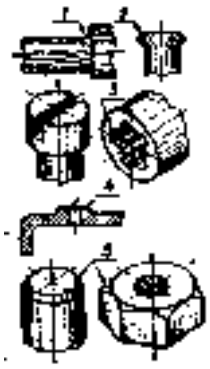
32. На каком чертеже условное изображение резьбового отверстия выполнено правильно?	
33. На каком примере изображение цилиндрической детали дано правильно?	
34. Как называется вид по стрелке Б? 1) Основной 2) Дополнительный 3) местный	
35. Какой из знаков применяется для обозначения шероховатости поверхности, полученной путем удаления слоя материала?	
36. На каком чертеже размеры проставлены правильно?	

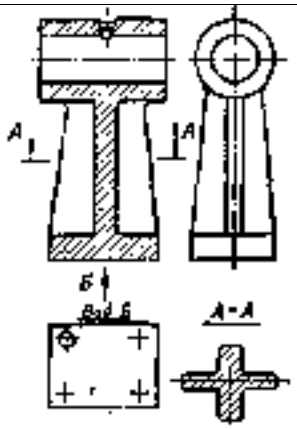
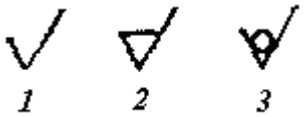
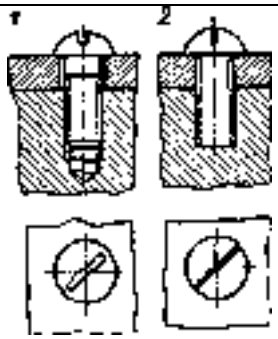
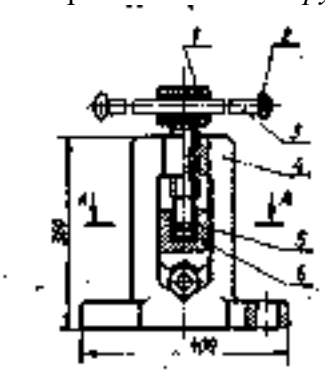
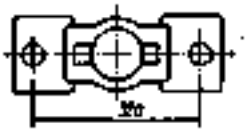
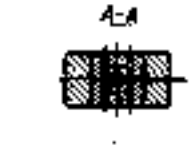
37. На каком примере изображено сварное соединение стыковое?	
38. Какое резьбовое соединение изображено на чертеже 1? 1) шпилечное 2) винтовое	 
39. Какое изображение выполнено на месте вида сверху? 1) Горизонтальный разрез 2) Ступенчатый разрез 3) Соединение половины вида и половины разреза	Сб.чертеж *Кран пробковый* 
40. На какой детали выполнен местный разрез? 1) 1 2)2 3)3	

Вариант №3

1. Какой буквой обозначена плоскость, на которой расположен вид сверху? 1) А 2) Б 3) В 4) Г 5) Д 6) Е	

2. Как называется разрез, расположенный на месте вида спереди? 1) Горизонтальны 2) Фронтальный 3) Профильный	
3. Как называется разрез, выполненный на чертеже? 1) Ломаный 2) Ступенчатый	
4. Какой цифрой обозначен на чертеже местный вид?	
5. Какой цифрой обозначено сечение А-А?	
6. Как называется сечение 1? 1) вынесенное 2) наложенное	
7. Как называется изображение, обозначенное на чертеже цифрой 1? 1) разрез 2) сечение	

8. Как обозначена секущая плоскость вынесенного сечения, изображенного на чертеже 3? 1) А-А 2) Б-Б 3) В-В 4) Г-Г	
9. На каком рисунке обозначение резьбы соответствует дюймовой резьбе?	
10. Какой способ нанесения размеров применен на чертеже1? 1) От одной базы 2) замкнутый	
11. На каком чертеже размеры фаски проставлены правильно?	
12. Какой элемент детали обозначен цифрой 5? 1) Фаска 2) Буртик 3) галтель	
13. Когда надо производить обмер детали – до нанесения размерных линий на эскизе или после?	1) До 2) После
14. Сколько основных видов изображено на чертеже? 1) один 2) два 3) три 4) четыре	

15. Как называется изображение, обозначенное А-А?	
16. Какой из знаков применяется для обозначения шероховатости поверхности, полученной без удаления слоя материала (литье)?	
17. Какое изображение винтового соединения рекомендуется применять на сборочных чертежах?	
18. Сколько основных видов изображено на чертеже? 1) один 2) два 3) три	Сб.чертеж *Тиски для труб* 
19. Какое резьбовое соединение применяется в сборочной единице? 1) Крепежное 2) Ходовое	
20. Как называется изображение А-А?	

Приложение №2

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1
по ОП 01 Инженерная графика

Задание №2

1. По предложенному изображению выполнить модель детали с использованием программного комплекса КОМПАС-3D LT.

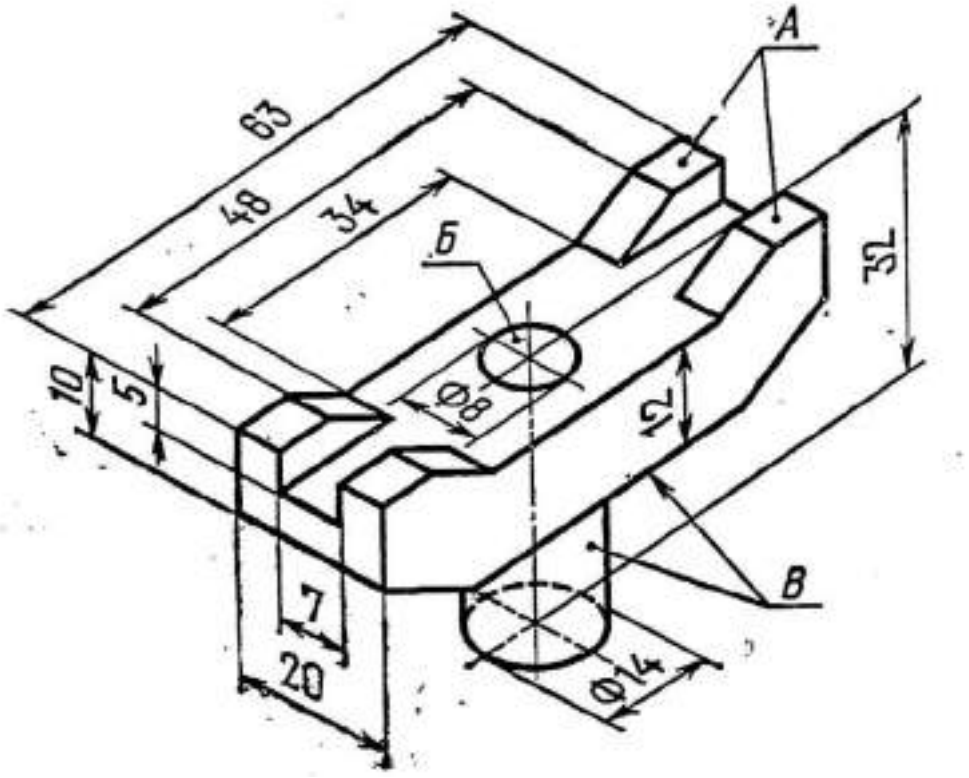
2. Создать чертеж детали – выбрать главный вид, определить число проекций, выполнить необходимые разрезы или сечения, нанести размеры и обозначения шероховатости поверхностей. Соблюдать требования стандартов ЕСКД к содержанию и оформлению чертежей деталей.

Масштаб чертежа и формат выбрать самостоятельно.

Материал детали – сталь30 ГОСТ 1050-2013

Наименование детали- планка

Шероховатость поверхностей: А, Б – Ra 1.6; В - Ra 3.2; остальные- Ra 6.4

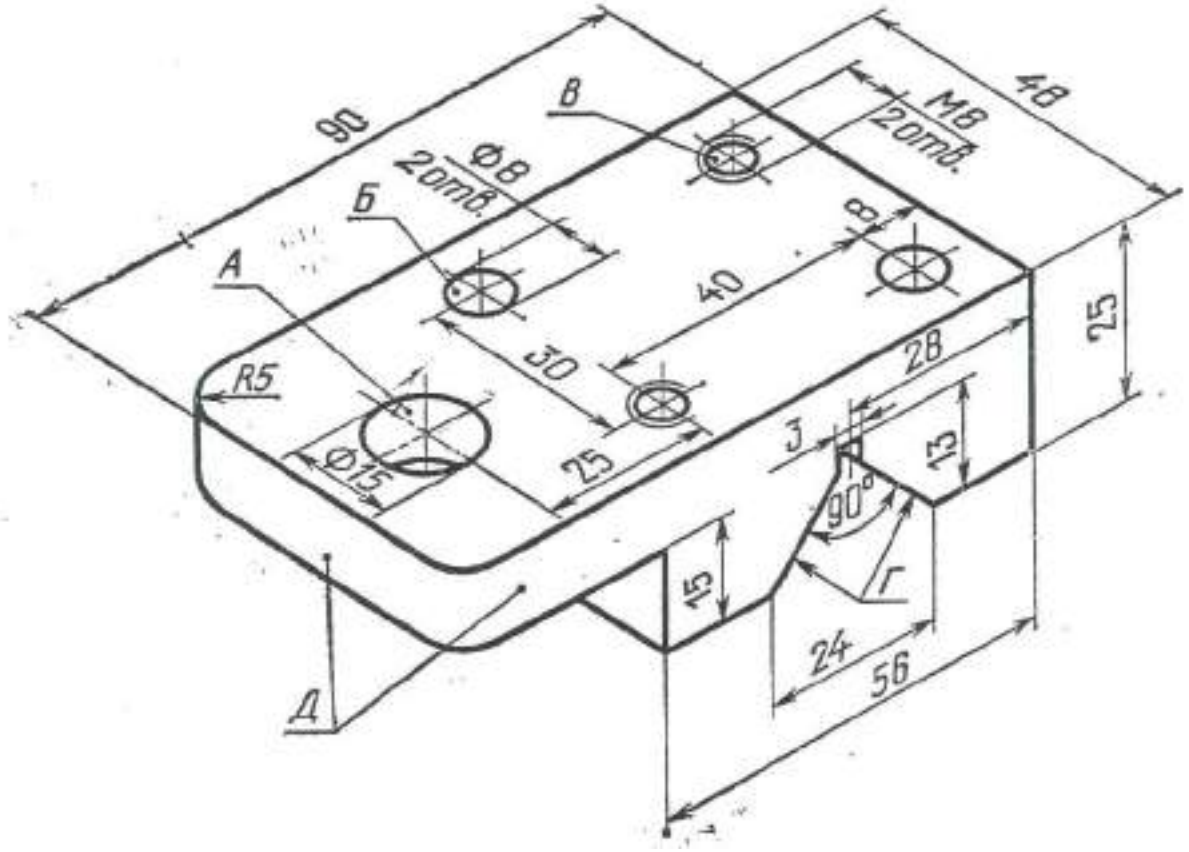


ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2
по ОП 01 Инженерная графика

Задание №2

1. По предложенному изображению выполнить модель детали с использованием программного комплекса КОМПАС-3D LT.
2. Создать чертеж детали – выбрать главный вид, определить число проекций, выполнить необходимые разрезы или сечения, нанести размеры и обозначения шероховатости поверхностей. Соблюдать требования стандартов ЕСКД к содержанию и оформлению чертежей деталей.

Масштаб чертежа и формат выбрать самостоятельно.
Материал детали – сталь35 ГОСТ 1050-2013
Наименование детали- планка
Шероховатость поверхностей: А – Ra 1.6; Б,В,Г - Ra 3.2; Д- Ra 6.3,
остальные- Ra 12.5



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3
по ОП 01 Инженерная графика

Задание №2

1. По предложенному изображению выполнить модель детали с использованием программного комплекса КОМПАС-3D LT.

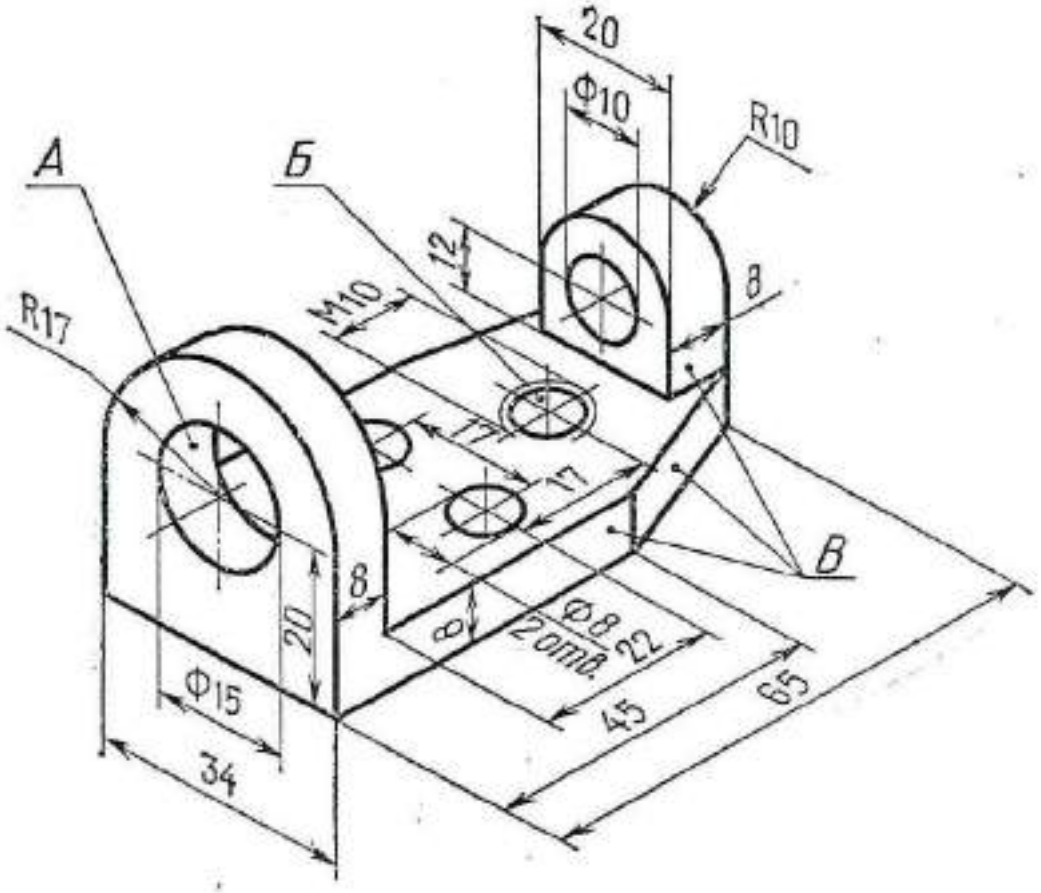
2. Создать чертеж детали – выбрать главный вид, определить число проекций, выполнить необходимые разрезы или сечения, нанести размеры и обозначения шероховатости поверхностей. Соблюдать требования стандартов ЕСКД к содержанию и оформлению чертежей деталей.

Масштаб чертежа и формат выбрать самостоятельно.

Материал детали – сталь35 ГОСТ 1050-2013

Наименование детали- стойка

Шероховатость поверхностей: А,Б – Ra 1.6; В - Ra 3.2; остальных- Ra 6.3,



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4
по ОП 01 Инженерная графика

Задание №2

1. По предложенному изображению выполнить модель детали с использованием программного комплекса КОМПАС-3D LT.

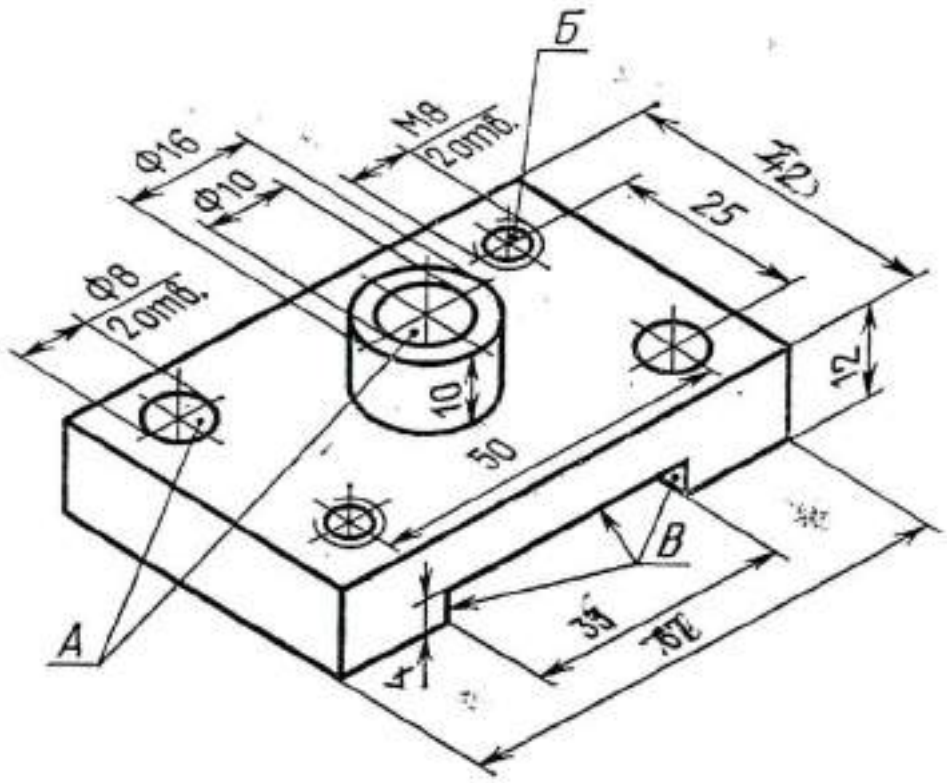
2. Создать чертеж детали – выбрать главный вид, определить число проекций, выполнить необходимые разрезы или сечения, нанести размеры и обозначения шероховатости поверхностей. Соблюдать требования стандартов ЕСКД к содержанию и оформлению чертежей деталей.

Масштаб чертежа и формат выбрать самостоятельно.

Материал детали – сталь35 ГОСТ 1050-2013

Наименование детали- опора

Шероховатость поверхностей: А – Ra 1.6; Б. В - Ra 3.2; остальных- Ra 6,3



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5
по ОП 01 Инженерная графика

Задание №2

1. По предложенному изображению выполнить модель детали с использованием программного комплекса КОМПАС-3D LT.

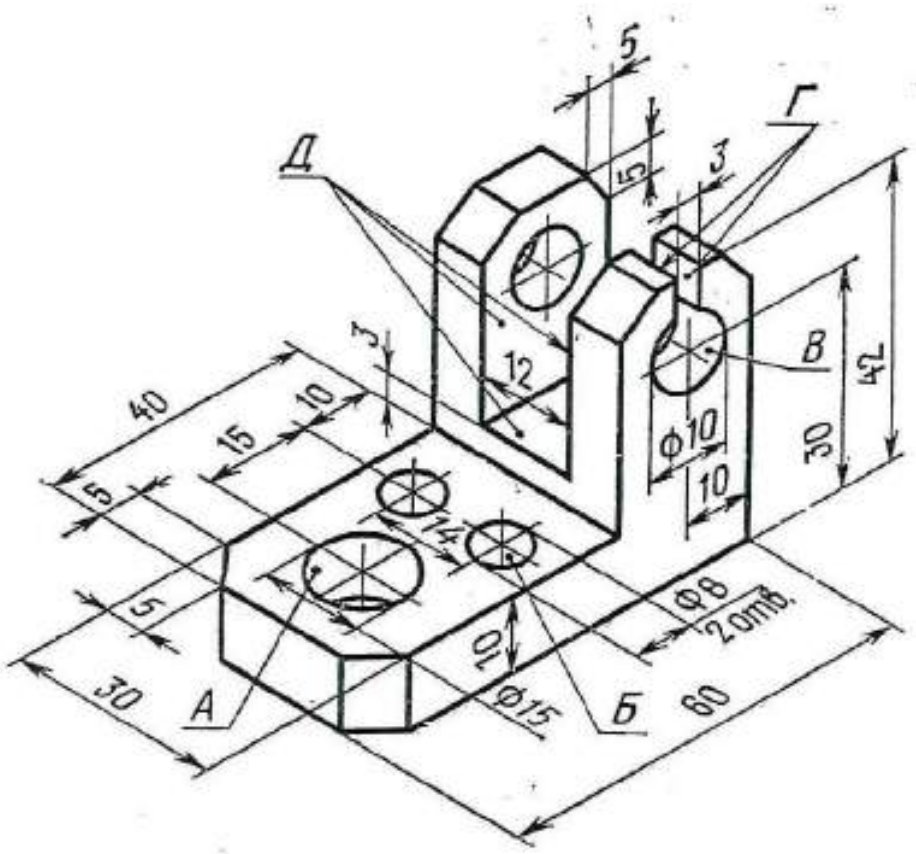
2. Создать чертеж детали – выбрать главный вид, определить число проекций, выполнить необходимые разрезы или сечения, нанести размеры и обозначения шероховатости поверхностей. Соблюдать требования стандартов ЕСКД к содержанию и оформлению чертежей деталей.

Масштаб чертежа и формат выбрать самостоятельно.

Материал детали – сталь35 ГОСТ 1050-2013

Наименование детали- стойка

Шероховатость поверхностей: А – Ra 1.6; Б, В - Ra 3.2; Г, Д - Ra 6.3,
остальных- Ra 12,5



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6
по ОП 01 Инженерная графика

Задание №2

1. По предложенному изображению выполнить модель детали с использованием программного комплекса КОМПАС-3D LT.

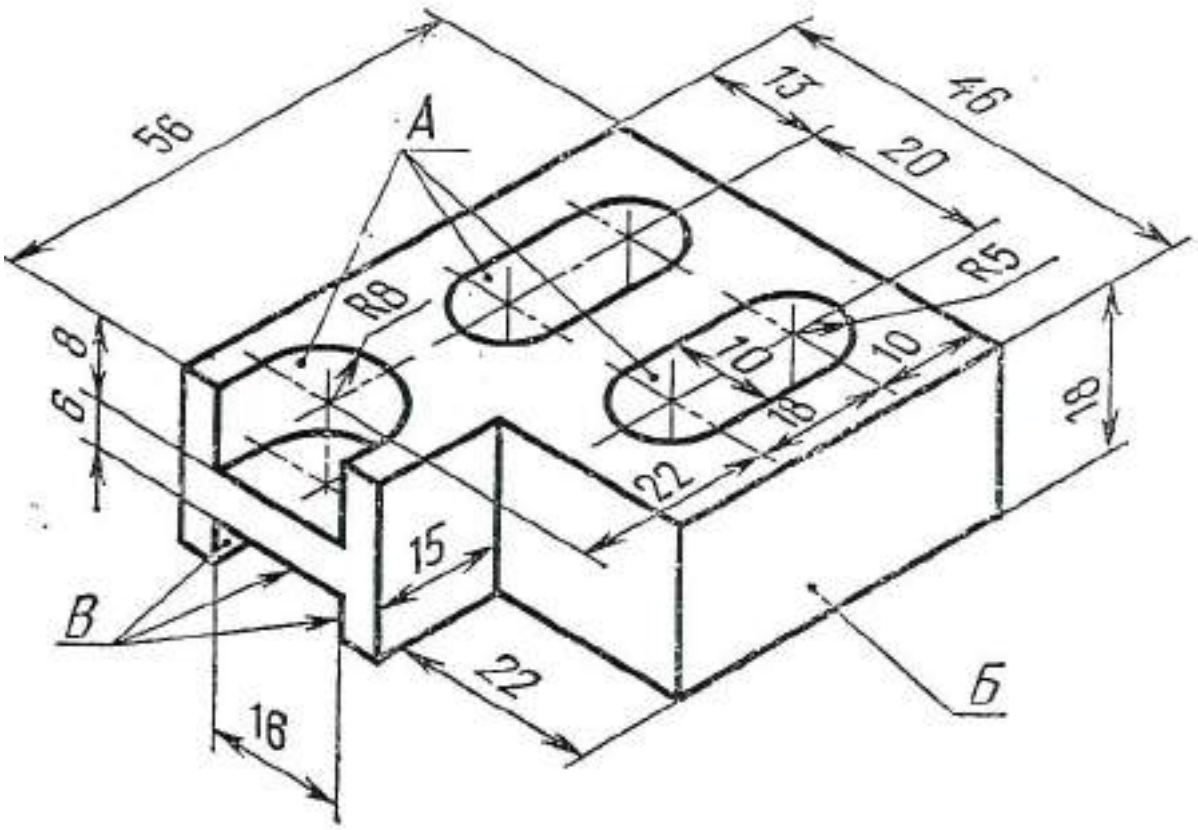
2. Создать чертеж детали – выбрать главный вид, определить число проекций, выполнить необходимые разрезы или сечения, нанести размеры и обозначения шероховатости поверхностей. Соблюдать требования стандартов ЕСКД к содержанию и оформлению чертежей деталей.

Масштаб чертежа и формат выбрать самостоятельно.

Материал детали – сталь35 ГОСТ 1050-2013

Наименование детали- стойка

Шероховатость поверхностей: А,Б – Ra 1.6; В - Ra 3.2; остальных- Ra 6.3,



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7
по ОП 01 Инженерная графика

Задание №2

1. По предложенному изображению выполнить модель детали с использованием программного комплекса КОМПАС-3D LT.

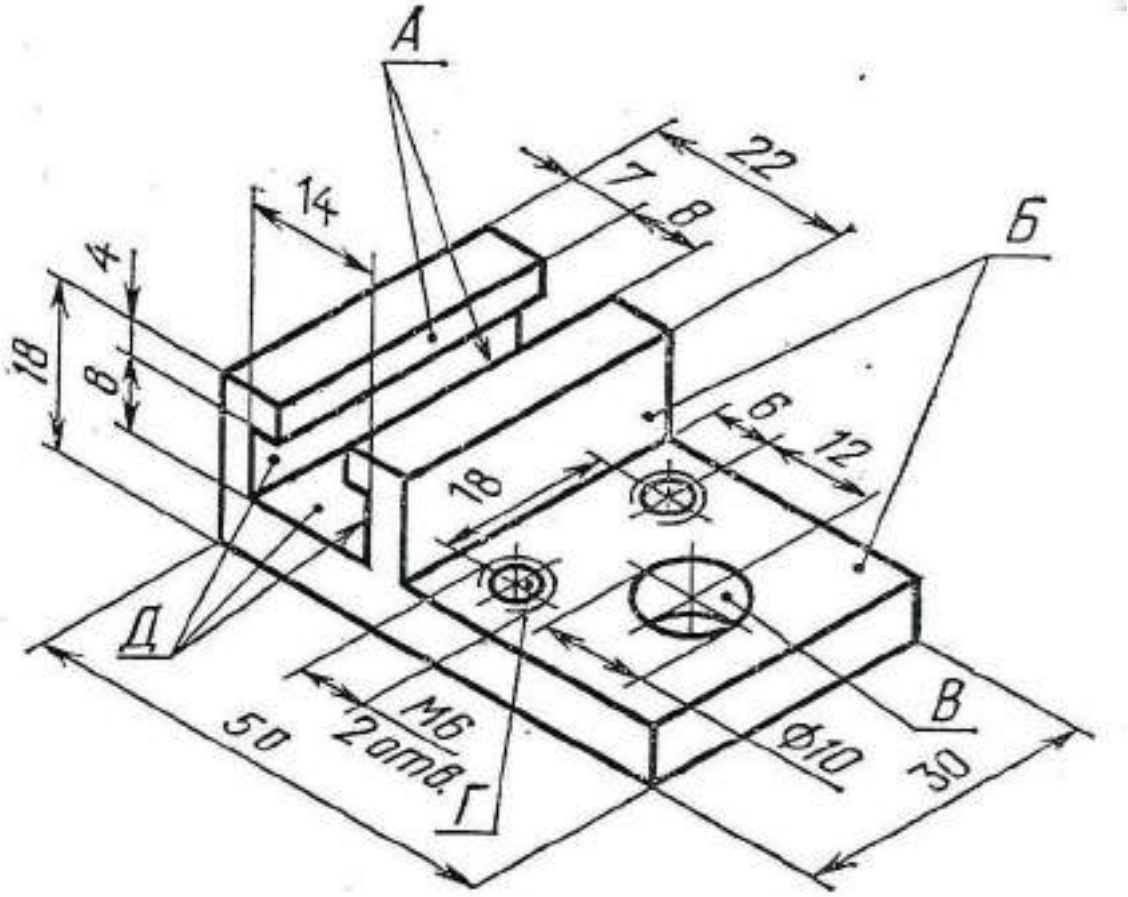
2. Создать чертеж детали – выбрать главный вид, определить число проекций, выполнить необходимые разрезы или сечения, нанести размеры и обозначения шероховатости поверхностей. Соблюдать требования стандартов ЕСКД к содержанию и оформлению чертежей деталей.

Масштаб чертежа и формат выбрать самостоятельно.

Материал детали – сталь35 ГОСТ 1050-2013

Наименование детали- стойка

Шероховатость поверхностей: А, Б, Д – Ra 1.6; В, Г - Ra 3.2, остальных- Ra -6,3



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8
по ОП 01 Инженерная графика

Задание №2

1. По предложенному изображению выполнить модель детали с использованием программного комплекса КОМПАС-3D LT.

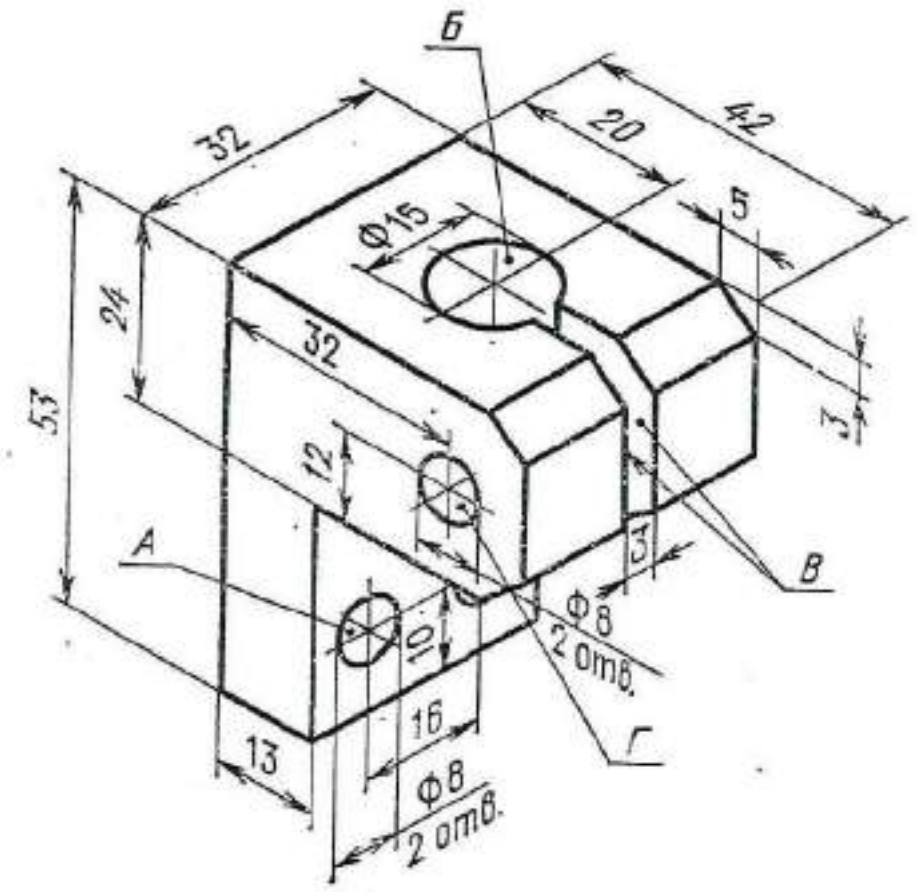
2. Создать чертеж детали – выбрать главный вид, определить число проекций, выполнить необходимые разрезы или сечения, нанести размеры и обозначения шероховатости поверхностей. Соблюдать требования стандартов ЕСКД к содержанию и оформлению чертежей деталей.

Масштаб чертежа и формат выбрать самостоятельно.

Материал детали – сталь 20 ГОСТ 1050-2013

Наименование детали- хомут

Шероховатость поверхностей: А, В, Г – Ra 1.6; Б - Ra 3.2, остальных- Ra -6,3



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9
по ОП 01 Инженерная графика

Задание №2

1. По предложенному изображению выполнить модель детали с использованием программного комплекса КОМПАС-3D LT.

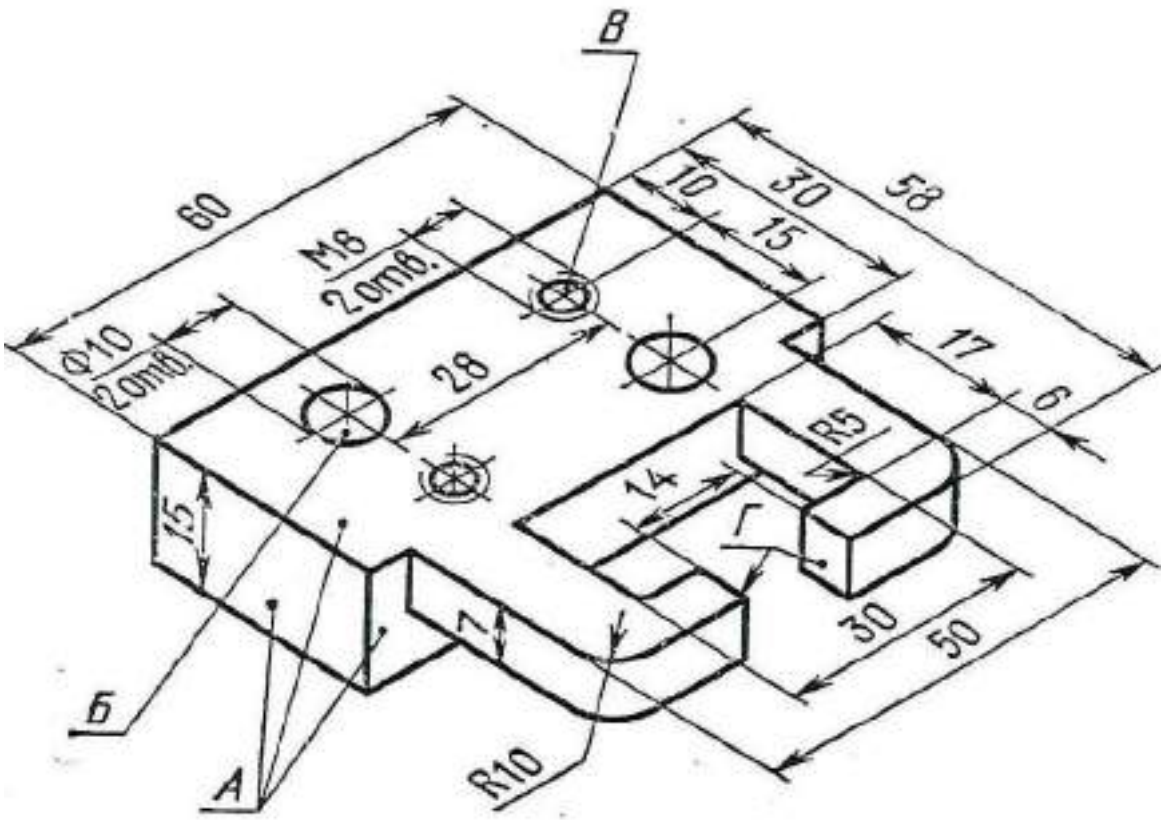
2. Создать чертеж детали – выбрать главный вид, определить число проекций, выполнить необходимые разрезы или сечения, нанести размеры и обозначения шероховатости поверхностей. Соблюдать требования стандартов ЕСКД к содержанию и оформлению чертежей деталей.

Масштаб чертежа и формат выбрать самостоятельно.

Материал детали – сталь35 ГОСТ 1050-2013

Наименование детали- съёмник

Шероховатость поверхностей: А, Б, Г – Ra 1.6; В - Ra 3.2, остальных- Ra -6,3



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10
по ОП 01 Инженерная графика

Задание №2

1. По предложенному изображению выполнить модель детали с использованием программного комплекса КОМПАС-3D LT.

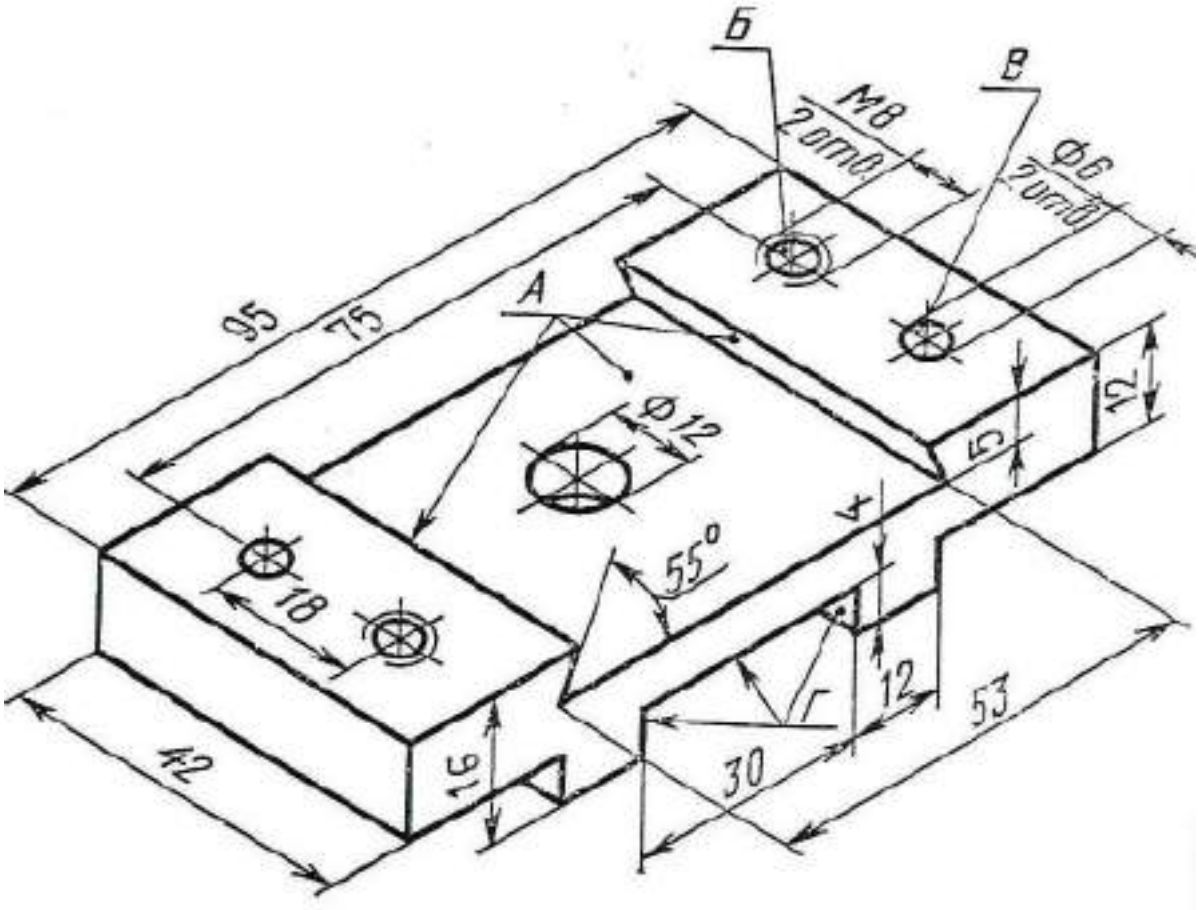
2. Создать чертеж детали – выбрать главный вид, определить число проекций, выполнить необходимые разрезы или сечения, нанести размеры и обозначения шероховатости поверхностей. Соблюдать требования стандартов ЕСКД к содержанию и оформлению чертежей деталей.

Масштаб чертежа и формат выбрать самостоятельно.

Материал детали – сталь30 ГОСТ 1050-2013

Наименование детали- опора

Шероховатость поверхностей: А, Б – Ra 1.6; В, Г - Ra 3.2, остальных- Ra -6,3



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11
по ОП 01 Инженерная графика

Задание №2

1. По предложенному изображению выполнить модель детали с использованием программного комплекса КОМПАС-3D LT.

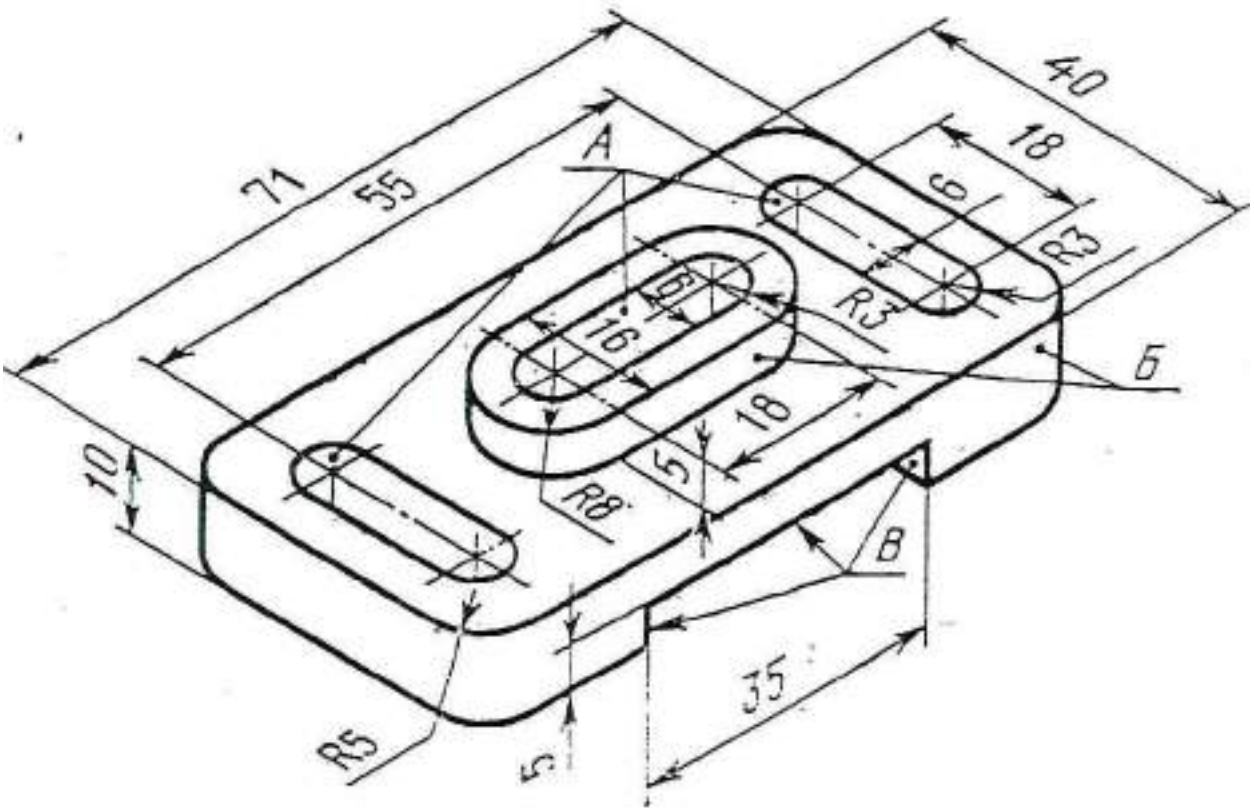
2. Создать чертеж детали – выбрать главный вид, определить число проекций, выполнить необходимые разрезы или сечения, нанести размеры и обозначения шероховатости поверхностей. Соблюдать требования стандартов ЕСКД к содержанию и оформлению чертежей деталей.

Масштаб чертежа и формат выбрать самостоятельно.

Материал детали – сталь35 ГОСТ 1050-2013

Наименование детали- планка

Шероховатость поверхностей: А, В – Ra 1.6; Б - Ra 3.2, остальных- Ra -6,3



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12
по ОП 01 Инженерная графика

Задание №2

1. По предложенному изображению выполнить модель детали с использованием программного комплекса КОМПАС-3D LT.

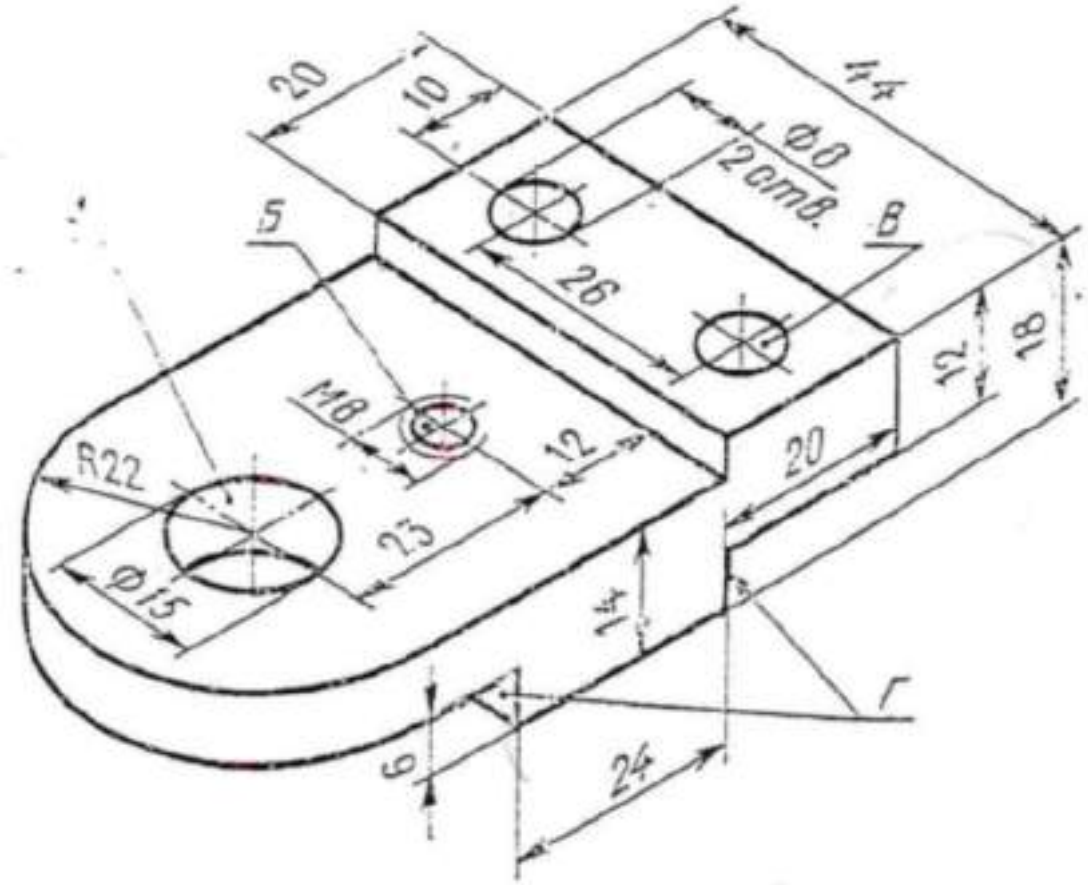
2. Создать чертеж детали – выбрать главный вид, определить число проекций, выполнить необходимые разрезы или сечения, нанести размеры и обозначения шероховатости поверхностей. Соблюдать требования стандартов ЕСКД к содержанию и оформлению чертежей деталей.

Масштаб чертежа и формат выбрать самостоятельно.

Материал детали – сталь35 ГОСТ 1050-2013

Наименование детали- планка

Шероховатость поверхностей: А, В – Ra 1.6; Б, Г - Ra 3.2, остальных- Ra -6,3



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13
по ОП 01 Инженерная графика

Задание №2

1. По предложенному изображению выполнить модель детали с использованием программного комплекса КОМПАС-3D LT.

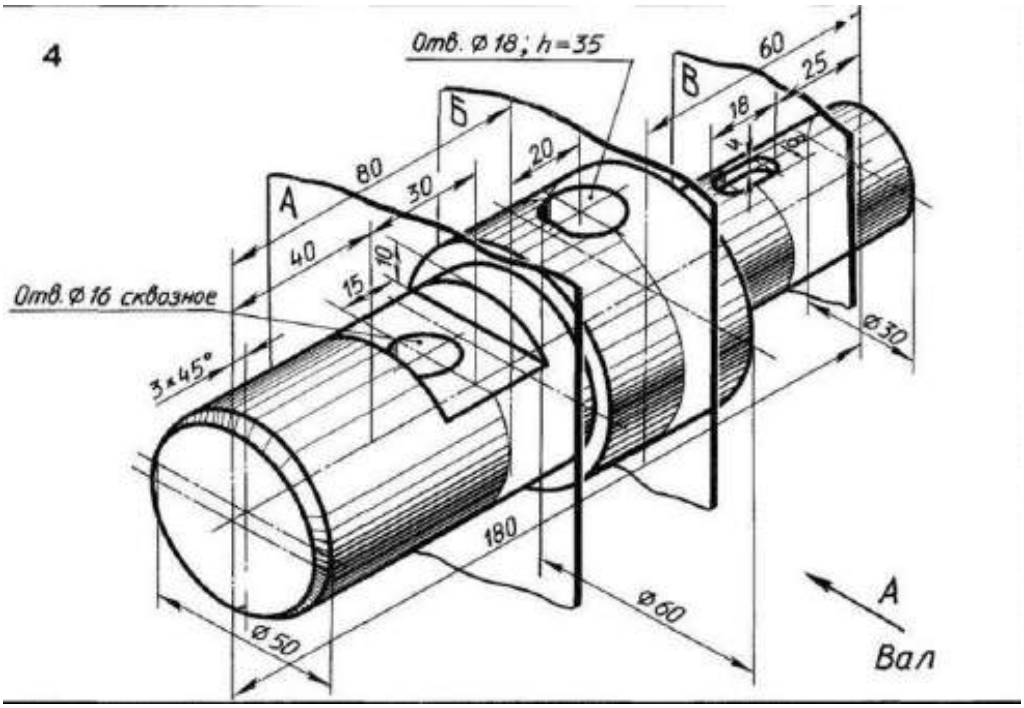
2. Создать чертеж детали – выбрать главный вид, определить число проекций, выполнить необходимые разрезы или сечения, нанести размеры и обозначения шероховатости поверхностей. Соблюдать требования стандартов ЕСКД к содержанию и оформлению чертежей деталей.

Масштаб чертежа и формат выбрать самостоятельно.

Материал детали – сталь35 ГОСТ 1050-2013

Наименование детали- вал

Шероховатость поверхностей: поверхность вала ∅60 – Ra 3.2; остальных- Ra -6,3



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14
по ОП 01 Инженерная графика

Задание №2

1. По предложенному изображению выполнить модель детали с использованием программного комплекса КОМПАС-3D LT.

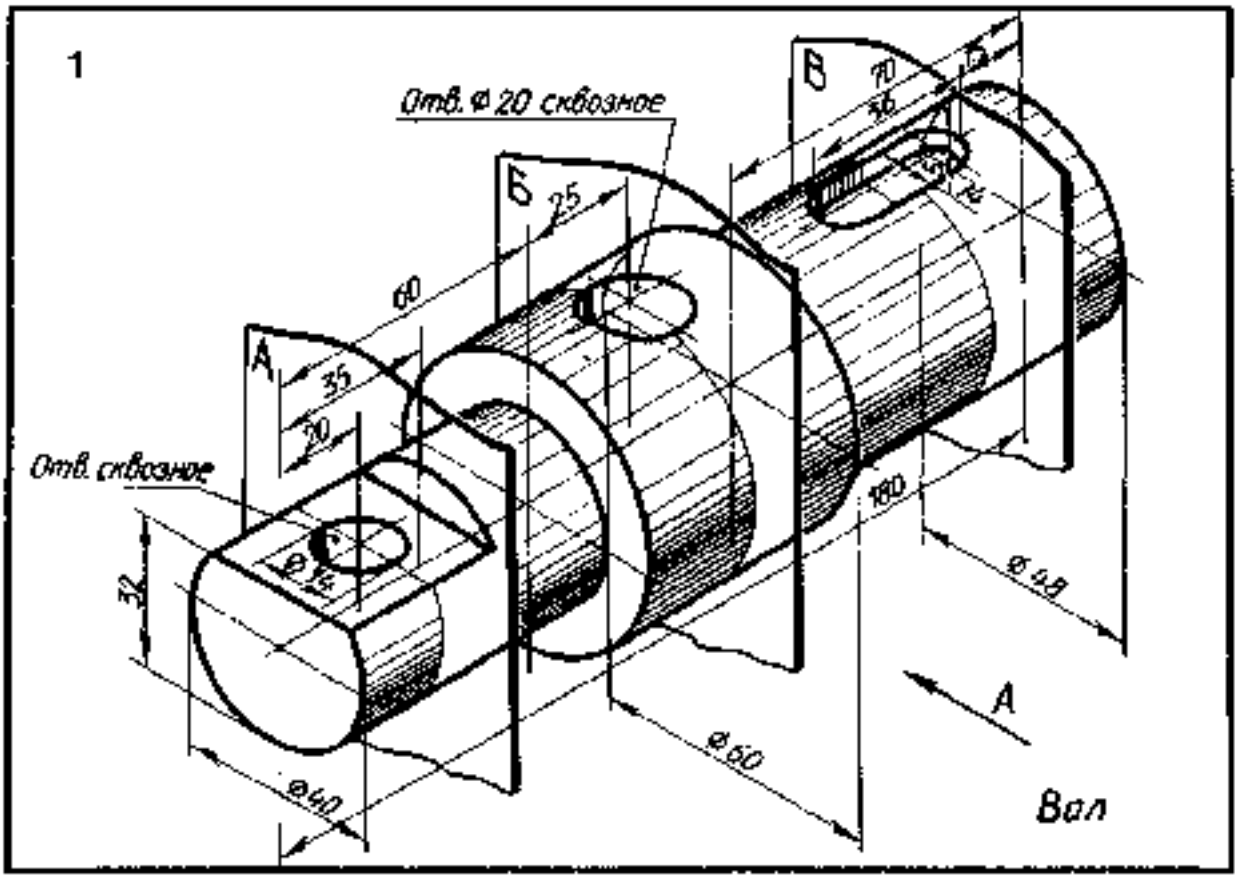
2. Создать чертеж детали – выбрать главный вид, определить число проекций, выполнить необходимые разрезы или сечения, нанести размеры и обозначения шероховатости поверхностей. Соблюдать требования стандартов ЕСКД к содержанию и оформлению чертежей деталей.

Масштаб чертежа и формат выбрать самостоятельно.

Материал детали – сталь35 ГОСТ 1050-2013

Наименование детали-вал

Шероховатость поверхностей: торцевые поверхности – Ra 3.2, остальных- Ra -6,3



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15
по ОП 01 Инженерная графика

Задание №2

1. По предложенному изображению выполнить модель детали с использованием программного комплекса КОМПАС-3D LT.

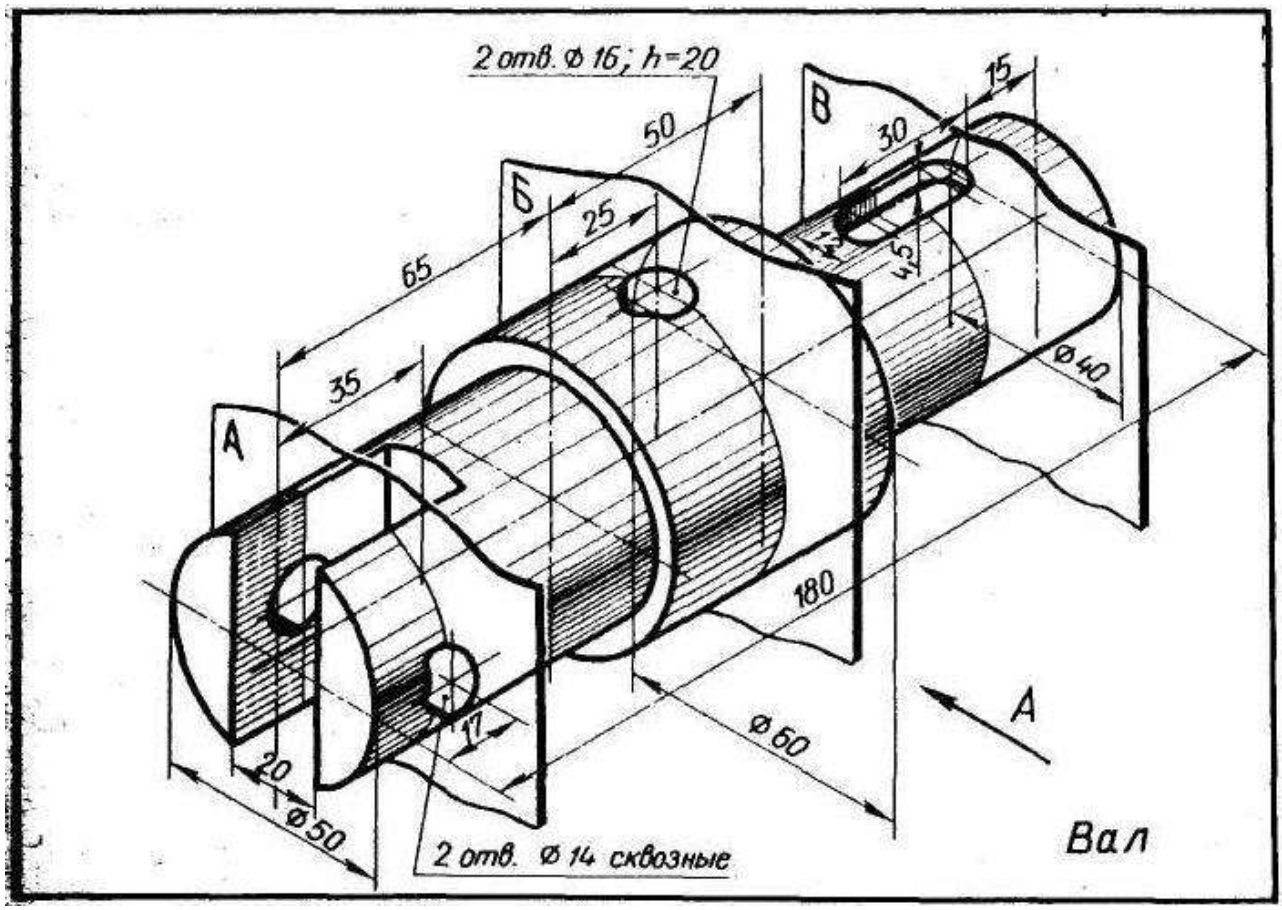
2. Создать чертеж детали – выбрать главный вид, определить число проекций, выполнить необходимые разрезы или сечения, нанести размеры и обозначения шероховатости поверхностей. Соблюдать требования стандартов ЕСКД к содержанию и оформлению чертежей деталей.

Масштаб чертежа и формат выбрать самостоятельно.

Материал детали – сталь35 ГОСТ 1050-2013

Наименование детали-вал

Шероховатость поверхностей: лыски – Ra 3.2, остальных- Ra -6,3



СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1** По дисциплине «Инженерная графика»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №1

Задание 2- вариант №1

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2** По дисциплине «Инженерная графика»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №2

Задание 2- вариант №2

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3** По дисциплине «Инженерная графика»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №3

Задание 2- вариант №3

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4** По дисциплине «Инженерная графика»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №1

Задание 2- вариант №4

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5** По дисциплине «Инженерная графика»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №2

Задание 2- вариант №5

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6** По дисциплине «Инженерная графика»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №3

Задание 2- вариант №6

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7** По дисциплине «Инженерная графика»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №1

Задание 2- вариант №7

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8** По дисциплине «Инженерная графика»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №2

Задание 2- вариант №8

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9** По дисциплине «Инженерная графика»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №3

Задание 2- вариант №9

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10** По дисциплине «Инженерная графика»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №1

Задание 2- вариант №10

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11** По дисциплине «Инженерная графика»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №2

Задание 2- вариант №11

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12** По дисциплине «Инженерная графика»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №3

Задание 2- вариант №12

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13** По дисциплине «Инженерная графика»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №1

Задание 2- вариант №13

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14** По дисциплине «Инженерная графика»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №2

Задание 2- вариант №14

Преподаватель:

СПБ ГБПОУ «КОЛЛЕДЖ СУДОСТРОЕНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Согласовано предметной комиссией “___”_____20__г Председатель_____	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15** По дисциплине «Инженерная графика»	УТВЕРЖДАЮ Зам. директора по УР _____ “___” _____20__ г.

Задание 1- тест вариант №3

Задание 2- вариант №15

Преподаватель:

ОЦЕНОЧНЫЙ ЛИСТ
экзамен «Инженерная графика»

Дата _____

Фамилия И.О. _____

Группа _____

Задание 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
отв																				

Итого _____баллов

Задание 2
1. 3-д модель _____баллов

2. Чертеж _____ баллов

ИТОГО _____ баллов. Оценка _____

Преподаватель _____

Приложение 2.2.9
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

Контрольно-оценочные материалы по

ОП.04 Электротехника и электроника

2025

Пояснительная записка

Комплект контрольно-оценочных средств предназначен для проверки результатов освоения умений и усвоение знаний по общепрофессиональной дисциплине ОП.04 Электротехника и электроника основной профессиональной образовательной программы по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии, в части овладения знаниями и умениями.

Текущий контроль в форме:

- защиты практических работ; - тестирования, контрольных и самостоятельных работ по темам, выполнение презентаций, составление ребусов, кроссвордов по темам

Форма итоговой аттестации –дифференцированный зачет. Обязательной формой аттестации по дисциплине является дифференцированный зачет, который представляет собой форму независимой оценки результатов обучения. Дифференцированный зачет проверяет готовность обучающегося к выполнению указанного вида профессиональной деятельности и сформированности у него компетенций, определенных в разделе «Требования к результатам освоения ОПОП» ФГОС СПО.

Итогом проверки является выставление оценки «5» - отлично; «4»- хорошо, «3»- удовлетворительно».

Обучающиеся выполняют тестовые задания. Максимальное время выполнения задания – 90 минут.

Критерии оценки за ответ:

Оценка «отлично» выставляется при правильном и полном ответе на 90-100%;

Оценка «хорошо» выставляется при правильном полном ответе на 70-90%;

Оценка «удовлетворительно» выставляется при правильном полном ответе на 55-70%;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется при полном непонимании вопроса и выполнении заданий на 50%

Темы презентаций

1. Электрическая энергия. Передача, получение электрической энергии.
2. Практическое применение основных законов электротехники в аддитивных технологиях.
3. Электромагнетизм в практических целях.
4. Электрические системы.
5. Источники электрической энергии.
6. Трансформаторы. Трансформаторные подстанции.
7. Распределительные устройства.
8. Электроизмерительные приборы и их применение в аддитивных технологиях.
9. Электропривод.
10. Электронные приборы, применяемые в аддитивных технологиях.
11. Электронные устройства автоматики и вычислительной техники.
12. Микропроцессоры.
13. Электробезопасность в аддитивных технологиях.

Итоговое тестирование

1. Единица измерения силы тока

а) Ампер

б) Вольт

в) ЭДС

г) Тесла

2. Напряжение – это разность

а) Напряженностей;

б) ***Потенциалов;***

в) Зарядов;

г) Энергий

3.Диэлектрик – это
а) Проводник;
б) Полупроводник;
в) Сверхпроводник;
г) Изолятор

4. Емкость конденсатора зависит от
а) Толщины обкладок;
б) Массы обкладок;
в) Площади поверхности обкладок;
г) Коэффициента теплового расширения обкладок

5. Емкость системы конденсаторов станет больше, если конденсаторы соединить
а) Последовательно;
б) Параллельно;
в) Любым способом;
г) Встречно

6. Закон Ома для участка цепи
а) I = UR;
б) P = UI;
в) I = U/R;
г) U = I/R

7. Для защиты электрической цепи от короткого замыкания служат
а) Конденсаторы;
б) Предохранители;
в) Трансформаторы;
г) Резисторы

8. Мощность электрического тока определяется по формуле
а) P = UR;
б) P = UI;
в) P = U/R;
г) P = I/R

9. В формуле закона Ома для замкнутой цепи $I=E/(R+r_o)$, r_o – это сопротивление
а) Внешней цепи;
б) Соединительных проводов;
в) Всей цепи;
г) Источника ЭДС

10. Электрическая энергия в проводах превращается
а) В механическую энергию;
б) В тепловую энергию;
в) В потенциальную энергию;
г) В световую энергию

11. Метод узловых потенциалов удобно использовать
а) Когда в цепи используется несколько источников ЭДС;

б) Когда в цепи содержится большое количество узлов;
в) Когда в цепи содержится большое количество ветвей;
г) Если разветвлённая цепь имеет только два узла

12. Метод контурных токов
а) Позволяет сократить количество узлов;
б) Позволяет сократить количество ветвей;
в) Позволяет сократить количество уравнений;
г) Позволяет сократить количество контуров

13. Сила тока измеряется с помощью
а) Вольтметра;
б) Амперметра;
в) Ваттметр;
г) Мегомметра

14. Магнитная проницаемость μ зависит
а) От вещества и его состояния;
б) От положения проводника;
в) От размеров проводника;
г) От сопротивления проводника

15. Переменный ток можно получить при помощи
а) Конденсатора;
б) Трансформатора;
в) Генератора;
г) Аккумулятора

16. При увеличении частоты переменного тока ёмкостное сопротивление
а) Увеличивается;
б) Уменьшается;
в) Становится равным нулю;
г) Не изменяется

17. Ток в нулевом проводе обуславливается
а) Равномерной нагрузкой;
б) Отсутствием нагрузки;
в) Неравномерной нагрузкой;
г) Величиной нагрузки

18. Установите соответствие:
1. Закон Ома для участка цепи
2. Первый закон Кирхгофа
3. Второй закон Кирхгофа
4. Закон Ома для замкнутой цепи
А. $\Sigma E = \Sigma U$
Б. $I=E/(R+r_o)$
В. $I = U/R$
Г. $\Sigma I = 0$
Ответ: 1В, 2Г, 3А, 4Б

19.Определить сопротивление лампы накаливания, если на ней написано 100 Вт и 220 В

а) 484 Ом
б)486 Ом
в) 684 Ом
г) 864 Ом

20.Какой из проводов одинаково диаметра и длины сильнее нагревается – медный или стальной при одной и той же силе тока?
а) Медный
б) Стальной
в) Оба провода нагреваются
г) Никакой из проводов одинаково не нагревается

21. Как изменится напряжение на входных зажимах электрической цепи постоянного тока с активным элементом, если параллельно исходному включить ещё один элемент?
а) Не изменится
б) Уменьшится
в) Увеличится
г) Для ответа недостаточно данных

22. В электрической сети постоянного тока напряжение на зажимах источника электроэнергии 26 В. Напряжение на зажимах потребителя 25 В. Определить потерю напряжения на зажимах в процентах.
а) 1 %
б) 2 %
в) 3 %
г) 4 %

23. Электрическое сопротивление человеческого тела 3000 Ом. Какой ток проходит через него, если человек находится под напряжением 380 В?
а) 19 мА
б) 13 мА
в) 20 мА
г) 50 мА

24. Какой из проводов одинаковой длины из одного и того же материала, но разного диаметра, сильнее нагревается при одном и том же токе?
а) Оба провода нагреваются одинаково;
б) Сильнее нагревается провод с большим диаметром;
в) Сильнее нагревается провод с меньшим диаметром;
г) Проводники не нагреваются;

25. В каких проводах высокая механическая прочность совмещается с хорошей электропроводностью?
а) В стальных
б) В алюминиевых
в) В сталеалюминиевых
г) В медных

26. Определить полное сопротивление цепи при параллельном соединении потребителей, сопротивление которых по 10 Ом?
а) 20 Ом
б) 5 Ом

в) 10 Ом
г) 0,2 Ом

27. Два источника имеют одинаковые ЭДС и токи, но разные внутренние сопротивления. Какой из источников имеет больший КПД?
а) КПД источников равны.
б) Источник с меньшим внутренним сопротивлением.
в) Источник с большим внутренним сопротивлением.
г) Внутреннее сопротивление не влияет на КПД.

28. В электрической схеме два резистивных элемента соединены последовательно. Чему равно напряжение на входе при силе тока 0,1 А, если $R_1 = 100$ Ом; $R_2 = 200$ Ом?
а) 10 В
б) 300 В
в) 3 В
г) 30 В

29. Какое из приведенных свойств не соответствует параллельному соединению ветвей?
а) Напряжение на всех ветвях схемы одинаковы.
б) Ток во всех ветвях одинаков.
в) Общее сопротивление равно сумме сопротивлений всех ветвей схемы
г) Отношение токов обратно пропорционально отношению сопротивлений на ветвях схемы

30. Какие приборы способны измерить напряжение в электрической цепи?
а) Амперметры
б) Ваттметры
в) Вольтметры
г) Омметры

31. Какой способ соединения источников позволяет увеличить напряжение?
а) Последовательное соединение
б) Параллельное соединение
в) Смешанное соединение
г) Никакой

32.Электрическое сопротивление человеческого тела 5000 Ом. Какой ток проходит через него, если человек находится под напряжением 100 В?
а) 50 А
б) 5 А
в) 0,02 А
г) 0,2 А

33. В электрическую цепь параллельно включены два резистора с сопротивлением 10 Ом и 150 Ом. Напряжение на входе 120 В. Определите ток до разветвления.
а) 40 А
б) 20А
в) 12 А
г) 6 А

34. Мощность двигателя постоянного тока 1,5 кВт. Полезная мощность, отдаваемая в нагрузку, 1,125 кВт. Определите КПД двигателя.

а) 0,8
б) 0,75
в) 0,7
г) 0,85

35. Какое из приведенных средств не соответствует последовательному соединению ветвей при постоянном токе?
а) Ток во всех элементах цепи одинаков.
б) Напряжение на зажимах цепи равно сумме напряжений на всех его участков.
в) напряжение на всех элементах цепи одинаково и равно по величине входному напряжению.
г) Отношение напряжений на участках цепи равно отношению сопротивлений на этих участках цепи.

36. Какими приборами можно измерить мощность в электрической цепи?
а) Амперметром
б) Вольтметром
в) Психрометром
г) Ваттметром

37.Что называется электрическим током?
а) Движение разряженных частиц.
б) Количество заряда, переносимое через поперечное сечение проводника за единицу времени.
в) Равноускоренное движение заряженных частиц.
г) Порядочное движение заряженных частиц.

38.Расшифруйте аббревиатуру ЭДС
а) Электронно-динамическая система
б) Электрическая движущая система
в) Электродвижущая сила
г) Электронно действующая сила.

39. По агрегатному состоянию полупроводники делятся на:
а) твёрдые и жидкие;
б) аморфные и газообразные;
в) кристальные и прозрачные;
г) мягкие и твердые

40. Полупроводниковый прибор, пропускающий ток только в одном направлении – от анода к катоду, называется:
А) транзистором
б) резистором;
в) диодом;
г) ИМС

41. Полупроводниковый прибор, предназначенный для усиления, генерирования и преобразования электрических сигналов, а также коммутации электрических цепей, называется:
а) стабилитроном;
б) диодом;
в) транзистором;
г) резистором

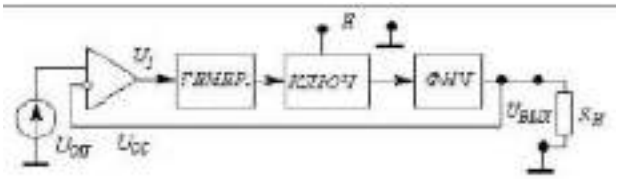
42. Устройства для преобразования переменного напряжения в постоянное:
а) Электронный выпрямитель;
б) Вентильный блок;
в) Фильтрующее устройство;
г) Стабилизатор напряжения

43. Предназначен для уменьшения влияния внешних воздействий: изменения напряжения питающей сети, температуры окружающей среды, изменения нагрузки и др., — на выходное напряжение выпрямителя.
а) Диодный мост;
б) Стабилизатор напряжения;
в) Вентильный блок;
г) Тиристор

44. Блок- схема:

а) Диодного моста;
б) Биполярного транзистора;
в) Стабилизатора напряжения;
г) блок-схема выпрямителя

45. Схема:

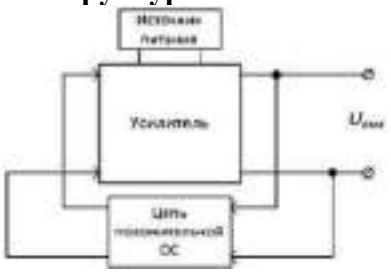


а) Микропроцессора;
б) ИМС;
в) Импульсный стабилизатор напряжения;
г) Выпрямителя

46. Устройство, способное усиливать электрическую мощность сигнала с малыми искажениями его формы, то есть, имеющие коэффициент усиления по мощности больше 1.
а) Электронный усилитель;
б) ИМС;
в) Микропроцессор;
г) Усилитель напряжения

47. Устройство, преобразующее электрическую энергию источника постоянного тока в энергию незатухающих электрических колебаний заданной формы и частоты.
а) Электронный выпрямитель;
б) Электронный трансформатор;
в) Электронный усилитель;
г) Электронный генератор

48 Структурная схема:



а) Электронного стабилизатора;
б) Электронного генератора;
в) Электрического трансформатора;
г) Электронного преобразователя

48. Прибор, состоящий из полупроводниковых компонентов и показывающий результаты в цифровом виде (цифры на экране):
а) Генератором линейным;
б) Вольтметром;
в) Цифровым прибором;
г) Аналоговым прибором

50. Программное управляемое устройство, предназначенное для обработки цифровой информации и управления процессом этой обработки.
а) Программатор;
б) Микропроцессор;
в) Дешифратор;
г) Триггер

Приложение 2.2.10
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

КОМПЛЕКТ
КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ОП.05 Техническая механика

2025

Контрольно-оценочные материалы разработаны на основе рабочей программы по **ОП.05 Техническая механика** для специальности среднего профессионального образования (далее СПО) **15.02.09 Аддитивные технологии**.

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Ферафонтова М.А., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ЗАЧЕТ

1. Что такое материальная точка?
А) тело, на которое действуют внешние силы;
Б) тело, состояние которого учитывается в данной задаче;
В) физическое тело, движущееся равномерно и прямолинейно;
Г) тело, равновесие которого рассматривается в данной задаче;
Д) тело размерами которого в данной задаче можно пренебречь.

2.Что изучает теоретическая механика
А) законы движения тел;
Б) законы равновесия физических тел;
В) основные законы механического движения физических тел;
Г) любые движения тел;
Д) движения тел под действием приложенных сил.

3.Что изучает статика
А) условия равновесия физических тел под действием приложенных сил;
Б) состояние равновесия тел;
В) состояние покоя тел;
Г) законы равновесия физических тел;
Д) состояние равномерного прямолинейного движения.

4.Что такое абсолютно твердое тело
А) физическое тело, в котором расстояние между двумя его любыми точками всегда остается неизменным;
Б) тело, размерами которого в данной задаче можно пренебречь;
В) физическое тело, равновесие которого рассматривается в задаче;
Г) тело, находящееся в равновесии под действием приложенных сил;
Д) тело, движение которого рассматривается в задаче.

5.Что называется силой
А) мера взаимодействия различных тел;
Б) характер взаимодействия тел;
В) характеристика воздействия одного тела на другое тело;
Г) мера взаимодействия тел;
Д) мера механического взаимодействия физических тел.

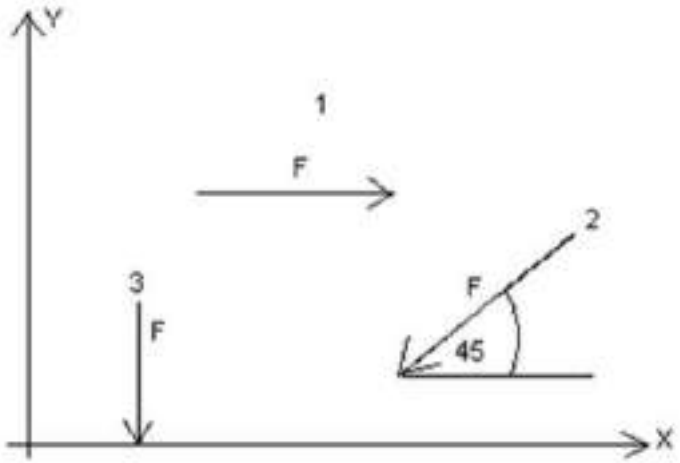
6.Что называется системой сил
А) силы, приложенные в одной плоскости;
Б) сумма сил, действующих на тело;
В) несколько сил, приложенных к разным телам;
Г) совокупность нескольких сил, приложенных к одному телу;
Д) силы, расположенные и действующие в разных плоскостях.

7.Какие системы называются эквивалентными
А) системы, оказывающие одинаковое механическое воздействие на одно и то же тело;
Б) силы, приложенные к одному телу;
В) силы, воздействующие на разные тела;
Г) силы, расположенные в одной плоскости и приложенные к одному телу;
Д) силы, способные заменять действия других сил.

8.В каком случае проекция силы на ось равна нулю

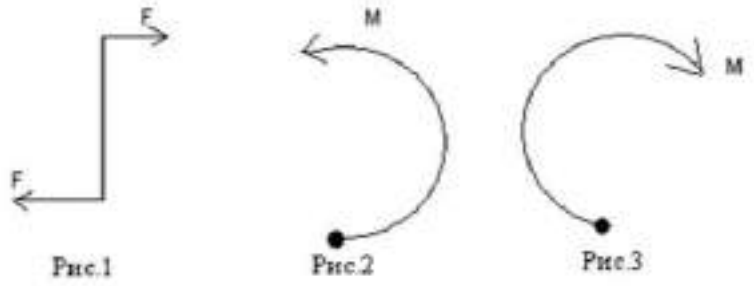
А) если сила приложена на оси;
Б) если направление силы совпадает с направлением оси;
В) если направление силы противоположно направлению оси;
Г) если направление силы находится под углом к оси;
Д) если направление силы перпендикулярно к оси.

9. Установите соответствие между рисунками и выражениями для расчета проекции силы на ось ОУ



Силы	Проекции
1. F_1	А. 0
2. F_2	Б. -F sin 45°
3. F_3	В F cos 45°
	Г. - F

10. Установите соответствие между рисунками и направлениями моментов пар



Рисунки	Направление
1. Рис.1	А– Положительное направление
2. Рис.2	Б – Отрицательное направление
3. Рис.3	В – Нет вариантов

11. Установите соответствие между рисунками и определениями:

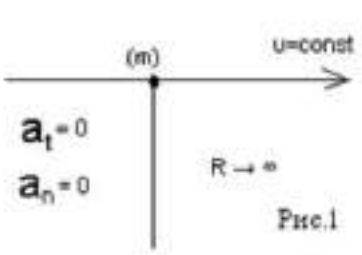


Рис.1

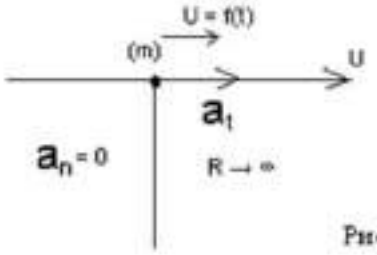


Рис.2

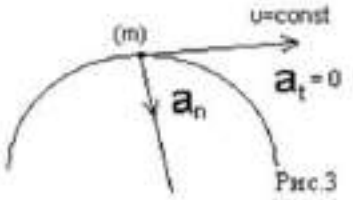


Рис.3

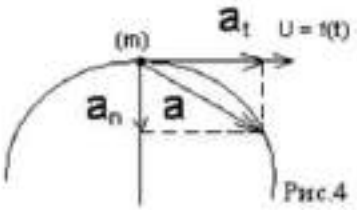


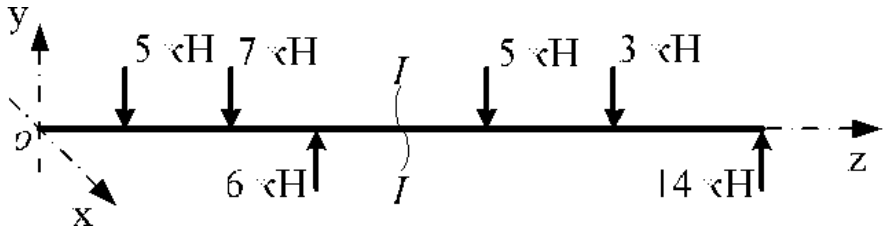
Рис.4

Рисунки	Направление
1. Рис.1	А– Неравномерное криволинейное движение
2. Рис.2	Б – Равномерное движение
3. Рис.3	В – Равномерное Криволинейное движение
4. Рис.4	Г – Неравномерное движение
	Д – Верный ответ не приведен

12.Прямой брус нагружается внешней силой F. После снятия нагрузки его форма и размеры полностью восстанавливаются. Какие деформации имели место в данном случае?

А) незначительные,
Б) пластические,
В) упругие,
Г) остаточные.

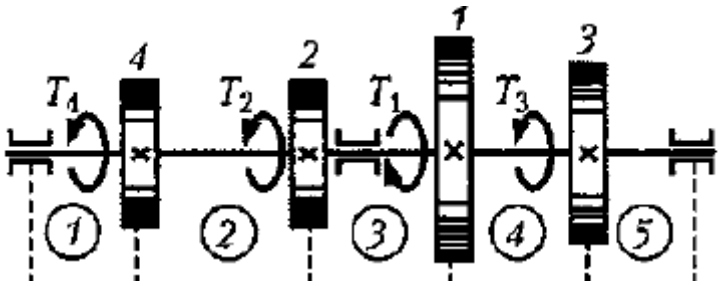
13.Пользуясь методом сечений определить величину поперечной силы в сечении *I-I* .



Варианты ответов:
А) 2 кН, Б) 4 кН, В) -6 кН, Г) 7 кН.

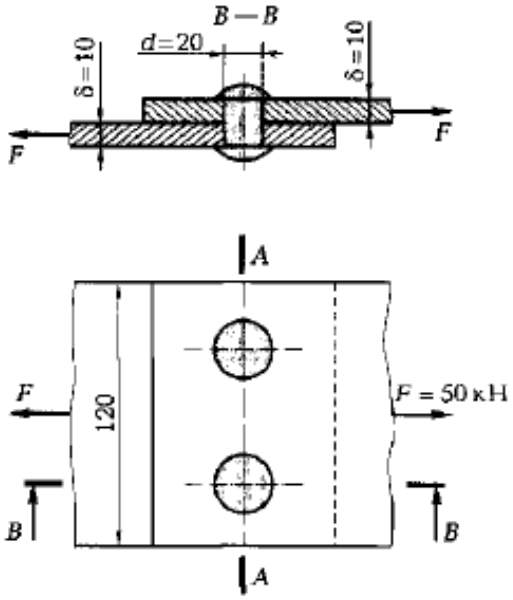
14 . Какой из участков вала постоянного сечения наиболее опасен по прочности?

Вращающие моменты на шкивах равны: $T_1 = 600$ Н·м, $T_2 = 180$ Н·м, $T_3 = 300$ Н·м, $T_4 = 120$ Н·м. Индексом *1* обозначен ведущий шкив передачи.



Варианты ответов:
А) 1 участок**,** Б) 2 участок, В) 3 участок, Г) 4 участок, Д) 5 участок

15. Проверить прочность заклепок, если $[\tau]_{ср} = 100$ Н/мм^2.

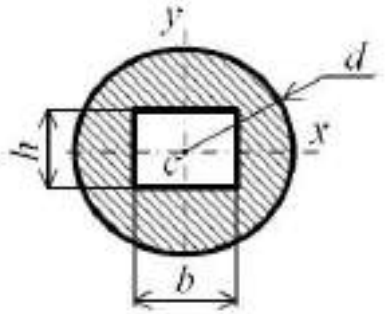


Варианты ответов:

А) $\tau_{факт}$ =79,6 н/ мм^2 больше 100, прочность не обеспечена

Б) $\tau_{факт}$ =79,6 н/ мм^2 меньше 100, прочность обеспечена

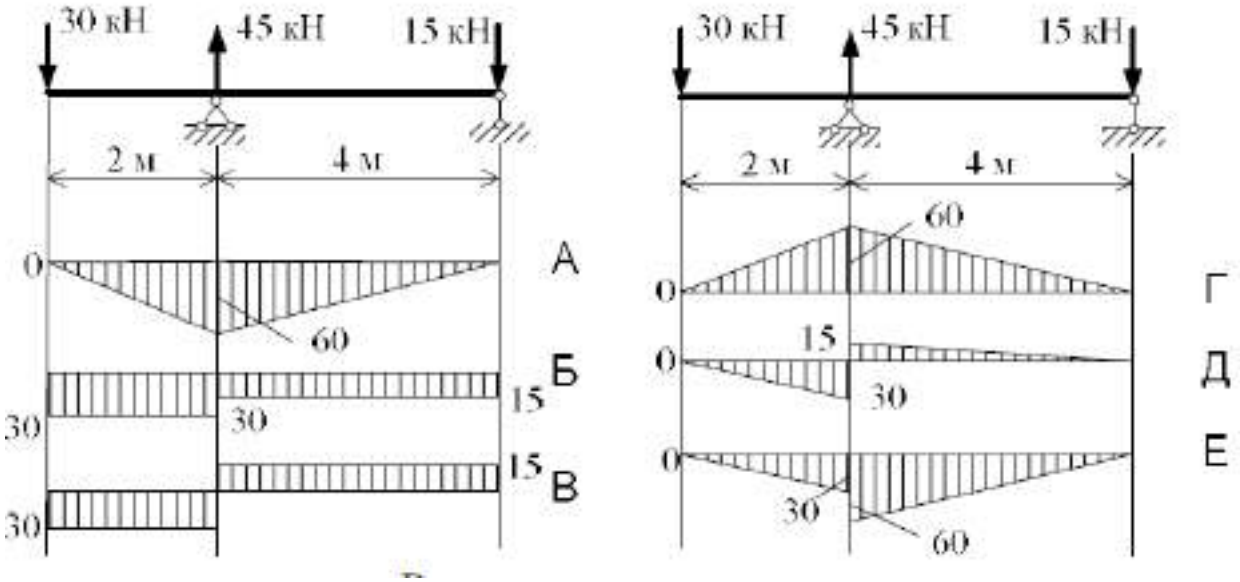
17. Выбрать формулу определения главного центрального момента инерции сечения относительно оси *x*.



Варианты ответов:

$$1)\ \frac{\pi d^4}{32}-\frac{bh^3}{12},\ 2)\ \frac{\pi d^4}{64}-\frac{bh^3}{12},\ 3)\ \frac{\pi d^4}{64}+\frac{bh^3}{12},\ 4)\ \frac{\pi d^4}{64}-\frac{bh^3}{6}.$$

18. Из представленных на схеме эпюр выбрать эпюру поперечной силы для изображённой балки.



Варианты ответов:

1) Б**,** 2) В, 3) Д, 4) Е.

19. Для чего служат гипотезы прочности?

Варианты ответов:

А) для определения характера разрушения,

Б) для определения деформации,

В) для замены сложного напряжённого состояния,

Г) для упрощения расчётов

Д) позволяют оценить на основании характеристик материалов, полученных при простейшем растяжении или сжатии, возможность разрушения материалов, находящихся в сложном напряженном состоянии.

20. Вставить пропущенное слово или словосочетание:

Механические устройства, предназначенные для передачи энергии от машины – двигателя к рабочей машине называются…….

21. По принципу действия к передачам трения относится:

А) Фрикционные.

Б) Винт-гайка.

В) Цепные.

Г) Червячные.

22. В зависимости от формы поперечного сечения ремня ремённые передачи не могут быть:

А) Плоскоремёнными,

Б) Круглоремёнными.

В) Овальноремёнными.

Г) Клиноремёнными.

23. Для преобразования вращательного движения в поступательное применяется зубчатая передача:

А) Винтовая.

Б) Шестерня и рейка.

В) Шевронная.

Г. Прямозубая с внутренним зацеплением.

24. Установите соответствие название цилиндрических зубчатых передач в зависимости от их общих видов:

1. Прямозубая.	А.
2.Косозубая.	Б.
3. Шевронная.	В.
4. Коническая.	Г.

25. Система зубчатых передач, выполненная в виде отдельного механизма в закрытом корпусе, носит название ……

26. Установите соответствие:

1. ось	А. Деталь, предназначенная только для поддержания вращающихся деталей, не передающая крутящего момента
2. вал	Б. Деталь, предназначенная только для поддержания вращающихся деталей, передающий крутящий момент, их рассчитывают на совместное кручение т изгиб
3. корпусные детали	В. Деталь, служащая для размещения механизмов машин, служат их опорой и базой для взаимного расположения основных узлов
4. станина	Г. Деталь базовая стационарной машины, на ней закрепляются все узлы, при этом должна обеспечиваться точность их взаимного расположения

27. Какие соединения не относятся к неразъемным:

А) клееные

Б) клепаные

В) сварные

Г) полученные армированием пластмассовых деталей

Д) резьбовые

28. Установить соответствие:

1. Подшипники качения	А……. – это опоры для вращающихся деталей, работающие в условиях относительного скольжения поверхности цапфы по поверхности, разделенных слоем смазки.
2. Подшипники скольжения	Б……...- это опоры вращающихся деталей, использующие элементы качения (шарики и ролики)

29. Назначение муфт заключается –

А) соединять друг с другом отдельные валы и передавать при этом крутящий момент
Б) служат опорой для валов и осей
В) являются основой для крепления других деталей

30. Червячная передача состоит из:

А) червяка, т.е. винта с трапецеидальной резьбой
Б) зубчатого (червячного) колеса
В) зубчатого (цилиндрического) колеса
Г) зубчатого (конического) колеса

Приложение 2.2.11
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по общепрофессиональной дисциплине

ОП.06 Материаловедение

2025

КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ
по учебной дисциплине «Материаловедение»

Задание А1

1 вариант

Свойства металлов и сплавов: цвет, плавкость, плотность, теплоемкость, тепло- и электропроводность относятся к

1) Физическим свойствам;
2) Химическим свойствам;
3) Механическим свойствам;
4) Технологическим свойствам.

Правильный ответ: - 1

Балл за выполнение задания - 1

2 вариант

Свойства металлов и сплавов: прочность, пластичность, упругость, твердость, ударная вязкость относятся к

1) Физическим свойствам;
2) Химическим свойствам;
3) Механическим свойствам;
4) Технологическим свойствам.

Правильный ответ: - 3

Балл за выполнение задания - 1

3 вариант

Свойства металлов и сплавов: окисляемость, окалиностойкость, коррозионная стойкость относятся к

1) Физическим свойствам;
2) Химическим свойствам;
3) Механическим свойствам;
4) Технологическим свойствам.

Правильный ответ: - 2

Балл за выполнение задания - 1

4 вариант

Свойства металлов и сплавов: литейные, свариваемость, деформируемость относятся к

1) Физическим свойствам;
2) Химическими;
3) Механическими;
4) Технологическими.

Правильный ответ: - 4

Балл за выполнение задания - 1

Задание А2

1 вариант

Определяющим свойством при выборе материала для деталей массового производств, получаемых на станках с высокой скоростью является

1) Упругость;
2) Обрабатываемость резанием;
3) Твердость;
4) Ковкость.

Правильный ответ: - 2

Балл за выполнение задания - 1

2 вариант

Определяющим свойством при выборе материала для режущих инструментов является

1) Упругость;
2) Обрабатываемость резанием;
3) Твердость;
4) Ковкость.

Правильный ответ: - 3

Балл за выполнение задания – 1

3 вариант

Определяющим свойством при выборе материала для успешной обработки деталей давлением (штамповка, ковка, прокатка…) является

1) Упругость;
2) Обрабатываемость резанием;
3) Твердость;
4) Пластичность.

Правильный ответ: - 4

Балл за выполнение задания – 1

4 вариант

Определяющим свойством при выборе материалов для подшипников качения является

1) Плотность;
2) Антифрикционность;
3) Обрабатываемость резанием;
4) Пластичность.

Правильный ответ: - 2

Балл за выполнение задания - 1

Задание А3

1 вариант

Вещество, в состав которого входят два или несколько компонентов, называется:

1) Металлом
2) Сплавом
3) Кристаллизация
4) Аллотропия

Правильный ответ: - 2

Балл за выполнение задания - 1

2 вариант

Процесс перехода металла из жидкого состояния в твердое, называется:

1) Металлом
2) Сплавом
3) Кристаллизацией
4) Аллотропия

Правильный ответ: - 3

Балл за выполнение задания - 1

3 вариант

Вещество, характерными признаками которого является блеск, хорошая электро- и теплопроводность, магнитные свойства называется:

1) Металлом
2) Сплавом
3) Кристаллизацией
4) Аллотропия

Правильный ответ: - 1

Балл за выполнение задания - 1

4 вариант

Способность металла менять тип кристаллической решетки с изменением температуры называется:

1) Металлом
2) Сплавом
3) Кристаллизацией
4) Аллотропия

Правильный ответ: - 4

Балл за выполнение задания - 1

Задание А4

1 вариант

Исследование, заключающееся в определении строения металла или сплава невооруженным глазом либо под лупой при увеличениях до 30 раз называется:

1) Микроанализ
2) Макроанализ
3) Ренгеновский анализ
4) Люминесцентный анализ

Правильный ответ: - 2

Балл за выполнение задания - 1

2 вариант

Метод, при помощи которого изучают атомную структуру металлов, типы и параметры кристаллических решеток, а также дефекты, лежащие в глубине, при помощи рентгеновского излучения называют:

1) Микроанализ
2) Макроанализ
3) Ренгеновский анализ
4) Люминесцентный анализ

Правильный ответ: - 3

Балл за выполнение задания - 1

3 вариант

Метод исследования металлов, при котором структура изучается при помощи микроскопа называется:

1) Микроанализ
2) Макроанализ
3) Ренгеновский анализ
4) Люминесцентный анализ

Правильный ответ: - 1

Балл за выполнение задания - 1

4 вариант

Метод исследования металлов, используемый для выявления поверхностных дефектов изделий (микротрещин) при помощи ультрафиолетовых лучей называется:

1) Микроанализ
2) Макроанализ

3) Ренгеновский анализ
4) Люминесцентный анализ

Правильный ответ: - 4

Балл за выполнение задания - 1

Задание А5

1 вариант

Чугун, в котором весь углерод находится в химически связанном состоянии в форме цементита, называется

1) Серым;
2) Ковким;
3) Белым;
4) Высокопрочным.

Правильный ответ: - 3

Балл за выполнение задания - 1

2 вариант

Чугун, в котором графитовые включения имеют пластинчатую форму, называется

1) Серым;
2) Ковким;
3) Белым;
4) Высокопрочным.

Правильный ответ: - 1

Балл за выполнение задания – 1

3 вариант

Чугун, в котором графитовые включения имеют шаровидную форму, называется

1) Серым;
2) Ковким;
3) Белым;
4) Высокопрочным.

Правильный ответ: - 4

Балл за выполнение задания - 1

4 вариант

Чугун, в котором графитовые включения имеют хлопьевидную форму, называется

1) Серым;
2) Ковким;
3) Белым;
4) Высокопрочным.

Правильный ответ: - 2

Балл за выполнение задания - 1

Задание А6

1 вариант

Пример маркировки ковких чугунов:

1) СЧ25;
2) КЧ45-7;
3) ВЧ70;
4) АЧС-1

Правильный ответ: -2

Балл за выполнение задания -1

2 вариант

Пример маркировки серых чугунов:

1) СЧ25;
2) КЧ45-7;
3) ВЧ70;
4) АЧС-1

Правильный ответ: -1

Балл за выполнение задания –1

3 вариант

Пример маркировки высокопрочных чугунов:

1) СЧ25;
2) КЧ45-7;
3) ВЧ70;
4) АЧС-1

Правильный ответ: -3

Балл за выполнение задания- 1

4 вариант

Пример маркировки антифрикционных чугунов:

1) СЧ25;
2) КЧ45-7;
3) ВЧ70;
4) АЧС-1

Правильный ответ: - 4

Балл за выполнение задания -1

Задание А7

1 вариант

В марке ковкого чугуна КЧ30-8 вторая цифра(8) обозначает

1) Предел пластичности
2) Предел упругости
3) Предел прочности на растяжение
4) Относительное удлинение

Правильный ответ: - 4

Балл за выполненное задание - 1

2 вариант

В марке высокопрочного чугуна ВЧ100 цифра обозначает

1) Предел прочности на растяжение
2) Предел пластичности
3) Предел упругости
4) Относительное удлинение

Правильный ответ: - 1

Балл за выполненное задание - 1

3 вариант

В марке серого чугуна СЧ10 цифра обозначает

1) Предел пластичности
2) Предел упругости
3) Предел прочности на растяжение
4) Предел текучести

Правильный ответ: - 3

Балл за выполненное задание - 1

4 вариант

В марке высокопрочного чугуна КЧ100-2 первая цифра обозначает

1) Предел прочности на растяжение
2) Предел пластичности
3) Относительное удлинение
4) Предел упругости

Правильный ответ: - 1

Балл за выполненное задание - 1

Задание А8

1 вариант

«Полезные» примеси в сталях это:

1) Сера и фосфор;
2) Кремний и марганец;
3) Железо;
4) Углерод.

Правильный ответ: - 2

Балл за выполнение задания -1

2 вариант

«Вредные» примеси в сталях это:

1) Сера и фосфор;
2) Кремний и марганец;
3) Железо;
4) Углерод.

Правильный ответ: -1

Балл за выполнение задания –1

3 вариант

Какой химический элемент преобладает в сталях:

1) Сера и фосфор;
2) Кремний и марганец;
3) Железо;
4) Углерод.

Правильный ответ: -3

Балл за выполнение задания -1

4 вариант

Содержанием какого элемента определяется пластичность:

1) Сера и фосфор;
2) Кремний и марганец;
3) Железо;
4) Углерод.

Правильный ответ: -4

Балл за выполнение задания -1

Задание А9

1 вариант

Чугуном называют железоуглеродистый сплав, содержащий

1) от 0,7 до 2,14% углерода;
2) до 2,14% углерода;
3) от 2,14 до 6,67% углерода;
4) до 0,7% углерода.

Правильный ответ: - 3

Балл за выполнение задания -1

2 вариант

Конструкционной называют сталь, содержащую

1) от 0,7 до 2,14% углерода;
2) до 2,14% углерода;
3) от 2,14 до 6,67% углерода;
4) до 0,7% углерода.

Правильный ответ: - 4

Балл за выполнение задания –1

3 вариант

Сталью называют железоуглеродистый сплав, содержащий

1) от 0,7 до 2,14% углерода;
2) до 2,14% углерода;
3) от 2,14 до 6,67% углерода;
4) до 0,7% углерода.

Правильный ответ: -2

Балл за выполнение задания -1

4 вариант

Инструментальной называют сталь, содержащую

1) от 0,7 до 2,14% углерода;
2) до 2,14% углерода;
3) от 2,14 до 6,67% углерода;
4) до 0,7% углерода.

Правильный ответ: -1

Балл за выполнение задания -1

Задание А10

1 вариант

Какую марку стали следует использовать для изготовления инструмента, обрабатывающего детали на больших скоростях резания:

1) ХВГ;
2) 08;
3) У12;
4) Р6М5.

Правильный ответ: -4

Балл за выполнение задания -1

2 вариант

Марка стали, используемая для изготовления напильника:

1) ХВГ;
2) 08;
3) У12;
4) Р6М5.

Правильный ответ: -3

Балл за выполнение задания –1

3 вариант

Марка стали, используемая для изготовления деталей, работающих при малых нагрузках (прокладки, шайб, вилок, труб и т.д.)

1) ХВГ;
2) 08;
3) У12;
4) Р6М5.

Правильный ответ: -2

Балл за выполнение задания -1

4 вариант

Марка стали, используемая для изготовления измерительного и режущего инструмента, для которого повышенное коробление при закалке недопустимо (резьбовые калибры, протяжки, длинные метчики, длинные развертки)

1) ХВГ;
2) 08;
3) У12;
4) Р6М5.

Правильный ответ: -1

Балл за выполнение задания -1

Задание А11

1 вариант

Маркой шарикоподшипниковой стали является

1) Ст1;
2) У10;
3) ШХ15СГ;
4) сталь 30.

Правильный ответ: - 3

Балл за выполнение задания - 1

2 вариант

Маркой инструментальной высококачественной стали является

1) сталь 30;
2) У7А;
3) Ст3;
4) А30.

Правильный ответ: - 2

Балл за выполнение задания – 1

3 вариант

Маркой автоматной стали является

1) А30;
2) У7А;
3) Ст1;
4) 38ХМЮА.

Правильный ответ: - 1

Балл за выполнение задания - 1

4 вариант

Маркой быстрорежущей инструментальной стали является

1) 30ХГТ;
2) сталь 40;
3) У13;
4) Р9М4К8.

Правильный ответ: - 4

Балл за выполнение задания - 1

Задание А12

1 вариант

Количество углерода в Стали 20 равно

1) 2%;
2) 0,20%;
3) 20%;
4) 0,02%.

Правильный ответ: -2
Балл за выполнение задания -1

2 вариант
Укажите марку низколегированной низкоуглеродистой стали, содержащей углерода менее 0,14%

1) 20ХГСА;
2) 30ХН2МФА;
3) 10Г2С;
4) 15ХСНД.

Правильный ответ: -3
Балл за выполнение задания –1

3 вариант
Сколько углерода содержит сталь 08Х18Н10Т

1) Не более 8%;
2) Не более 0,8%;
3) Не более 0,08%;
4) Более 0,8%

Правильный ответ: -3
Балл за выполнение задания -1

4 вариант
Высоколегированные стали имеют суммарное содержание легирующих элементов:

1) Менее 2,5%
2) Более 10%
3) Менее 10%
4) Менее 1%

Правильный ответ: -2
Балл за выполнение задания -1

Задание А13

1 вариант
Маркой углеродистой конструкционной качественной стали является

1) Сталь 45;
2) У7А;
3) Р9М4К8;
4) 18Н12ГА.

Правильный ответ: - 1
Балл за выполненное задание – 1

2 вариант
Маркой быстрорежущей инструментальной стали является

1) Сталь 45;
2) У7А;
3) Р9М4К8;
4) 18Н12ГА;

Правильный ответ: - 3
Балл за выполнение задания - 1

3 вариант
Маркой инструментальной высококачественной стали является

1) Сталь 45;
2) У7А;
3) Р9М4К8;

4) 18Н12ГА;

Правильный ответ: - 2

Балл за выполнение задания – 1

4 вариант

Маркой легированной высококачественной стали является

1) Сталь 45;
2) У7А;
3) Р9М4К8;
4) 18Н12ГА;

Правильный ответ: -4

Балл за выполненное задание - 1

Задание А14

1 вариант

Процесс термообработки предварительно закаленной стали, обуславливающий получение более равновесных структур называется:

1) Отжиг;
2) Нормализация;
3) Отпуск;
4) Закалка.

Правильный ответ: -3

Балл за выполнение задания -1

2 вариант

Процесс термообработки стали заключающийся в нагреве стали до критических температур, выдержки при этой температуре и последующем медленном охлаждении (в печи) с целью устранения химической неоднородности стали, понижения твердости называется

1) Отжиг;
2) Нормализация;
3) Отпуск;
4) Закалка.

Правильный ответ: -1

Балл за выполнение задания –1

3 вариант

Процесс термической обработки, применяемый с целью повышения твердости, прочности, износостойкости, коррозионной стойкости и состоящий из нагрева стали до критической температуры, выдержки при этой температуре и последующем охлаждении с большой скоростью называется

1) Отжиг;
2) Нормализация;
3) Отпуск;
4) Закалка.

Правильный ответ: -4

Балл за выполнение задания -1

4 вариант

Процесс термообработки стали заключающийся в нагреве стали до критических температур, выдержки при этой температуре и последующем охлаждении на воздухе

1) Отжиг;
2) Нормализация;
3) Отпуск;
4) Закалка.

Правильный ответ: -2
Балл за выполнение задания -1

Задание А15

1 вариант
Обработка металлов и сплавов, целью которой является изменение структуры и свойств по всему объему обрабатываемых деталей называется

1) химико-термической;
2) объемной термической;
3) поверхностной термической;
4) электротермической.

Правильный ответ: - 2
Балл за выполнение задания - 1

2 вариант
Обработка металлов и сплавов, вызывающая изменение структуры и свойств в поверхностном слое изделия называется

1) химико-термической;
2) объемной термической;
3) поверхностной термической;
4) электротермической.

Правильный ответ: - 3
Балл за выполнение задания - 1

3 вариант
Обработка металлов и сплавов, проводимая с помощью нагрева токами высокой частоты, контактного нагрева и нагрева в электролитах называется

1) химико-термической;
2) объемной термической;
3) поверхностной термической;
4) электротермической.

Правильный ответ: - 4
Балл за выполнение задания - 1

4 вариант
Обработка металлов и сплавов, проводимая для насыщения поверхностных слоев изделий определенными элементами, при изменении химического состава, структуры и свойств поверхностного слоя, называется

1) химико-термической;
2) объемной термической;
3) поверхностной термической;
4) электротермической.

Правильный ответ: - 1
Балл за выполнение задания - 1

Задание А16

1 вариант
Процесс насыщения поверхностного слоя металла азотом называется:

1) Цианирование;
2) Азотированием;
3) Цементацией;
4) Борирование.

Правильный ответ: -2

Балл за выполнение задания -1

2 вариант

Процесс насыщения поверхностного слоя металла бором называется

1) Цианирование;
2) Азотированием;
3) Цементацией;
4) Борирование.

Правильный ответ: -4

Балл за выполнение задания –1

3 вариант

Процесс насыщения поверхностного слоя металла одновременно азотом и углеродом

1) Цианирование;
2) Азотированием;
3) Цементацией;
4) Борирование.

Правильный ответ: -1

Балл за выполнение задания -1

4 вариант

Процесс насыщения поверхностного слоя металла углеродом называется

1) Цианирование;
2) Азотированием;
3) Цементацией;
4) Борирование.

Правильный ответ: -3

Балл за выполнение задания -1

Задание А17

1 вариант

Сплавы меди с оловом, алюминием, кремнием, марганцем, свинцом, бериллием и другими металлами называют

1) Мельхиор;
2) Бронза;
3) Латунь;
4) Манганин.

Правильный ответ: -2

Балл за выполнение задания -1

2 вариант

Двойные или многокомпонентные сплавы на основе меди, в которых основным легирующим элементом является цинк называют

1) Мельхиор;
2) Бронза;
3) Латунь;
4) Манганин.

Правильный ответ: -1

Балл за выполнение задания –1

3 вариант

Сплав состоящий из меди около 80%, никеля около 20%, небольших добавок железа и марганца называют

1) Мельхиор;
2) Бронза;
3) Латунь;

4) Манганин.

Правильный ответ: -1

Балл за выполнение задания -1

4 вариант

Данные сплавы обладают более высокой прочностью и лучшей обрабатываемостью резанием. Недостатком является ухудшенное сопротивление коррозии.

1) Мельхиор;
2) Бронза;
3) Латунь;
4) Манганин.

Правильный ответ: -3

Балл за выполнение задания -1

Задание А18

1 вариант

Бронза, содержащая 6,5 % олова и 0,4 % фосфора, остальное – медь обозначается

1) БрОЦС5-5-5;
2) ЛАЖМц66-6-3-2;
3) ЛЖМц 59-1-1;
4) БрОФ6,5-0,4.

Правильный ответ: - 4

Балл за выполнение задания - 1

2 вариант

Бронза содержит по 5% олова, свинца, цинка, остальное – медь обозначается

1) БрОЦС5-5-5;
2) ЛАЖМц66-6-3-2;
3) ЛЖМц 59-1-1;
4) БрОФ6,5-0,4.

Правильный ответ: -1

Балл за выполнение задания –1

3 вариант

Латунь, содержащая 66% меди, 6% алюминия, 3% железа и 2% марганца, остальное составляет цинк обозначается

1) БрОЦС5-5-5;
2) ЛАЖМц66-6-3-2;
3) ЛЖМц 59-1-1;
4) БрОФ6,5-0,4.

Правильный ответ: -2

Балл за выполнение задания -1

4 вариант

Латунь, содержащая в среднем 59% меди, 1% железа, 1% марганца, остальное составляет цинк обозначается

1) БрОЦС5-5-5;
2) ЛАЖМц66-6-3-2;
3) ЛЖМц 59-1-1;
4) БрОФ6,5-0,4.

Правильный ответ: - 3

Балл за выполнение задания -1

Задание А19

1 вариант

Алюминиевый сплав дюралюмин, обозначается

1) АЛ4;
2) Д18;
3) В96;
4) АМг2.

Правильный ответ: - 2

Балл за выполнение задания - 1

2 вариант

Алюминиевый сплав силумин, обозначается

1) АЛ4;
2) Д18;
3) В96;
4) АМг2.

Правильный ответ: - 1

Балл за выполнение задания – 1

3 вариант

Алюминиевый высокопрочный сплав, обозначается

1) АЛ4;
2) Д1;
3) В96;
4) АМг2.

Правильный ответ: - 3

Балл за выполнение задания - 1

4 вариант

Алюминиево-магниевые сплав, обозначается

1) АЛ4;
2) Д18;
3) В96;
4) АМг2.

Правильный ответ: - 4

Балл за выполнение задания - 1

Задание А20

1 вариант

Алюминиевые сплавы из которых изготавливают листы, плиты, профили и другие полуфабрикаты путём пластинчатой деформации литой заготовки

1) Дуралюминием;
2) Деформируемые;
3) Силумином;
4) Литейные.

Правильный ответ: -2

Балл за выполнение задания -1

2 вариант

Алюминиевые сплавы которые предназначены исключительно для фасонного литья

1) Дуралюминием;
2) Деформируемые;
3) Силумином;
4) Литейные.

Правильный ответ: -4

Балл за выполнение задания –1

3 вариант

Сплав алюминия с медью называется

1) Дуралюминием;
2) Деформируемые;
3) Силумином;
4) Литейные.

Правильный ответ: -1

Балл за выполнение задания -1

4 вариант

Сплав алюминия с кремнием называется

1) Дуралюминием;
2) Деформируемые;
3) Силумином;
4) Литейные.

Правильный ответ: -3

Балл за выполнение задания -1

Задание А21

1 вариант

Литейные магниевые сплавы, применяемые для получения деталей методом фасонного литья маркируют:

1) МА11;
2) МЛ2;
3) ВТ5;
4) ОТ3.

Правильный ответ: -2

Балл за выполнение задания -1

2 вариант

Деформируемые магниевые сплавы, применяемые для получения полуфабрикатов и изделий путем пластической деформации маркируют:

1) МА11;
2) МЛ2;
3) ВТ5;
4) ОТ3.

Правильный ответ: -1

Балл за выполнение задания –1

3 вариант

Литейные титановые сплавы маркируют

1) МА11;
2) МЛ2;
3) ВТ5;
4) ОТ3.

Правильный ответ: -3

Балл за выполнение задания -1

4 вариант

Эти сплавы обладают высокой механической прочностью при достаточной пластичности и вязкости, низкой теплопроводностью, небольшим коэффициентом линейного расширения, высокой коррозионной стойкостью в некоторых химических средах и морской воде, хорошо совместимы с живой тканью.

1) Алюминиевые сплавы;
2) Титановые сплавы;

3) Медные сплавы;
4) Магниевые сплавы.

Правильный ответ: -2
Балл за выполнение задания -1

Задание А22

1 вариант
Вольфрамовая группа твердых сплавов маркируется

1) ВК8;
2) Т30К4;
3) ВЗК;
4) ТТ7К12.

Правильный ответ: -1
Балл за выполнение задания -1

2 вариант
Титанотанталовольфрамовая группа твердых сплавов маркируется:

1) ВК8;
2) Т30К4;
3) ВЗК;
4) ТТ7К12.

Правильный ответ: -4
Балл за выполнение задания – 1

3 вариант
Титановольфрамовая группа твердых сплавов маркируется:

1) ВК8;
2) Т30К4;
3) ВЗК;
4) ТТ7К12.

Правильный ответ: -2
Балл за выполнение задания -1

4 вариант
Марка твердых сплавов Т15К6 относится к:

1) Титановольфрамовой группе;
2) Титанотанталовольфрамовой группе;
3) Стеллитам;
4) Вольфрамовой группе.

Правильный ответ: -1
Балл за выполнение задания -1

Задание А23

1 вариант
Из предложенного перечня выберите требования, предъявляемые к антифрикционным материалам:

1) Высокая твердость, износостойкость;
2) Низкий коэффициент трения, пластичность;
3) Высокая упругость, вязкость;
4) Высокая износостойкость, малый коэффициент трения, микрокапиллярность.

Правильный ответ: -4
Балл за выполнение задания -1

2 вариант

Из предложенных марок выберете марку баббита

1) Б86;
2) АЛ2;
3) Д16;
4) ВТ5.

Правильный ответ: - 1

Балл за выполнение задания – 1

3 вариант

Из предложенных марок выберете марку баббита

1) Д16;
2) АЛ2;
3) БК2;
4) ВТ5;

Правильный ответ: -3

Балл за выполнение задания -1

4 вариант

Баббит это:

1) Латунь;
2) Литейный алюминиевый сплав;
3) Антифрикционный сплав;
4) Бронза, упрочненная железом и марганцем.

Правильный ответ: -3

Балл за выполнение задания -1

Задание А24

1 вариант

Эти вещества добавляют в пластмассы в количестве 10-29% для уменьшения хрупкости и увеличения формуемости.

1) Полимеры;
2) Наполнители;
3) Пластификаторы;
4) Отвердители.

Правильный ответ: -3

Балл за выполнение задания -1

2 вариант

Основа пластмассы, вещества высокой относительной молекулярной массы

1) Полимеры;
2) Наполнители;
3) Пластификаторы;
4) Отвердители.

Правильный ответ: -1

Балл за выполнение задания –1

3 вариант

Эти вещества добавляют в пластмассы в количестве 40-70% (по массе) для повышения механических свойств, снижения стоимости и изменения других свойств

1) Полимеры;
2) Наполнители;
3) Пластификаторы;
4) Отвердители.

Правильный ответ: -2

Балл за выполнение задания -1

4 вариант

Эти вещества вводят в пластмассы в количестве нескольких процентов для соединения полимерных молекул химическими связями.

1) Полимеры;
2) Наполнители;
3) Пластификаторы;
4) Отвердители.

Правильный ответ: -4

Балл за выполнение задания -1

Задание А25

1 вариант

Полиизобутилен, этилцеллюлоза, поликарбонат — сохраняют эластичные свойства и гибкость при низких (минусовых) температурах. Изделия и конструкции, изготовленные из таких пластмасс, можно эксплуатировать в атмосферных условиях.

1) Антикоррозионные пластмассы;
2) Высокопрочные пластмассы;
3) Морозостойкие пластмассы;
4) Пластмассы общего назначения.

Правильный ответ: -3

Балл за выполнение задания -1

2 вариант

Материалы, к показателям физико-механических и химических свойств которых не предъявляют особых требований. К этим материалам относятся отделочные, декоративные, упаковочные, хозяйственно-бытовые и другие изделия из пластмасс (поливинилхлорида, полипропилена, фенопластов и др.).

1) Антикоррозионные пластмассы;
2) Высокопрочные пластмассы;
3) Морозостойкие пластмассы;
4) Пластмассы общего назначения.

Правильный ответ: -4

Балл за выполнение задания –1

3 вариант

Полиформальдегид, полиэфирные пластики, поликарбонаты — характеризуются высоким пределом прочности при сжатии и изгибе, большой износостойкостью и высоким коэффициентом трения (фрикционные свойства). Эти материалы способны заменить бронзу и баббит, например, в подшипниках, втулках; их используют для изготовления труб, зубчатых колес, гребных винтов

1) Антикоррозионные пластмассы;
2) Высокопрочные пластмассы;
3) Морозостойкие пластмассы;
4) Пластмассы общего назначения.

Правильный ответ: -2

Балл за выполнение задания -1

4 вариант

Каучуки, полиизобутилен, эпоксипласты — обладают высокой химической стойкостью к воде, кислотам, растворам солей и органическим растворителям. Эти материалы используют вместо металлических деталей в оборудовании и конструкциях, эксплуатирующихся в агрессивных средах, из них изготовляют контейнеры-цистерны жидкого топлива.

1) Антикоррозионные пластмассы;

2) Высокопрочные пластмассы;
3) Морозостойкие пластмассы;
4) Пластмассы общего назначения.

Правильный ответ: -1
Балл за выполнение задания -1

Задание А26

1 вариант
Летучие жидкости, которые применяются для разжижения лакокрасочных материалов и помогают довести их до рабочей вязкости называют

1) Пигменты;
2) Пленкообразующие вещества;
3) Наполнители;
4) Растворители и разбавители.

Правильный ответ: -4
Балл за выполнение задания -1

2 вариант
Тонкоизмельченные вещества минерального происхождения, придающие лакокрасочным материалам цвет и некоторые специальные свойства, называются

1) Пигменты;
2) Пленкообразующие вещества;
3) Наполнители;
4) Растворители и разбавители.

Правильный ответ: -1
Балл за выполнение задания –1

3 вариант
Вещества, которые способствуют образованию прочной и плотной пленки лакокрасочных материалов и повышающие ее прилипание к окрашиваемым поверхностям называются

1) Пигменты;
2) Пленкообразующие вещества;
3) Наполнители;
4) Растворители и разбавители.

Правильный ответ: -2
Балл за выполнение задания -1

4 вариант
Вещества, используемые для экономного расходования пигментов или улучшения некоторых свойств красок, называют

1) Пигменты;
2) Пленкообразующие вещества;
3) Наполнители;
4) Растворители и разбавители.

Правильный ответ: -3
Балл за выполнение задания -1

Задание А27

1 вариант
Исходным сырьем для получения резины является

1) Каучук;
2) Сера;
3) Сажа;

4) Тиурам.

Правильный ответ: -1

Балл за выполнение задания -1

2 вариант

Для шинных резин основным вулканизирующим агентом является

1) Каучук;
2) Сера;
3) Фосфор;
4) Тиурам.

Правильный ответ: -2

Балл за выполнение задания -1

3 вариант

Из прорезиненного корда изготавливают

1) Усилительные ленточки бортов покрышки;
2) Протекторы шины;
3) Борта шины;
4) Каркас шины.

Правильный ответ: -4

Балл за выполнение задания -1

4 вариант

Сажа, входящая в состав резиновой смеси, является

1) Красителем;
2) Активатором;
3) Активным наполнителем;
4) Ускорителем вулканизации.

Правильный ответ: -3

Балл за выполнение задания -1

Задание А28

1 вариант

Полимерные композиции в виде паст, замазок или жидкостей, которые после нанесения на поверхность сразу или спустя некоторое время густеют в результате вулканизации полимерной основы, называются

1) Клеями;
2) Герметики;
3) Лаками;
4) Красками.

Правильный ответ: -2

Балл за выполнение задания -1

2 вариант

Вещества, которые благодаря наличию специфических свойств способны прочно соединять одинаковые и различные по составу материалы, называются

1) Клеями;
2) Герметики;
3) Лаками;
4) Красками.

Правильный ответ: -1

Балл за выполнение задания –1

3 вариант

Эти материалы по сравнению с другими аналогичными обладают влагостойкостью, газонепроницаемостью, долговечностью и иногда используются для уплотнения

1) Клеями;
2) Герметики;
3) Лаками;
4) Красками.

Правильный ответ: -2
Балл за выполнение задания -1

4 вариант
Эти материалы применяют для соединения отдельных деталей и элементов конструкций. Они ускоряют, упрощают и облегчают технологический процесс сборки или изготовления изделий и конструкций.

1) Клеи;
2) Герметики;
3) Лаками;
4) Красками.

Правильный ответ: -1
Балл за выполнение задания -1

Задание А29

1 вариант
Способность смазывающего материала растекаться по смазываемым поверхностям и прилипать к ним, называется:

1) Химической стойкостью;
2) Вязкостью;
3) Температурой застывания;
4) Маслянистость.

Правильный ответ: -4
Балл за выполнение задания -1

2 вариант
Способность смазывающих материалов противостоять окислению при взаимодействии с кислородом и продуктами износа называется

1) Химической стойкостью;
2) Вязкостью;
3) Температурой застывания;
4) Маслянистость.

Правильный ответ: -1
Балл за выполнение задания –1

3 вариант
Способность смазывающих материалов оказывать сопротивление перемещению частиц смазочного материала относительно друг друга называется:

1) Химической стойкостью;
2) Вязкостью;
3) Температурой застывания;
4) Маслянистость.

Правильный ответ: -2
Балл за выполнение задания -1

4 вариант
Температура, показывающая при каких наиболее низких температурах можно применять данный смазочный материал называется:

1) Химической стойкостью;
2) Вязкостью;
3) Температурой застывания;

4) Маслянистость.

Правильный ответ: -3

Балл за выполнение задания -1

Задание А30

1 вариант

Масла, предназначенные для смазывания механических и гидромеханических передач машин называются:

1) Консистентными смазками;
2) Моторными маслами;
3) Трансмиссионными маслами;
4) Смазочно-охлаждающие жидкости.

Правильный ответ: -3

Балл за выполнение задания -1

2 вариант

Сложные многокомпонентные соединения продуктов нефтехимического и химического производства, обладающие рядом свойств, обеспечивающих при вводе их в зону резания повышение стойкости инструмента, улучшение качества обрабатываемой поверхности, уменьшение сил резания и способствующих удалению стружки называются

1) Консистентными смазками;
2) Моторными маслами;
3) Трансмиссионными маслами;
4) Смазочно-охлаждающие жидкости.

Правильный ответ: -4

Балл за выполнение задания –1

3 вариант

Смазки, служащие для смазывания узлов, работающих при малых скоростях и больших нагрузках, когда подвод смазочных масел затруднен или неэкономичен называются

1) Консистентными смазками;
2) Моторными маслами;
3) Трансмиссионными маслами;
4) Смазочно-охлаждающие жидкости.

Правильный ответ: -1

Балл за выполнение задания -1

4 вариант

Масла, предназначенные для смазывания поршневых двигателей внутреннего сгорания называются

1) Консистентными смазками;
2) Моторными маслами;
3) Трансмиссионными маслами;
4) Смазочно-охлаждающие жидкости.

Правильный ответ: -2

Балл за выполнение задания -1

Задание Б1

1 вариант

Дополните определение, вписав пропущенное слово или словосочетание

_____ - это переход металла из жидкого состояния в твердое (кристаллическое).

Правильный ответ: кристаллизация

Балл за выполнение задания -2

2 вариант

Дополните определение, вписав пропущенное слово или словосочетание

Изменение формы твердого тела под воздействием приложенных к нему внешних сил (нагрузок) называется _____.

Правильный ответ: деформацией

Балл за выполнение задания -2

3 вариант

Дополните определение, вписав пропущенное слово или словосочетание

_____ называются вещества, атомы которых расположены в строго определенном порядке, образуя кристаллические решетки.

Правильный ответ: кристаллическими

Балл за выполнение задания -2

4 вариант

Дополните определение, вписав пропущенное слово или словосочетание

_____ называются вещества, атомы которых расположены хаотически.

Правильный ответ: аморфными

Балл за выполнение задания -2

Задание Б2

1 вариант

Установите соответствие между термином и определением:

Термин	Определение
1. Цвет 2. Температура плавления 3. Теплопроводность	А. Способность металлов передавать тепло от более нагретых к менее нагретым участкам тела. Б. Способность металлов отражать световое излучение с определенной длиной волны. В. Температура, при которой металл переходит из твердого состояния в жидкое.

Правильный ответ: 1-Б; 2-В; 3-А

Балл за выполнение задания – 2

2 вариант

Установите соответствие между термином и определением:

Термин	Определение
1. Твердость 2. Прочность 3. Пластичность	А. Способность металла деформироваться без разрушения Б. Сопротивление металла вдавливанию в него других, более твердых тел В. Свойство металла сопротивляться разрушению под действием внешних сил

Правильный ответ: 1-Б; 2-В; 3-А

Балл за выполнение задания – 2

3 вариант

Установите соответствие между термином и определением:

Термин	Определение
1. Окисляемость 2. Жаростойкость 3. Коррозионная стойкость	А. Способность металлов сопротивляться химическому разрушению под действием на их поверхность внешней агрессивной среды Б. Способность металлов соединяться с кислородом В. Способность металлов сопротивляться окислению при высоких температурах

Правильный ответ: 1-Б; 2-В; 3-А
Балл за выполнение задания – 2

4 вариант
Установите соответствие между термином и определением:

Термин	Определение
1. Усадка 2. Жидкотекучесть 3. Свариваемость	А. Способность металлов и сплавов давать прочные неразъемные соединения изготовленных из них деталей Б. Сокращение объема и размеров металла отливки при затвердевании и последующем охлаждении В. Способность металлов и сплавов легко растекаться и заполнять полностью литейную форму

Правильный ответ: 1-Б; 2-В; 3-А
Балл за выполнение задания - 2

Задание Б3

1 вариант
Установите последовательность действий при проведения испытаний на твердость по Бринеллю при помощи стационарных твердомеров, вписав в ответе соответствующие буквы:

А. После сигнала, опустить столик, образец передвинуть и повторить испытание.
Б. На столик поместить испытуемый образец.
В. По измеренному отпечатку сделать вывод о твердости образца.
Г. Поднять столик и предварительно прижать образец к шарику без приложения нагрузки.
Д. Запустить твердомер для приложения к детали необходимой нагрузки.
Е. Выбрать необходимую нагрузку.
Ж. Измерить диаметр отпечатка.
З. Наконечник с шариком закрепить в шпинделе.

Ответ:

1	2	3	4	5	6	7	8

Правильный ответ: 1-Е; 2–З; 3–Б; 4-Г; 5-Д; 6-А; 7-Ж; 8-В
Балл за выполнение задания – 2

2 вариант
Установите последовательность действий при проведения испытаний на твердость по Бринеллю при помощи стационарных твердомеров, вписав в ответе соответствующие буквы:

А. Измерить диаметр отпечатка.
Б.. Поднять столик и предварительно прижать образец к шарику без приложения нагрузки.
В. По измеренному отпечатку сделать вывод о твердости образца.
Г. На столик поместить испытуемый образец

Д. Запустить твердомер для приложения к детали необходимой нагрузки.
Е. Выбрать необходимую нагрузку.
Ж. После сигнала, опустить столик, образец передвинуть и повторить испытание.
З. Наконечник с шариком закрепить в шпинделе.

Ответ:

1	2	3	4	5	6	7	8

Правильный ответ: 1-Е; 2–З; 3–Г; 4-Б; 5-Д; 6-Ж; 7-А; 8-В
Балл за выполнение задания – 2

3 вариант
Установите последовательность действий при проведения испытаний на твердость по Бринеллю при помощи стационарных твердомеров, вписав в ответе соответствующие буквы:

А. После сигнала, опустить столик, образец передвинуть и повторить испытание.
Б. На столик поместить испытуемый образец.
В. Выбрать необходимую нагрузку.
Г. Поднять столик и предварительно прижать образец к шарику без приложения нагрузки.
Д. Запустить твердомер для приложения к детали необходимой нагрузки.
Е. По измеренному отпечатку сделать вывод о твердости образца.
Ж. Измерить диаметр отпечатка.
З. Наконечник с шариком закрепить в шпинделе.

Ответ:

1	2	3	4	5	6	7	8

Правильный ответ: 1-В; 2–З; 3–Б; 4-Г; 5-Д; 6-А; 7-Ж; 8-Е
Балл за выполнение задания – 2

4 вариант
Установите последовательность действий при проведения испытаний на твердость по Бринеллю при помощи стационарных твердомеров, вписав в ответе соответствующие буквы:
А. После сигнала, опустить столик, образец передвинуть и повторить испытание.
Б. На столик поместить испытуемый образец.
В. По измеренному отпечатку сделать вывод о твердости образца.
Г.. Наконечник с шариком закрепить в шпинделе.
Д. Запустить твердомер для приложения к детали необходимой нагрузки.
Е. Выбрать необходимую нагрузку.
Ж. Измерить диаметр отпечатка.
З. Поднять столик и предварительно прижать образец к шарику без приложения нагрузки

Ответ:

1	2	3	4	5	6	7	8

Правильный ответ: 1-Е; 2–Г; 3–Б; 4-З; 5-Д; 6-А; 7-Ж; 8-В
Балл за выполнение задания – 2

Задание Б4

1 вариант

Дополните определение, вписав пропущенное слово или словосочетание

_____называют сплав железа с углеродом, в котором углерода находится от 2, 14 до 6,67%.

Правильный ответ: чугуном

Балл за выполнение задания -2

2 вариант

Дополните определение, вписав пропущенное слово или словосочетание

Чугуном называют _____железа с углеродом, в котором углерода находится от 2, 14 до 6,67%.

Правильный ответ: сплав

Балл за выполнение задания -2

3 вариант

Дополните определение, вписав пропущенное слово или словосочетание

Чугуном называют сплав _____с углеродом, в котором углерода находится от 2, 14 до 6,67%.

Правильный ответ: железа

Балл за выполнение задания -2

4 вариант

Дополните определение, вписав пропущенное слово или словосочетание

Чугуном называют сплав железа с_____, в котором углерода находится от 2, 14 до 6,67%.

Правильный ответ: углеродом

Балл за выполнение задания -2

Задание Б5

1 вариант

Установите соответствие между марками сплавов и их классификацией:

Марка сплава	Классификация сплава
1.КЧ 45-5	**А**.Чугун высокопрочный
2. ВЧ 30	**Б.**Чугун серый
3. СЧ 12	**В.**Чугун ковкий

Правильный ответ: 1-В; 2-А; 3-Б

Балл за выполнение задания -2

2 вариант

Установите соответствие между марками сплавов и их классификацией:

Марка сплава	Классификация сплава
1. АЧС-1	**А**. Чугун высокопрочный
2. ВЧ 45	**Б.** Чугун серый
3. СЧ 30	**В.** Антифрикционный чугун

Правильный ответ: 1-В; 2-А; 3-Б

Балл за выполнение задания -2

3 вариант

Установите соответствие между марками сплавов и их классификацией:

Марка сплава	Классификация сплава
1. СЧ 15	**А**.Чугун высокопрочный

2. ВЧ 30	**Б.**Чугун ковкий
3. КЧ 45-5	**В.**Чугун серый

Правильный ответ: 1-В; 2-А; 3-Б
Балл за выполнение задания -2

4 вариант
Установите соответствие между марками сплавов и их классификацией:

Марка сплава	Классификация сплава
1.КЧ 33-8	**А**.Чугун высокопрочный
2. ВЧ 33	**Б.**Чугун антифрикционный
3. АЧС-2	**В.**Чугун ковкий

Правильный ответ: 1-В; 2-А; 3-Б
Балл за выполнение задания -2

Задание Б6

1 вариант
Дополните определение, вписав пропущенное слово или словосочетание
Процесс удаления из расплавленных металлов (главным образом стали и др. сплавов на основе железа) растворённого в них кислорода, который является вредной примесью, ухудшающей механические свойства металла называется _____.

Правильный ответ: раскислением
Балл за выполнение задания -2

2 вариант
Дополните определение, вписав пропущенное слово или словосочетание
_____ стали применяют для изготовления режущего, мерительного, штампового и другого инструмента.

Правильный ответ: Инструментальные
Балл за выполнение задания -2

3 вариант
Дополните определение, вписав пропущенное слово или словосочетание
_____ стали-это сплавы железа с углеродом (при содержании углерода до 2%), в которые введены специальные добавки (легирующие элементы), для придания определенных свойств.

Правильный ответ: Легированные
Балл за выполнение задания -2

4 вариант
Дополните определение, вписав пропущенное слово или словосочетание
Сталью называют железоуглеродистый сплав, содержащий до 2,14%_____.

Правильный ответ: углерода
Балл за выполнение задания -2

Задание Б7

1 вариант
Установите соответствие между примесями в железоуглеродистых сплавах и химическими элементами:

Примеси	Элементы
1. Полезные	А. Сера
2. Вредные	Б. Хром
3. Легирующие	В. Марганец
	Г. Фосфор

Правильный ответ: 1-В; 2–А, Г; 3–Б

Балл за выполнение задания – 2

2 вариант

Установите соответствие между примесями в железоуглеродистых сплавах и химическими элементами:

Примеси	Элементы
1. Вредные	А. Кремний
2. Легирующие	Б. Фосфор
3. Полезные	В. Хром
	Г. Марганец

Правильный ответ: 1-Б; 2-Б; 3–А, Г

Балл за выполнение задания – 2

3 вариант

Установите соответствие между примесями в железоуглеродистых сплавах и химическими элементами:

Примеси	Элементы
1. Легирующие	А. Водород
2. Вредные	Б. Ванадий
3. Полезные	В. Марганец
	Г. Хром

Правильный ответ: 1-Б, Г; 2–А; 3–В

Балл за выполнение задания – 2

4 вариант

Установите соответствие между примесями в железоуглеродистых сплавах и химическими элементами:

Примеси	Элементы
1. Полезные	А. Фосфор
2. Вредные	Б. Никель
3. Легирующие	В. Вольфрам
	Г. Кремний

Правильный ответ: 1-Г; 2 – А; 3 – Б, В

Балл за выполнение задания – 2

Задание Б8

1 вариант

Дополните определение, вписав пропущенные цифры

Сталь 12ХН3А – легированная высококачественная, содержит углерода (в среднем) ……..%

Правильный ответ: 0,12

Балл за выполнение задания - 2

2вариант

Дополните определение, вписав пропущенные цифры

Сталь 40Х – легированная качественная, содержит углерода (в среднем)……..%

Правильный ответ: 0,4

Балл за выполнение задания - 2

3 вариант

Дополните определение, вписав пропущенные цифры

Сталь У12 – углеродистая инструментальная, содержит углерода (в среднем)……..%

Правильный ответ: 1,2

Балл за выполнение задания -2

4 вариант

Дополните определение, вписав пропущенные цифры

Сталь 20 – углеродистая конструкционная качественная, содержит углерода (в среднем) …….%

Правильный ответ: 0,2

Балл за выполнение задания - 2

Задание Б9

1 вариант

Установите соответствие между марками сплавов и их классификацией

Марка сплава	Классификация сплава
1.Сталь 40 2. 30 ХГС 3. Р6М5 4. БСт.3 5. А 25	А. Сталь углеродистая конструкционная обыкновенного качества Б. Качественная конструкционная углеродистая сталь В. Сталь легированная конструкционная Г. Автоматная сталь Д. Сталь быстрорежущая

Правильный ответ: 1- Б; 2- В; 3- Д; 4- А; 5-Г

Балл за выполнение задания -2

2 вариант

Установите соответствие между марками сплавов и их классификацией

Марка сплава	Классификация сплава
1.У8 2. Р18 3. 30 Х2ГС 4. ВСт.3 5. А 25	А. Сталь углеродистая конструкционная обыкновенного качества Б. Сталь углеродистая инструментальная В. Сталь легированная конструкционная Г. Автоматная сталь Д. Сталь быстрорежущая

Правильный ответ: 1- Б; 2- Д; 3- В; 4- А; 5-Г

Балл за выполнение задания -2

3 вариант

Установите соответствие между марками сплавов и их классификацией

Марка сплава	Классификация сплава
1. Ст.3 2. А 25 3. Р18 4. Сталь 08 5. ХГС	А. Сталь углеродистая конструкционная обыкновенного качества Б. Качественная конструкционная углеродистая сталь В. Сталь легированная инструментальная Г. Автоматная сталь Д. Сталь быстрорежущая

Правильный ответ: 1- А; 2- Г; 3- Д; 4- Б; 5-В

Балл за выполнение задания -2

4 вариант
Установите соответствие между марками сплавов и их классификацией

Марка сплава	Классификация сплава
1.Сталь 40Г 2 Р6М5 3. Ст.4 кп. 4. 9ХГ 5. У7	А. Сталь углеродистая конструкционная обыкновенного качества Б. Качественная конструкционная углеродистая сталь В. Сталь легированная инструментальная Г. Автоматная сталь Д. Сталь углеродистая инструментальная

Правильный ответ: 1- Б; 2- Д; 3- А; 4- В; 5-Д
Балл за выполнение задания -2

Задание Б10

1 вариант
Установите соответствие между легирующими элементами и их обозначениями в марках легированных сталей, вписав в ответе соответствующие буквы:

Элемент	Обозначение в марке
1. Х	**А.** Титан
2. Г	**Б.** Хром
3. Т	**В.** Марганец
4. В	**Г.** Вольфрам

Правильный ответ: 1- Б; 2- В; 3- А; 4- Г
Балл за выполнение задания -2

2 вариант
Установите соответствие между легирующими элементами и их обозначениями в марках легированных сталей, вписав в ответе соответствующие буквы:

Элемент	Обозначение в марке
1. Х	**А.** Алюминий
2. М	**Б.** Хром
3. Ю	**В.** Молибден
4. В	**Г.** Вольфрам

Правильный ответ: 1- Б; 2- В; 3- А; 4- Г
Балл за выполнение задания -2

3 вариант
Установите соответствие между легирующими элементами и их обозначениями в марках легированных сталей, вписав в ответе соответствующие буквы:

Элемент	Обозначение в марке
1. Ю	**А.** Никель
2. Т	**Б.** Алюминий
3. Н	**В.** Титан
4. В	**Г.** Вольфрам

Правильный ответ: 1- Б; 2- В; 3- А; 4- Г

Балл за выполнение задания -2

4 вариант

Установите соответствие между легирующими элементами и их обозначениями в марках легированных сталей, вписав в ответе соответствующие буквы:

Элемент	Обозначение в марке
1. В	**А.** Кобальт
2. А	**Б.** Вольфрам
3. К	**В.** Азот
4. Х	**Г.** Хром

Правильный ответ: 1- Б; 2- В; 3- А; 4- Г

Балл за выполнение задания -2

Задание Б11

1 вариант

Установите соответствие между классом и маркой стали:

Марка стали	Класс марки
1. Сталь 65	**А.** низколегированная
2. 30Х2Н	**Б.** низкоуглеродистая
3. Х18Н10	**В.** высоколегированная
4. А15	**Г.** высокоуглеродистая

Правильный ответ: 1- Г; 2- А; 3- В; 4- Б

Балл за выполнение задания -2

2 вариант

Установите соответствие между классом и маркой стали:

Марка стали	Класс марки
1. Сталь 40	**А.** низколегированная
2. 30Х2Н	**Б.** низкоуглеродистая
3. Х4Н2	**В.** среднелегированная
4. А15	**Г.** среднеуглеродистая

Правильный ответ: 1- Г; 2- А; 3- В; 4- Б

Балл за выполнение задания -2

3 вариант

Установите соответствие между классом и маркой стали:

Марка стали	Класс марки
1. Сталь 65	**А.** среднелегированная
2. 30Х4Н2	**Б.** среднеуглеродистая
3. Х18Н10	**В.** высоколегированная
4. А40	**Г.** высокоуглеродистая

Правильный ответ: 1- Г; 2- А; 3- В; 4- Б

Балл за выполнение задания -2

4 вариант

Установите соответствие между классом и маркой стали:

Марка стали	Класс марки
1. Сталь 65	**А.** низколегированная
2. ХВГ	**Б.** низкоуглеродистая
3. Х18Н10	**В.** высоколегированная
4. А25	**Г.** высокоуглеродистая

Правильный ответ: 1- Г; 2- А; 3- В; 4- Б
Балл за выполнение задания -2

Задание Б12

1 вариант
Установите соответствие между основаниями классификации и характеристиками стали 45:

Классификация	Характеристики стали
1. По назначению	**А.** Конструкционная
2. По качеству	**Б**. Качественная
3. По химическому составу	**В.** Углеродистая
	Г. Инструментальная
	Д. Обыкновенного качества
	Е. Легированная

Правильный ответ: 1- А; 2- Б; 3- В
Балл за выполнение задания -2

2 вариант
Установите соответствие между основаниями классификации и характеристиками стали У7А:

Классификация	Характеристики стали
1. По назначению	**А.** Конструкционная
2. По качеству	**Б**. Качественная
3. По химическому составу	**В.** Углеродистая
	Г. Инструментальная
	Д. Обыкновенного качества
	Е. Легированная

Правильный ответ: 1- Г; 2- Б; 3- В
Балл за выполнение задания -2

3 вариант
Установите соответствие между основаниями классификации и характеристиками стали Ст.2:

Классификация	Характеристики стали
1. По назначению	**А.** Конструкционная
2. По качеству	**Б**. Качественная
3. По химическому составу	**В.** Углеродистая
	Г. Инструментальная
	Д. Обыкновенного качества
	Е. Легированная

Правильный ответ: 1- А; 2- Д; 3- В
Балл за выполнение задания -2

4 вариант
Установите соответствие между основаниями классификации и характеристиками стали 9ХВГ:

Классификация	Характеристики стали
1. По назначению **2.** По качеству **3.** По химическому составу	**А.** Конструкционная **Б**. Качественная **В.** Углеродистая **Г**. Инструментальная **Д**. Обыкновенного качества **Е**. Легированная

Правильный ответ: 1- Г; 2- Б; 3- Е
Балл за выполнение задания -2

Задание Б13

1 вариант
Установите соответствие между марками сплавов и их применением

Марка сплава	Применение сплава
1.Сталь 40 2.30ХН3М2ФА 3. Р6М5 4. Ст.1 5. А 25	А. Малонагруженные детали сложной конфигурации, изготавливаемые на станках-автоматах Б. Валы, диски, фланцы, зубчатые колеса, втулки для длительной и весьма длительной службы при температурах до 425 град В. Неответственная арматура, заклепки и котельные связи, балки двутавровые, швеллеры. Г. Диски паровых турбин Д. Для всех видов режущего инструмента при обработке углеродистых легированных конструкционных сталей; предпочтительно для изготовления резьбонарезного инструмента, а также инструмента, работающего с ударными нагрузками

Правильный ответ: 1-Б; 2-Г; 3-Д; 4-В; 5-А
Балл за выполнение задания -2

2 вариант
Установите соответствие между марками сплавов и их применением

Марка сплава	Применение сплава
1. У7 2. Р18 3. 08Х13 4. ВСт.2кп. 5. А 25	А. резцы, сверла, фрезы, резьбовые фрезы, развертки, зенкеры, метчики, протяжки для обработки конструкционных сталей с прочностью до 1000 МПа, от которых требуется сохранение режущих свойств при нагревании во время работы до 600 °С. Б. Зубила, стамески, плоскогубцы комбинированные, кувалды. В. Неответственные детали повышенной пластичности, малонагруженные элементы сварных конструкций, работающие при постоянных нагрузках и положительных температурах Г. Изделия, подвергающиеся действию слабоагрессивных сред (атмосферные осадки, водные растворы солей органических кислот при

	комнатной температуре и другие), лопатки паровых турбин, клапаны, болты и трубы Д. Малонагруженные детали сложной конфигурации, изготавливаемые на станках-автоматах

Правильный ответ: 1- Б; 2- А; 3- Г; 4- В; 5-Д
Балл за выполнение задания -2

3 вариант
Установите соответствие между марками сплавов и их применением

Марка сплава	Применение сплава
1. Ст.4 2. У8 3. Р18 4. Сталь 08 5. ХВГ	А. Шайбы, патрубки, прокладки и другие неответственные детали, работающие в интервале температур от —40 до 450 °С. Б. Резцы, сверла, фрезы, резьбовые фрезы, развертки от которых требуется сохранение режущих свойств при нагревании во время работы до 600 °С. В. Метчики ручные, рашпили, надфили, пилы для обработки древесины Г. Балки двутавровые, швеллеры Д. Измерительный и режущий инструмент, для которого повышенное коробление при закалке недопустимо, резьбовые калибры, протяжки, длинные метчики, длинные развертки и другой вид специального инструмента.

Правильный ответ: 1-Г; 2- В; 3- Б; 4- А; 5-Д
Балл за выполнение задания -2

4 вариант
Установите соответствие между марками сплавов и их применением

Марка сплава	Применение сплава
1.Сталь 40 2 Р6М5 3. Ст.4 кп. 4. 08Х13 5. У7	А. Балки двутавровые, швеллеры Б. Валы, диски, фланцы, зубчатые колеса, втулки для длительной и весьма длительной службы при температурах до 425 град В. Изделия, подвергающиеся действию слабоагрессивных сред (атмосферные осадки, водные растворы солей органических кислот при комнатной температуре и другие), лопатки паровых турбин, клапаны, болты и трубы Г. Зубила, стамески, плоскогубцы комбинированные, кувалды Д. Для всех видов режущего инструмента при обработке углеродистых легированных конструкционных сталей; предпочтительно для изготовления резьбонарезного инструмента, а также инструмента, работающего с ударными нагрузками

Правильный ответ: 1- Б; 2- Д; 3- А; 4- В; 5-Г
Балл за выполнение задания -2

Задание Б14

1 вариант

Впишите пропущенные слова (слово, словосочетание, числовое значение, формулу и т.д. т. п.)

_____обработкой называется совокупность операций нагрева, выдержки и охлаждения твердых металлических сплавов с целью получения заданных свойств за счет изменения внутреннего строения и структуры.

Правильный ответ: Термической

Балл за выполнение задания -2

2 вариант

Впишите пропущенные слова (слово, словосочетание, числовое значение, формулу и т.д. т. п.)

Термической обработкой называется совокупность операций _____, выдержки и охлаждения твердых металлических сплавов с целью получения заданных свойств за счет изменения внутреннего строения и структуры.

Правильный ответ: нагрева

Балл за выполнение задания -2

3 вариант

Впишите пропущенные слова (слово, словосочетание, числовое значение, формулу и т.д. т. п.)

Термической обработкой называется совокупность операций нагрева, _____ и охлаждения твердых металлических сплавов с целью получения заданных свойств за счет изменения внутреннего строения и структуры.

Правильный ответ: выдержки

Балл за выполнение задания -2

4 вариант

Впишите пропущенные слова (слово, словосочетание, числовое значение, формулу и т.д. т. п.)

Термической обработкой называется совокупность операций нагрева, выдержки и _____ твердых металлических сплавов с целью получения заданных свойств за счет изменения внутреннего строения и структуры.

Правильный ответ: охлаждения

Балл за выполнение задания -2

Задание Б15

1 вариант

Впишите пропущенные слова (слово, словосочетание, числовое значение, формулу и т.д. т. п.)

Основными видам _____ _____ являются отжиг, нормализация, закалка и отпуск.

Правильный ответ: Термической обработкой

Балл за выполнение задания -2

2 вариант

Впишите пропущенные слова (слово, словосочетание, числовое значение, формулу и т.д. т. п.)

Основными видам термической обработки являются _____, нормализация, закалка и отпуск.

Правильный ответ: отжиг

Балл за выполнение задания -2

3 вариант

Впишите пропущенные слова (слово, словосочетание, числовое значение, формулу и т.д. т. п.)

Основными видам термической обработки являются отжиг, _____, закалка и отпуск.

Правильный ответ: нормализация

Балл за выполнение задания -2

4 вариант

Впишите пропущенные слова (слово, словосочетание, числовое значение, формулу и т.д. т. п.)

Основными видам термической обработки являются отжиг, нормализация, _____ и отпуск.

Правильный ответ: закалка

Балл за выполнение задания -2

Задание Б16

1 вариант

Установите соответствие между маркой сплава и химическими элементами, входящими в нее:

Марка сплава	*Химические элементы*
1. ЛАЖ60-1-1	**А.** Медь
	Б. Цинк
	В. Алюминий
2. БрОС8-12	**Г.** Железо
	Д. Свинец
	Е. Олово

Правильный ответ: - 1-А, Б, В, Г; 2-А, Д, Е

Балл за выполнение задания - 2

2 вариант

Установите соответствие между маркой сплава и химическими элементами, входящими в нее:

Марка сплава	*Химические элементы*
1. ЛАМц 56-1-3.	**А.** Медь
	Б. Цинк
	В. Алюминий
2. БрЦАМц40-1-3	**Г.** Марганец
	Д. Свинец
	Е. Олово

Правильный ответ: - 1-А, Б, В, Г; 2- А, Б, В, Г

Балл за выполнение задания - 2

3 вариант

Установите соответствие между маркой сплава и химическими элементами, входящими в нее:

Марка сплава	*Химические элементы*
1. ЛАН 59-3-2.	**А.** Медь
	Б. Цинк
	В. Алюминий
2. БрБО 4-3	**Г.** Бериллий
	Д. Никель

	Е. Олово

Правильный ответ: - 1-А, Б, В, Д; 2- А, Г, Е

Балл за выполнение задания - 2

4 вариант

Установите соответствие между маркой сплава и химическими элементами, входящими в нее:

Марка сплава	*Химические элементы*
1. ЛС74-3	**А.** Медь
	Б. Цинк
	В. Алюминий
2. БрАЖН10-4-4.	**Г.** Железо
	Д. Никель
	Е. Свинец

Правильный ответ: - 1-А, Б, Е; 2- А, В, Г, Д

Балл за выполнение задания - 2

Задание Б17

1 вариант

Впишите пропущенное слово

Сплав алюминия с медью называется _____.

Правильный ответ: дюралюминием

Балл за выполнение задания - 2

2 вариант

Впишите пропущенное слово

Сплав алюминия с _____ называется дюралюминием.

Правильный ответ: медью

Балл за выполнение задания - 2

3 вариант

Впишите пропущенное слово

Сплав _____ с медью называется дюралюминием.

Правильный ответ: алюминия

Балл за выполнение задания - 2

4 вариант

Впишите пропущенное слово

Сплав алюминия с кремнием называется _____.

Правильный ответ: силумином

Балл за выполнение задания - 2

Задание Б18

Вариант 1

Установите соответствие между маркой сплава и расшифровкой сплава

Марка сплава	Расшифровка сплава
1. ВК4	А. Титанотанталовольфрамовый сплав
2. ТТ10К8	Б. Титановольфрамовый твердый сплав
3.Т30К14	В. Вольфрамовый твердый сплав

Правильный ответ: 1-В, 2-А, 3-Б

Балл за выполнение задания – 2

Вариант 2

Установите соответствие между маркой сплава и расшифровкой сплава

Марка сплава	Расшифровка сплава

1. Т15К6	А. Титанотанталовольфрамовый сплав
2. ТТ20К9	Б. Титановольфрамовый твердый сплав
3. ВК3	В. Вольфрамовый твердый сплав

Правильный ответ: 1-Б, 2-А, 3-В
Балл за выполнение задания – 2

Вариант 3
Установите соответствие между маркой сплава и расшифровкой сплава

Марка сплава	Расшифровка сплава
1. ТТ7К9	А. Титанотанталовольфрамовый сплав
2. ВК8	Б. Титановольфрамовый твердый сплав
3. Т5К10	В. Вольфрамовый твердый сплав

Правильный ответ: 1-А, 2-В, 3-Б
Балл за выполнение задания – 2

Вариант 4
Установите соответствие между маркой сплава и расшифровкой сплава

Марка сплава	Расшифровка сплава
1. Т14К8	А. Титанотанталовольфрамовый сплав
2. ВК11	Б. Титановольфрамовый твердый сплав
3. ТТ21К9	В. Вольфрамовый твердый сплав

Правильный ответ: 1-Б, 2-В, 3-А
Балл за выполнение задания – 2

Задание Б19

1 вариант
Впишите пропущенное слово
Антифрикционный сплав на основе олова Б88 называется _____.
Правильный ответ: баббит
Балл за выполнение задания -2

2 вариант
Впишите пропущенное слово
Антифрикционный сплав на основе железа АЧС-1называется_____.
Правильный ответ: чугун
Балл за выполнение задания - 2

3 вариант
Впишите пропущенное слово
Антифрикционный сплав на основе меди БрО10Ц2 называется _____.

Правильный ответ: бронза
Балл за выполнение задания - 2

4 вариант
Впишите пропущенное слово
Антифрикционный сплав на основе олова и свинца БС6 называется _____.

Правильный ответ: баббит
Балл за выполнение задания - 2

Задание Б20

1 вариант

Установите соответствие между добавками в пластмассах и их назначением

Добавки	Назначение
1. Стабилизаторы 2. Наполнители 3. Пластификаторы	А. Придают пластмассам прочность, твердость, теплостойкость, а также некоторые специальные свойства Б. Применяют для повышения долговечности В. Вводят для расширения температурной области высокоэластического состояния, снижения жесткости пластмасс и температуры хрупкости.

Правильный ответ: 1- Б; 2- А; 3- В
Балл за выполнение задания -2

2 вариант
Установите соответствие между добавками в пластмассах и их назначением

Добавки	Назначение
1. Смазывающие вещества 2. Наполнители 3. Пластификаторы	А. Придают пластмассам прочность, твердость, теплостойкость, а также некоторые специальные свойства Б. Применяют для предотвращения прилипания пластмассы к оборудованию при производстве и эксплуатации изделий. В. Вводят для расширения температурной области высокоэластического состояния, снижения жесткости пластмасс и температуры хрупкости.

Правильный ответ: 1- Б; 2- А; 3- В
Балл за выполнение задания -2

3 вариант
Установите соответствие между добавками в пластмассах и их назначением

Добавки	Назначение
1. Стабилизаторы 2. Красители и пигменты 3. Пластификаторы	А. Придают пластмассам желаемую окраску Б. Применяют для повышения долговечности В. Вводят для расширения температурной области высокоэластического состояния, снижения жесткости пластмасс и температуры хрупкости.

Правильный ответ: 1- Б; 2- А; 3- В
Балл за выполнение задания -2

4 вариант
Установите соответствие между добавками в пластмассах и их назначением

Добавки	Назначение
1. Смазывающие вещества 2. Красители и пигменты 3. Пластификаторы	А. Придают пластмассам желаемую окраску Б. Применяют для предотвращения прилипания пластмассы к оборудованию при производстве и эксплуатации изделий. В. Вводят для расширения температурной области высокоэластического состояния, снижения жесткости пластмасс и температуры хрупкости.

Правильный ответ: 1- Б; 2- А; 3- В
Балл за выполнение задания -2

Приложение 2.2.12
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

Контрольно-оценочные материалы по общепрофессиональной дисциплине

ОП.07 ТЕПЛОТЕХНИКА

2025

Контрольно-оценочные материалы разработаны на основе рабочей программы по учебной дисциплине ОП.07 «Теплотехника» для специальности среднего профессионального образования (далее СПО), **15.02.09 Аддитивные технологии.**

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Шматок С.Л., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Тестовые задания
для проведения дифференцированного зачета
по дисциплине ОП.07 «Теплотехника»

Критерии выставления оценок.

Количество правильных ответов в %	**Оценка.**
0-49	Неудовлетворительно
50-69	Удовлетворительно
70-84	Хорошо
85-100	Отлично

Ответы на тест

№ вопроса	**Ответ**	**№ вопроса**	**Ответ**
1	б	**14**	а
2	а	**15**	б
3	в	**16**	г
4	в	**17**	г
5	в	**18**	в
6	в	**19**	б
7	б	**20**	а
8	б	**21**	в
9	б	**22**	б
10	в	**23**	б
11	б	**24**	а
12	г	**25**	б
13	а	**-**	-

Вопросы теста

1. Что такое аддитивные технологии?

а) Методы, основанные на удалении материала;
б) Методы, основанные на добавлении материала;
в) Методы, связанные с переработкой отходов;
г) Методы, применяемые только в химической промышленности;
д) Нет ответа.

2. Какой из следующих законов термодинамики утверждает, что энергия не может быть создана или уничтожена?

а) Первый закон термодинамики;
б) Второй закон термодинамики;
в) Третий закон термодинамики;
г) Закон Бойля;
д) Закон Мариотта.

3. Какой процесс описывается как передачей тепла от одного тела к другому через непосредственный контакт?

а) Конвекция;
б) Излучение;
в) Теплопроводность;
г) Увлажнение;
д) Диффузия.

4. Какой из следующих материалов обычно обладает наименьшей теплопроводностью?

а) Медь;
б) Алюминий;
в) Дерево;
г) Сталь;
д) Чугун.

5. Какое из следующих утверждений о теплотехнике является неверным?

а) Теплотехника помогает понять процессы передачи тепла;
б) Теплотехника применяется в аддитивных технологиях для оптимизации тепловых процессов;
в) Теплотехника фокусируется только на холодных температурах;
г) В теплотехнике учитываются различные формы энергии;
д) Нет ответа.

6. Какое значение имеет коэффициент теплопроводности для материалов в контексте аддитивных технологий?

а) Он указывает на прочность материала;
б) Он передает информацию о стабильности конструкции;
в) Он важен для проектирования эффективных систем охлаждения и нагрева;

г) Он определяет цвет материала;

7. **Какое основное понятие описывает способность материала проводить тепло?**

а) Тепловая ёмкость;
б) Теплопроводность;
в) Тепловая изоляция;
г) Температура;
д) Нет ответа.

8. **Какой закон термодинамики утверждает, что в любом замкнутом системе энтропия всегда возрастает?**

а) Первый закон термодинамики;
б) Второй закон термодинамики;
в) Третий закон термодинамики;
г) Закон Карно;
д) Закон Бойля.

9. Что обозначает термин «тепловая ёмкость»?

а) Способность материала проводить тепло;
б) Количество тепла, необходимое для изменения температуры; определённого объёма партии вещества на 1°C;
в) Максимальное количество тепла, которое может содержать материал;
г) Скорость перемещения тепла через материал;
д) Нет ответа.

10. Какой тип теплообмена происходит в вакууме?

а) Конвекция;
б) Теплопроводность;
в) Излучение;
г) Конденсация;
д) Нет ответа.

11. Какой из следующих постулатов является основой первого закона термодинамики?

а) Энергия может быть создана или уничтожена;
б) Энергия не может быть создана или уничтожена, она может только изменять свою форму;
в) Энтропия всегда остается постоянной;
г) Тепло само по себе переходит от холодного тела к горячему;
д) Нет ответа.

12. В каком ходе цикла Карно работа системы равна нулю?

а) Изохорный;
б) Изобарный;
в) Изотермический;
г) Адиабатический;
д) Термодинамический.

13. Какой коэффициент используется для описания эффективности теплового двигателя?

а) Коэффициент полезного действия (КПД);
б) Энергетический коэффициент;
в) Тепловой коэффициент;
г) Температурный коэффициент;
д) Нет ответа.

14. Какой из следующих процессов называется изотермическим?

а) Процесс, при котором температура системы остается постоянной;
б) Процесс, при котором давление остается постоянным;
в) Процесс, при котором объем остается постоянным;
г) Процесс, при котором тепло не передается между системой и окружающей средой;
д) Процесс, при котором давление падает при росте температуры.

15. Какое значение имеет такое понятие, как «обратимый процесс» в термодинамике?

а) Процесс, в котором происходит максимальная потеря энергии;
б) Процесс, который можно вернуть к начальным условиям без изменения окружающей среды;
в) Процесс, который невозможно остановить;
г) Процесс, происходящий с потерей энергии в виде тепла;
д) Процесс, в котором происходит потеря КПД.

16. Какой из следующих процессов не является способом теплообмена?

а) Конвекция;
б) Теплопроводность;
в) Излучение;
г) Компрессия;
д) Все варианты являются.

17. Какой тип теплообмена происходит при передаче тепла между двумя неподвижными телами через контакт?

а) Конвекция;
б) Конденсация;
в) Излучение;
г) Теплопроводность;
д) Ответы а) и б).

18. Какое основное влияние имеет температура на скорость теплообмена?

а) Температура не влияет на теплообмен;
б) Чем выше температура, тем медленнее идет теплообмен;
в) Чем выше температура, тем быстрее проходит теплообмен;
г) Температура влияет только на теплообмен в твердых телах;
д) Нет ответа.

19. Какой из следующих коэффициентов используется для управления и расчетов в теплообменниках?

а) Коэффициент механического сопротивления;
б) Коэффициент теплопередачи;
в) Коэффициент трения;
г) Коэффициент конденсации;
д) Коэффициент удельного сопротивления.

20. Как определяется коэффициент теплопроводности (λ)?

а) Он рассчитывается как тепло, переданное через единицу площади за единицу времени при температурном градиенте 1 градус;
б) Он равен отношению теплоемкости к массе материала;
в) Это отношение температуры к объему;
г) Он определяется только в условиях высокой температуры;
д) Нет ответа.

21. Какой параметр влияет на теплопроводность материала?

а) Цвет материала;
б) Плотность материала;
в) Температура;
г) Форма материала;
д) Нет ответа.

22. Какой из следующих процессов является примером теплопроводности?

а) Нагретый воздух поднимается к потолку;
б) Ручка кастрюли нагревается, когда кастрюля стоит на горячей плите;
в) Лед тает на солнце;
г) Холодный воздух проливается в комнату;
д) Нет ответа.

23. Какие факторы увеличивают теплопроводность материалов?

а) Высокая температура и низкая плотность;
б) Высокая температура и высокая плотность;
в) Низкая температура и высокая вязкость;
г) Низкая температура и низкая плотность;
д) Низкая температура и низкая вязкость.

24. Какой из следующих типов изоляции имеет низкую теплопроводность?

а) Пенополистирол;
б) Металл;
в) Вода;
г) Сталь;
д) Нет ответа

25. Какое значение имеет теплопроводность для строительства?

а) Она не играет значительной роли;
б) Она важна для выбора материалов для обеспечения; энергоэффективности и комфорта;
в) Она полезна только для внешних стен;
г) Она влияет только на стоимость строительства;
д) Все ответы правильные.

Приложение 2.2.13
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

Контрольно-оценочные материалы по общепрофессиональной дисциплине

ОП.08 Процессы формообразования В МАШИНОСТРОЕНИИ

2025

Контрольно-оценочные материалы разработаны на основе рабочей программы по учебной дисциплине ОП.08 «Процессы формообразования в машиностроении» для специальности среднего профессионального образования (далее СПО), **15.02.09 Аддитивные технологии.**

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Ринейская Я.В., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Тестовые задания
для проведения дифференцированного зачета
по дисциплине ОП 08 «Процессы формообразования в машиностроении»

Критерии выставления оценок.

Количество правильных ответов в %	**Оценка.**
0-49	Неудовлетворительно
50-69	Удовлетворительно
70-84	Хорошо
85-100	Отлично

Ответы на тест

№ вопроса	**Ответ**	**№ вопроса**	**Ответ**
1	а	**14**	б, г
2	б	**15**	а
3	а	**16**	в
4	в	**17**	в
5	б	**18**	а
6	б	**19**	в
7	б	**20**	г
8	а	**21**	в
9	б	**22**	б
10	б	**23**	б
11	б	**24**	б
12	в	**25**	а
13	в	**-**	-

Вопросы теста

7. Перечислите виды поверхностей, которые можно получить при токарной обработке:

а) Вращения
б) Плоские
в) Зубчатые
г) Шлицевые
д) Нет ответа

8. Чему равна сумма углов резца: главного угла в плане, вспомогательного угла в плане и угла при вершине?

а) 120
б) 180
в) 90
г) 270
д) 360

9. Укажите виды работ, которые не выполняются на токарных станках:

а) Обработка плоскостей
б) Обработка цилиндрических поверхностей
в) Нет ответа
г) Обработка конических поверхностей
д) Нарезание резьбы

10. Чему равна сумма заднего, переднего углов и угла заострения резца?

а) 120
б) 180
в) 90
г) 360
д) 270

11. Укажите, какой инструмент используется при точении:

а) Шлифовальный круг
б) Резец
в) Фреза
г) Долбяк
д) Нет ответа

12. Какой угол влияет на силу трения задней поверхности зуба фрезы об обрабатываемую заготовку?

а) Передний угол
б) Задний угол
в) Угол заострения
г) Главный угол в плане
д) Угол наклона режущей кромки

7. Укажите, как называется угол между задней поверхностью резца и плоскостью резания:

а) Передний угол
б) Задний угол
в) Угол заострения
г) Угол резания
д) Угол в плане

8. Укажите, как называется угол между передней поверхностью зуба фрезы и плоскостью, перпендикулярной к плоскости резания:

а) Передний угол
б) Угол резания
в) Задний угол
г) Угол заострения
д) Угол в плане

26. Укажите, как называется угол между передней и главной задней поверхностями резца:

а) Передний угол
б) Угол заострения
в) Угол резания
г) Задний угол
д) Угол в плане

27. Напишите, в каких единицах измеряется минутная подача:

а) мм/об
б) мм/мин
в) мм/зуб
г) об/мин
д) Нет ответа

28. Чем отличается правый резец от левого?

а) Величиной заднего угла
б) Направлением подачи
в) Величиной главного угла в плане
г) Величиной переднего угла
д) Величиной угла заострения

29. Укажите единицы измерения частоты вращения шпинделя:

а) м/мин
б) мм
в) об/мин
г) мм/зуб
д) Нет ответа

30. Какой угол влияет на силу трения стружки о переднюю поверхность резца?

а) Задний угол
б) Угол наклона режущей кромки
в) Передний угол
г) Главный угол в плане
д) Угол заострения

31. Укажите материалы, из которых могут быть изготовлены зубья фрезы:

а) Сталь 45
б) Сталь Р6М5
в) Сталь У7
г) Твердый сплав
д) Нет ответа

32. При какой токарной обработке сила резания имеет наибольшее значение?

а) Черновое точение
б) Чистовое точение
в) Тонкое точение
г) Сила резания одинакова
д) Нет ответа

33. Насколько составляющих принято раскладывать силу резания?

а) 5
б) 4
в) 3
г) 2
д) Нет ответа

34. Какой инструмент не относится к осевому?

а) Сверло
б) Зенкер
в) Резец
г) Развертка
д) Нет ответа

35. В чем измеряется сила резания?

а) Н
б) Вт
в) м/мин
г) мм/об
д) Нет ответа

36. Чем не выполняется нарезание внутренней резьбы?

а) Резьбовыми резцами
б) Метчиками
в) Дисковыми фрезами
г) Гребенчатыми фрезами

д) Нет ответа

37. Как основной инструмент для обработки отверстий сверла, не предназначены для:

а) Сверления в сплошном материале
б) Рассверливания имеющихся отверстий
в) Сверления центровых отверстий
г) Подсверливания отверстий
д) Нет ответа

38. Определить частоту вращения фрезы диаметром 100мм, если обработка заготовки производится со скоростью 50м/мин:

а) n=500 об/мин
б) n=800 об/мин
в) n=156 об/мин
г) n= 700 об/мин
д) n=1000 об/мин

39. Определить минутную подачу, если обработка заготовки производится фрезой диаметром 100мм с числом зубьев 8, величина подачи на зуб равна 0,5 мм/зуб, частота вращения шпинделя 500 об/мин:

а) Sm=500 мм/мин
б) Sm=2000 мм/мин
в) Sm=1000 мм/мин
г) Sm= 700 мм/мин
д) Sm=900 мм/мин

40. Определить глубину резания t, если диаметр заготовки равен 85мм, диаметр изделия – 82мм:

а) t=3мм
б) t=1,5мм
в) t=5мм
г) t=1мм
д) t=4мм

41. Определить скорость резания, если диаметр заготовки равен 85мм, диаметр изделия – 82мм, частота вращения шпинделя – 1000об/мин:

а) V=500м/мин
б) V=700м/мин
в) V=400м/мин
д) Нет ответа

42. Определить значение угла резания, если передний угол равен 15 градусов:

а) 75
б) 105
в) 165

г) 30
д) Нет ответа

Приложение 2.2.14
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

Контрольно-оценочные материалы
по учебной дисциплине

ОП.09 МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

2025

Контрольно-оценочные материалы разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) и в соответствии с рабочей программой по дисциплине, входящей в общепрофессиональный цикл, «ОП.09 Метрология, стандартизация и сертификация» для специальности среднего профессионального образования (далее СПО) **15.02.09 Аддитивные технологии**.

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

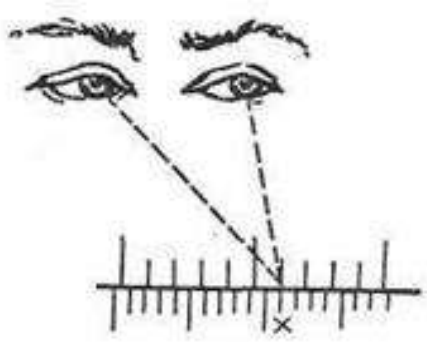
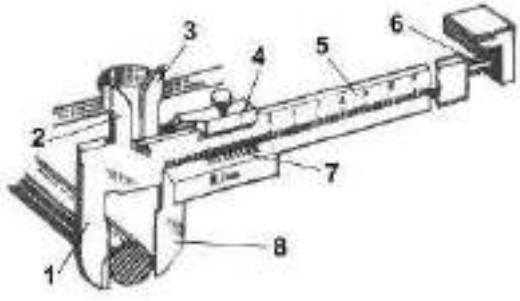
Разработчики:
Ринейская Я.В., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

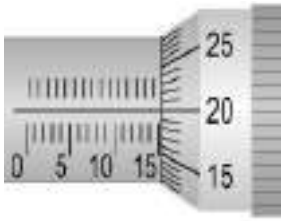
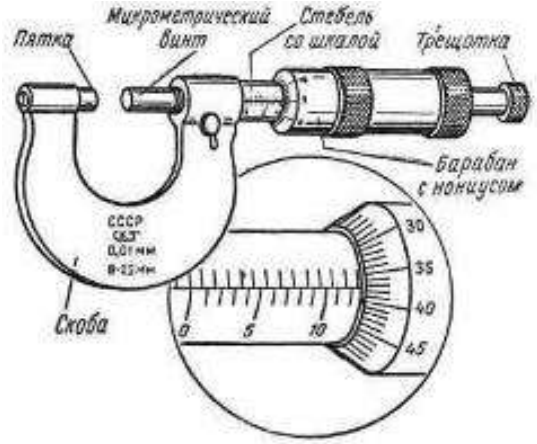
Тестовые задания
для проведения дифференцированного зачета
по дисциплине **«ОП.09 Метрология, стандартизация и сертификация»**

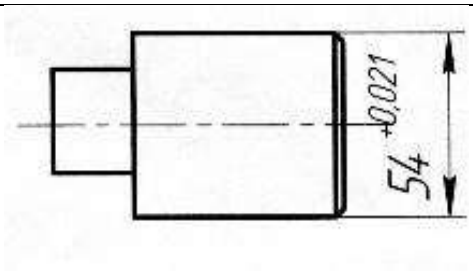
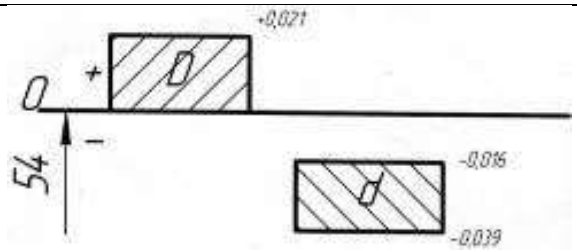
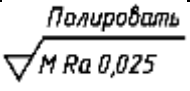
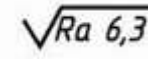
Критерии выставления оценок

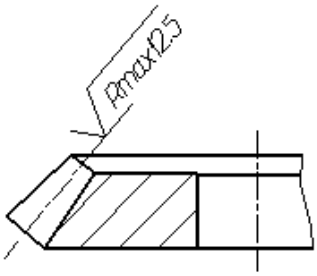
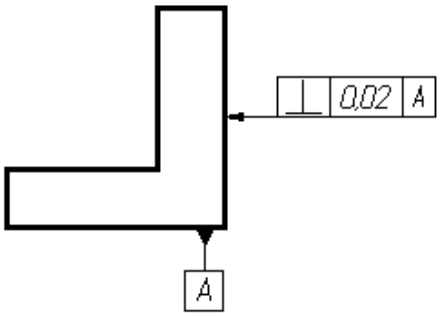
Количество правильных ответов в %	**Оценка**
0-49	Неудовлетворительно
50-69	Удовлетворительно
70-84	Хорошо
85-100	Отлично

ВАРИАНТ 1

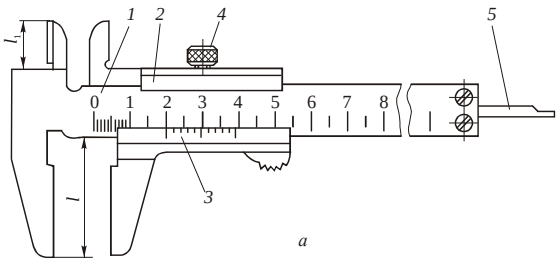
№ задания	Содержание тестового задания	Варианты ответов
1.	Правовое обеспечение единства измерений представляет Закон	**А.** О стандартизации
		Б. О сертификации
		В. О Техническом Регулировании
		Г. Об обеспечении единства измерений
2.	Отклонение результата измерения от истинного (действительного) значения измеряемой величины – это	**А**.Допуск
		Б. Отклонение
		В. Погрешность измерения
		Г. Номинальное значение
3.	 Такое направление взгляда на шкалу штангенциркуля при измерении приводит к	**А.** Инструментальной погрешности
		Б. Температурной погрешности
		В. Погрешности от контактного усилия
		Г. Субъективной погрешности
4.	Плитка КМД является	**А.** Мерой
		Б. Прибором
		В. Измерительным комплексом
		Г. Измерительной установкой
5.	Элемент №7 называется 	**А.** Нониус
		Б. Штанга
		В. Рамка
		Г. Стопорный винт
6.	Показания штангенциркуля	**А** .0,4 мм
		Б.1,2 мм
		В. 3,4 мм
		Г.0,5 мм

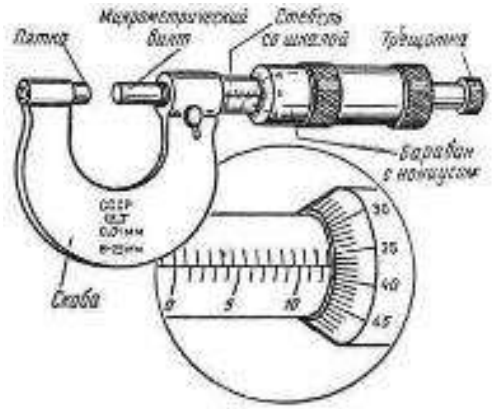
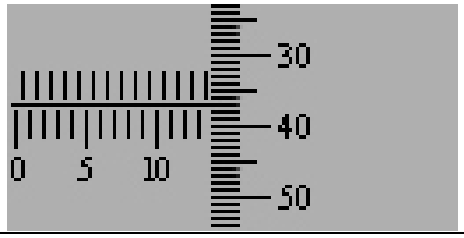
7.	 Цена деления барабана микрометра	**А.** 1 мм
		Б.0,1 мм
		В. 0,01 мм
		Г.0,001 мм
8.	Микрометрический винт предназначен: 	**А.** Для отсчета показаний
		Б. Для преобразования вращения в поступательное перемещение
		В. Для фиксирования микрометра в положении измерения
		Г. Для ограничения усилия измерения
9.	Установить правильную последовательность измерения штангенциркулем: 1. Фиксируют это положение стопорным винтом 2. Определяют целое число мм – по основной шкале штангенциркуля 3. Складывают целые и десятые доли мм. 4. Определяют число десятых долей мм по штриху на нониусе, наиболее полно совпадающем с любым штрихом на шкале 5. Сдвигают подвижные губки до соприкосновения с измеряемой поверхностью	**А.** 1,2,4,5
		Б. 5,4,3,2,1
		В. 5,1,2,4,3
		Г. 5,3,1,2,4
10.	Установление и применение правил с целью упорядочения деятельности в определённой области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон выполняет	**А.** стандартизация
		Б. метрология
		В. сертификация
		Г. нормирование
11.	Отраслевым стандартом называется:	**А.** ГОСТ
		Б. ОСТ
		В. СТП
		Г. Технический Регламент
12.	К международным стандартам относится:	**А.** ГОСТ
		Б. СТП
		В. Технический Регламент
		Г. ISO 900-2000
13.	Верхнее отклонение $54^{+0,021}$	**А.** +0,021
		Б. -0,021
		В. 0,000

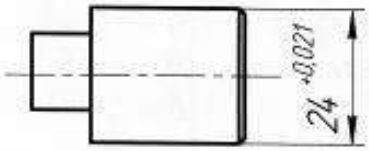
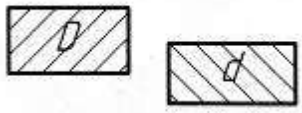
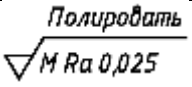
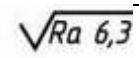
		Г. +0,014
14.	Номинальный размер $54^{+0,021}$	**А.** 54
		Б. 54,021
		В. 54,500
		Г. 53,996
15.	 В каком случае брак детали с действительным размером будет неисправимым :	**А.** 54,033
		Б. 54,090
		В. 53,998
		Г. 54,020
16.	Допуск размера $54^{+0,021}$	**А.** 0,021
		Б. 0,042
		В. 0,000
		Г. 0,037
17.	 Поле допуска посадки:	**А.** С зазором
		Б. С натягом
		В. Переходной
		Г. По схеме вид посадки определить невозможно
18.	Наибольший зазор в соединении отверстия D= $54^{+0,021}$ и вала d=$54^{-0,016}_{-0,039}$:	**А.** 0,039
		Б. 0,060
		В. 0,002
		Г. 0,000
19.	Самая высокая точность у следующего размера:	**А.** 38Н8
		Б. 38Н9
		В. 38Н10
		Г. 38Н11
20.	Средняя высота микронеровностей 0, 025 мкм	**А.**
		Б.
		В. 
		Г. 
21.		**А.** наибольшая высота профиля
		Б. высота неровностей профиля по десяти

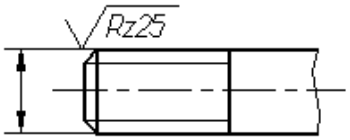
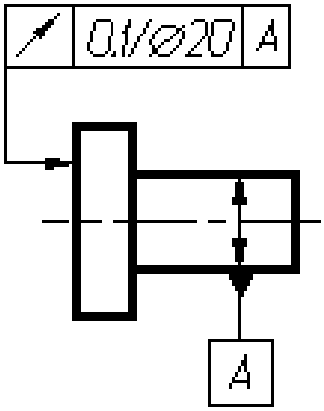
	 Указанный параметр шероховатости Rmax	точкам
		В. среднее арифметическое отклонение профиля
		Г. средний шаг неровностей профиля
22.		**А.** Отклонение от круглости в пределах 0, 02 мм
		Б. Отклонение от прямолинейности в пределах 0, 01 мм
		В. Отклонение от перпендикулярности к базе А в пределах 0, 02 мм
		Г. Радиальное биение относительно базы А в пределах 0, 02 мм
23.	Укажите правильный порядок достижения точности замыкающего звена размерной цепи при групповой взаимозаменяемости: 1. Сортировка их на nразмерных групп 2. Измерение всех деталей 3. Обработка деталей – звеньев размерной цепи с допуском в n раз больше необходимого. 4. Сборка деталей в соответствии с размерными группами.	**А.** 1,2,3,4
		Б. 4,3,2,1
		В. 3,2,1,4
		Г. 4,2,1,3
24.	Метрическая резьба:	**А.**Tr 32×6 LH
		Б.S 80.10LH
		В.M 8x1 – LH
		Г. К 1 1/2
25.	Показатели, характеризующие свойства продукции (изделия) сохранять исправное и работоспособное состояние после хранения и транспортировки	**А.**Безотказность
		Б.Долговечность
		В.Ремонтопригод-ность
		Г. Сохраняемость

ВАРИАНТ 2

№ задания	Содержание тестового задания	Варианты ответов
1.	Наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и требуемой точности:	**А.** метрология
		Б. стандартизация
		В. сертификация
		Г. нормирование
2.	Погрешность, обусловленная средством измерения, называется:	**А.** Инструментальная
		Б. Погрешность от измерительного усилия
		В. Температурная погрешность
		Г. Субъективная погрешность
3.	Наибольшее и наименьшее значения, которые можно измерить с нормируемой точностью, называются	**А.** Длина деления шкалы
		Б. Цена деления шкалы
		В. Пределы измерения
		Г. Показания
4.	Штангенциркуль является	**А.** Мерой
		Б. Прибором
		В. Измерительным комплексом
		Г. Измерительной установкой
5.	Способность измерительных поверхностей КМД сцепляться друг с другом при смещении в плотно прижатом состоянии называется	**А.** Плоскопараллельностью
		Б. Разрядом КМД
		В. Притираемостью
		Г. Склеиванием
6.	 Для измерения глубины отверстий предназначен элемент, обозначенный цифрой	**А.** 1
		Б. 2
		В. 4
		Г. 5
7.	Цена деления нониуса штангенциркуля	**А.** 1 мм
		Б. 0,1 мм
		В. 0,01 мм
		Г. 0,001 мм
8.		**А.** 0,5 мм
		Б. 1,2 мм

	 Показания штангенциркуля	**В.** 4,3 мм **Г.** 10,0 мм
9.	Трещотка в микрометре предназначена 	**А.** Для отсчета показаний **Б.** Для преобразования вращения в поступательное перемещение **В.** Для фиксирования микрометра в положении измерения **Г.** Для ограничения усилия измерения
10.	Показания микрометра: 	**А.**13,00 **Б.**12,20 **В.** 13,37 **Г**.13,87
11.	Установить правильную последовательность измерения микрометром 1. Фиксируют это положение стопорным винтом; 2. Вращением барабана прижимают подвижную пяту к измеряемой поверхности до 1-3 щелчков трещотки; 3. Определяют число мм – по шкале стебля; 4. Складывают показания и определяют размер; 5. Определяют число сотых – по барабану.	**А.** 5,4,3,2,1 **Б.** 1,2.3,4,5 **В.** 2,1,3,5,4 **Г.** 4,5,1,2,3
12.	Указать последовательность действий для настройки микрометра на «0» 1. Затягивают фиксирующий винт; 2. Ослабляют стопорный винт и снова проверяют правильность установки микрометра на «0»; 3. Измеряют микрометром эталон или КМД, поворачивая винт до 1-3 щелчков трещотки; 4. Устанавливают эталон или пластину КМД между измерительными поверхностями; 5. фиксируют стопорным винтом положение измерения;	**А.** 1,2.3,4,5,6 **Б.** 6,5,4,3,2,1

	6. Ослабляют фиксирующий винт, добиваясь свободного скольжения барабана по стеблю и устанавливают его в положение, соответствующее «0».	.6,4,3,2,1,5
		Г.4,3,5,2,1,6
13.	Метод стандартизации, который заключается в разработке типовых технических решений, называется	**А.** Нормирование
		Б. Типизация
		В. Унификация
		Г. Агрегатирование
14.	Нижнее отклонение $24^{+0,021}$	**А.** +0,021
		Б. -0,021
		В. 0,000
		Г. +0,014
15.	 Деталь с каким действительным размером является годной:	**А.** 23,021
		Б. 24,090
		В. 24,003
		Г. 23,025
16.	 Поле допуска посадки:	**А.** С зазором
		Б. С натягом
		В. Переходной
		Г. По схеме вид посадки определить невозможно
17.	Наибольший зазор в соединении отверстия D= $24^{+0,021}$ и вала d = $24_{-0,008}$:	**А.** 0,000
		Б. 0,010
		В. 0,021
		Г. 0,029
18.	Наименьшим будет допуск следующего размера:	**А.** 24r6
		Б. 38r6
		В. 68r6
		Г. 126r6
19.	Посадка $\frac{H8}{u8}$	**А.** С зазором
		Б. С натягом
		В. Переходная
		Г. Вид посадки по условному обозначению определить нельзя
20.	Средняя высота микронеровностей 6,3 мкм:	**А.**
		Б. 
		В. 
		Г.

21.	 Указанный параметр шероховатости Rz	**А.** среднее арифметическое отклонение профиля
		Б. высота неровностей профиля по десяти точкам
		В. наибольшая высота профиля
		Г. средний шаг неровностей профиля
22.		**А.** Торцевое биение относительно базы А в пределах 0, 1 мм, измеренное на Ø 20мм
		Б. Отклонение от параллельности к базе А в пределах 0, 1 мм
		В. Отклонение от параллельности к базе А в пределах 0, 1 мм
		Г. Отклонение от круглости в пределах 0, 01 мм
23.	Укажите правильный порядок достижения точности замыкающего звена размерной цепи при взаимозаменяемости методом пригонки: 1. Пригонка одной из деталей по месту; 2. Обработка деталей – звеньев размерной цепи с экономичной точностью; 3. Контроль качества соединения; 4. Окончательная сборка; 5. Предварительная сборка.	**А.** 1,2,3,4,5
		Б. 5,4,3,2,1
		В. 2,1,5,3,4
		Г. 1,2,3,5,4
24.	В резьбе М24×1 цифра 1 обозначает	**А.** Наружный диаметр резьбы
		Б. Средний диаметр резьбы
		В. Внутренний диаметр резьбы
		Г. Шаг резьбы
25.	Показатели, характеризующие свойства продукции, заключающиеся в приспособленности к обнаружению причин повреждений и их устранению	**А.** Безотказность
		Б. Долговечность
		В. Ремонтопригодность
		Г. Надежность

Ответы к тестам

1 вариант		2 вариант	
1.	Г	1.	А
2.	Б	2.	А
3.	Г	3.	В
4.	А	4.	Б
5.	А	5.	В
6.	Г	6.	Г
7.	В	7.	Б
8.	Б	8.	В
9.	В	9.	Г
10.	А	10.	Г
11.	Б	11.	В
12.	Г	12.	Г
13.	А	13.	Б
14.	А	14.	В
15.	В	15.	В
16.	А	16.	В
17.	А	17.	Г
18.	Б	18.	Г
19.	А	19.	Б
20.	В	20.	В
21.	А	21.	Б
22.	В	22.	А
23.	В	23.	В
24.	В	24.	Г
25.	Г	25.	В

Приложение 2.2.15
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

Контрольно-оценочные материалы по общепрофессиональной дисциплине

ОП.10 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

2025

Контрольно-оценочные материалы разработаны на основе рабочей программы по учебной дисциплине ОП.10 «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов» для специальности среднего профессионального образования (далее СПО), **15.02.09 Аддитивные технологии.**

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Шматок С.Л., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Тестовые задания
для проведения дифференцированного зачета
по дисциплине **ОП.10 «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов»**

Критерии выставления оценок.

Количество правильных ответов в %	**Оценка**
0-49	Неудовлетворительно
50-69	Удовлетворительно
70-84	Хорошо
85-100	Отлично

Ответы на тест

№ вопроса	**Ответ**	**№ вопроса**	**Ответ**
1	б	**21**	а
2	б	**22**	а, в
3	б	**23**	б
4	в	**24**	б
5	в	**25**	а
6	в	**26**	б
7	в	**27**	а
8	а	**28**	а
9	б	**29**	б
10	г	**30**	б
11	в	**31**	в
12	б	**32**	в
13	а	**33**	в
14	б	**34**	б
15	б	**35**	а
16	в	**36**	б
17	а	**37**	б
18	г	**38**	б
19	б	**39**	б
20	б	**40**	б

Вопросы теста

1. **Что такое автоматизация проектирования технологических процессов?**

   а) Процесс ручного создания документации
   б) Применение программного обеспечения для упрощения и оптимизации проектирования
   в) Полная замена инженеров-ручных работников машинами
   г) Отсутствие любой проектной деятельности

2. **Какое программное обеспечение часто используется для автоматизации проектирования?**

   а) Microsoft Word
   б) AutoCAD
   в) Paint
   г) Excel

3. **Какова основная цель автоматизации проектирования технологических процессов?**

   а) Увеличить количество сотрудников
   б) Сэкономить время и ресурсы, повысить точность и качество проектов
   в) Упростить процесс ручного рисования чертежей
   г) Увеличить количество ошибок в проекте

4. **Какое из следующих понятий охватывает создание цифровых двойников процессов?**

   а) Технология проектирования
   б) Корпоративная система управления
   в) Инжиниринг 4.0
   г) Ручное вычисление

5. **Какой подход используется для верификации и валидации автоматизированных проектов?**

   а) Экспериментальный подход
   б) Диспетчеризация процессов
   в) Тестирование и моделирование
   г) Ручная проверка документации

6. **Какой из методов моделирования часто используется в автоматизации проектирования?**

   а) Линейное программирование
   б) Система уравнений
   в) Системы управления жизненным циклом продукта (PLM)
   г) Ручное моделирование

7. **Какое влияние автоматизация проектирования оказывает на производительность труда?**

а) Снижает производительность
б) Не влияет на производительность
в) Повышает производительность за счет уменьшения временных затрат
г) Приводит к увеличению бумажной работы

8. Каковы основные компоненты системы автоматизации проектирования?

а) Аппаратное и программное обеспечение, системы управления
б) Только программное обеспечение
в) Человеческие ресурсы
г) Устаревшие технологии

9. Что такое автоматизированное проектирование технологии?

а) Процесс ручного создания технологических схем
б) Использование компьютерных систем для проектирования технологических процессов
в) Процесс, не требующий специального программного обеспечения
г) Автоматизация только производственных операций

10. Какой из нижеперечисленных шагов не является частью методологии автоматизированного проектирования?

а) Сбор и анализ требований
б) Проектирование и моделирование
в) Внедрение испытаний в реальное производство
г) Полное игнорирование обратной связи

11. В какой из следующих областей автоматизированное проектирование особенно полезно?

а) Эстетический дизайн
б) Приготовление пищи
в) Инжиниринг и производство
г) Ручное рисование

12. Какой метод используется для повышения эффективности проектирования в автоматизированных системах?

а) Ручное проектирование
б) Методологические подходы, такие как Agile и Lean
в) Ожидание от команды творческих идей
г) Использование бумажных шаблонов

13. Что подразумевается под термином «интеграция CAD/CAE/CAM»?

а) Объединение различных технологий проектирования для повышения эффективности
б) Разделение проектных процессов на независимые блоки
в) Полное отсутствие автоматизации в проектировании
г) Использование только одного типа программного обеспечения

14. Какой из приведенных этапов является важным аспектом верификации и валидации в автоматизированном проектировании?

а) Отсутствие тестирования
б) Использование специальных программ для моделирования процессов
в) Забыть о требованиях к качеству
г) Увеличение бюрократии между отделами

15. Какое программное обеспечение чаще всего используется для автоматизированного проектирования?

а) Microsoft PowerPoint
б) SolidWorks
в) Google Docs
г) Adobe Photoshop

16. Что такое «цифровой двойник» в контексте автоматизированного проектирования?

а) Физическая копия продукта
б) Все документы по проекту
в) Виртуальная модель, отражающая характеристики и поведение объекта в реальном времени
г) Древний принцип проектирования

17. Что означает аббревиатура САПР?

а) Система автоматизированного проектирования
б) Система автоматического программирования
в) Система анализа производительности ресурсов
г) Специализированное архитектурное программное решение

18. Какие из следующих подсистем являются частью САПР?

а) CAD (Computer-Aided Design)
б) CAM (Computer-Aided Manufacturing)
в) CAE (Computer-Aided Engineering)
г) Все вышеперечисленные

19. Какое из следующих средств обеспечения чаще всего используется для обеспечения функциональности САПР?

а) Офисное программное обеспечение
б) Программные модули моделирования и симуляции
в) Антивирусные программы
г) Утилиты для редактирования изображений

20. Какова основная функция подсистемы CAD в рамках САПР?

а) Управление бизнес-процессами
б) Поддержка процессов проектирования и конструирования
в) Автоматизация бухгалтерского учета
г) Анализ финансовых показателей

21. Какой инструмент используется для проверки и верификации проектных решений в САПР?

а) Моделирование
б) Ручной расчет
в) Система документооборота
г) Офисный пакет

22. Какие из следующих технологий являются основными средствами обеспечения САПР?

а) Виртуальная реальность
б) Блокчейн
в) Искусственный интеллект
г) Операционные системы

23. Что такое программное обеспечение CAM в контексте САПР?

а) Программное обеспечение для проектирования
б) Программное обеспечение, которое поддерживает процесс производства на основе проектных данных
в) Программное обеспечение для аналитики и отчетности
г) Программное обеспечение для проектирования пользовательских интерфейсов

24. Каковая основная задача подсистемы CAE?

а) Создание графических моделей
б) Оценка прочностного анализа и функциональных характеристик инженерных решений
в) Ведение финансовых операций
г) Поддержка бизнес-планирования

25. Что означает аббревиатура САПР ТП?

а) Система автоматизированного проектирования технологических процессов
б) Система анализа процессов регулирования
в) Специализированное оборудование для автоматизации производства
г) Система автоматической проверки результатов

26. Какую основную задачу решает САПР ТП при проектировании технологических процессов?

а) Упрощение визуализации объектов
б) Оптимизация управления проектным временем и ресурсами
в) Создание художественных иллюстраций процессов
г) Формирование единого документа для всей команды

27. Логические задачи в САПР ТП могут включать:

а) Определение последовательности операций в технологическом процессе
б) Создание графического интерфейса пользователя
в) Расчет общих затрат на производство
г) Генерация случайных данных

28. Какие методы могут использоваться для решения логических задач в САПР ТП?

а) Дерево решений и комбинаторные методы
б) Участие всех сотрудников компании
в) Письменные тесты на выбор
г) Спонтанные обсуждения

29. Какое программное обеспечение обычно используется для решения логических задач в САПР ТП?

а) Графические редакторы
б) Программные среды для моделирования и симуляции (например, AnyLogic, MATLAб)
в) Офисные программы
г) Утилиты для обслуживания сети

30. Каково основное предназначение инструментов анализа в САПР ТП?

а) Создание отчетов о затратах
б) Анализ данных для оптимизации проектирования и принятия решений
в) Обработка транзакционных данных
г) Интеграция с внешними системами

31. Какую ценность имеет моделирование процессов в решении логических задач?

а) Создание неэффективных моделей
б) Условия для совершения ошибок в данных
в) Возможность заранее увидеть проблемы и оптимизировать процесс
г) Упрощение работы проектировщиков

32. Какую роль играет "цифровой двойник" в решении логических задач в САПР ТП?

а) Он служит только в качестве прототипа продукта
б) Помогает в визуализации конечного продукта, но не в логических задачах
в) Отражает реальные параметры процесса для анализа и оптимизации
г) Не имеет никакой практической функции

33. Какой из следующих методов является наиболее распространенным в автоматизированном проектировании технологических процессов?

а) Метод "мозгового штурма"
б) Метод графов
в) Метод конечных элементов
г) Метод деления задач на подзадачи

34. Какой метод автоматизированного проектирования включает в себя применение компьютерных моделей для анализа процессов?

а) Функциональный метод
б) Моделирование процессов
в) Метод "план-делай- проверяй"
г) Метод важных последствий

35. Каков основной принцип применения метода «программирования на основании правил» (rule-based programming) в САПР?

а) Использование готовых шаблонов
б) Выбор лучшего решения путем случайного отбора
в) Автоматизация проектных решений на основе заранее заданных правил и логики
г) Ручное управление каждым шагом процесса

36. Какой метод позволяет оптимизировать технологические процессы с учетом экономических факторов?

а) Метод оптимизации на базе логики
б) Экономико-математические методы
в) Качественные методы
г) Метод аналогий

37. Какое из следующих направлений является частью методов автоматизированного проектирования?

а) Технология глубокого обучения
б) Метод системного анализа
в) Метод абстрактной алгебры
г) Метод ручного проектирования

38. Что подразумевается под «интегрированной системой» в контексте автоматизированного проектирования?

а) Наличие отдельно стоящих систем, не связанных между собой
б) Система, которая включает в себя объединение различных программных и аппаратных средств для поддержки проектирования
в) Простая система учета
г) Использование только инструментов для рисования

39. Какой метод обычно используется для визуализации процессов в автоматизированном проекте?

а) Системное проектирование
б) Графическое моделирование
в) Функциональная декомпозиция
г) Сравнительный анализ

40. Каково значение метода «моделирования жизненного цикла продукта» (PLM) в контексте автоматизированного проектирования?

а) Позволяет учитывать только этап проектирования
б) Обеспечивает интеграцию процессов проектирования, производства и обслуживания в единую систему
в) Не имеет никакой практической ценности
г) Используется исключительно для маркетинга.

Приложение 2.2.16
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

Контрольно-оценочные материалы по общепрофессиональной дисциплине

ОП.11 ОСНОВЫ МЕХАТРОНИКИ

2025

Контрольно-оценочные материалы разработаны на основе рабочей программы по учебной дисциплине ОП.11 «Основы мехатроники» для специальности среднего профессионального образования (далее СПО), **15.02.09 Аддитивные технологии.**

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Шматок С.Л., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Тестовые задания
для проведения дифференцированного зачета
по дисциплине ОП.11 «Основы мехатроники»

Критерии выставления оценок.

Количество правильных ответов в %	**Оценка.**
0-49	Неудовлетворительно
50-69	Удовлетворительно
70-84	Хорошо
85-100	Отлично

Ответы на тест

№ вопроса	**Ответ**	**№ вопроса**	**Ответ**
1	а	**21**	б
2	г	**22**	г
3	б	**23**	б
4	в	**24**	а
5	г	**25**	б
6	а	**26**	б
7	б	**27**	г
8	а	**28**	в
9	б	**29**	а
10	в	**30**	б
11	в	**31**	г
12	б	**32**	г
13	а	**33**	в
14	б	**34**	б
15	б	**35**	а
16	б	**36**	б
17	б	**37**	в
18	в	**38**	г
19	б	**39**	в
20	б	**40**	б

Вопросы теста

1. Что такое мехатроника?

а) Научная дисциплина, объединяющая механики, электронику и информатику
б) Область, занимающаяся только механическими системами
в) Искусство создания роботов
г) Технология программирования

2. Какое устройство является основным компонентом в мехатронных системах?

а) Микроконтроллер
б) Сервопривод
в) Датчик
г) Все вышеперечисленные

3. Какой из следующих датчиков часто используется для измерения углового перемещения?

а) Датчик температуры
б) Инкрементальный энкодер
в) Лазерный дальномер
г) Пьезоэлектрический датчик

4. Что такое PID-регулятор?

а) Программный интерфейс
б) Устройство для измерения давления
в) Контроллер с пропорционально-интегрально-дифференциальной схемой управления
г) Система навигации

5. Какой из следующих терминов не относится к мехатронике?

а) Автоматизация
б) Искусственный интеллект
в) Биомеханика
г) Механическая обработка

6. Какой из следующих методов применяется для управления движением роботов?

а) Алгоритмы глубокого обучения
б) Прямое управление
в) Упрощённая механика
г) Системы автоматического управления

7. Какое устройство преобразует механические движения в электрические сигналы?

а) Активация
б) Датчик
в) Привод
г) Модулятор

8. Что чаще всего используется для передачи информации в мехатронных системах?

а) Электрические сигналы
б) Гидравлические жидкости
в) Воздушные потоки
г) Магнитные поля

9. Что является основной целью мехатронного модуля?

а) Упрощение конструкции механических систем
б) Объединение механики, электроники и программного обеспечения для выполнения определённых функций
в) Минимализация затрат на производство
г) Улучшение эстетики устройства

10. Какой из следующих компонентов не является частью типичной мехатронной системы?

а) Механический привод
б) Энергопитание
в) Охладительная система
г) Контроллер

11. Как называется система контроля, которая служит для управления мехатронным устройством и принимает решения на основе датчиков?

а) Механическая система
б) Система числового программного управления (ЧПУ)
в) Программируемая логическая контроллер (ПЛК)
г) Энергетическая система

12. Что из перечисленного описывает архитектуру «открытых систем»?

а) Системы, в которых все компоненты интегрированы и недоступны для модификации
б) Системы, которые могут быть легко модифицированы и дополнены новыми компонентами
в) Закрытые системы, использующие уникальные компоненты от одного производителя
г) Системы, работающие только в условиях строгого контроля качества

13. Какой из методов часто используется для моделирования мехатронных систем?

а) Математическое моделирование
б) Статический анализ
в) Экспериментальные методы
г) Никакой из перечисленных

14. Какой тип связи обычно используется для интеграции различных компонентов мехатронной системы?

а) Параллельная
б) Сериальная
в) Прямой контакт

г) Все вышеперечисленные

15. Основная особенность дистрибутивных мехатронных систем заключается в:

а) Централизованной схеме управления
б) Распределенной обработке данных и контроле
в) Упрощении конструкции
г) Использовании одинаковых компонентов

16. Какая технология чаще всего используется для обратной связи в мехатронных системах?

а) Аналоговые сигналы
б) Цифровые сигналы
в) Пневматические системы
г) Гидравлические системы

17. Какой из следующих элементов отвечает за получение информации о состоянии системы?

а) Привод
б) Датчик
в) Контроллер
г) Исполнительный механизм

18. Что такое «программируемый логический контроллер» (ПЛК)?

а) Механический компонент
б) Устройство для обработки аналоговых сигналов
в) Программируемый контроллер, использующийся для автоматизации процессов
г) Устройство для преобразования сигналов в цифровую форму

19. Какой из следующих элементов управления используется для выполнения действий на основании полученной информации?

а) Датчик
б) Привод
в) Коммуникатор
г) Системный блок

20. Какую роль играет интерфейс человека-машины (HMI) в мехатронной системе?

а) Упрощает механическую конструкцию
б) Позволяет оператору взаимодействовать с системой
в) Измеряет физические параметры
г) Управляет электропитанием системы

21. Что такое драйвер привода в мехатронной системе?

а) Элемент, определяющий функциональность датчиков
б) Устройство, обеспечивающее управление моторами и приводами
в) Принадлежность, отвечающая за пользовательский интерфейс

г) Программное обеспечение для обработки данных

22. Какой тип связи наиболее часто используется для обмена данными между компонентами на основе распределенной архитектуры?

а) Оптический
б) Беспроводной
в) Полужесткий
г) Ethernet

23. Что позволяет реализовать алгоритмы управления в мехатронной системе?

а) Исполнительные механизмы
б) Контроллеры и программное обеспечение
в) Датчики
г) Все вышеперечисленные

24. Какое устройство используется для преобразования аналоговых сигналов в цифровые?

а) Цифровой преобразователь
б) Сигнализатор
в) Микроконтроллер
г) Привод

25. Что представляет собой мехатронный модуль главного движения?

а) Устройство для управления подачей материала
б) Устройство, отвечающее за перемещение и выполнение основных операций
в) Система для мониторинга состояния продукции
г) Программное обеспечение для управления производственным процессом

26. Какой компонент обычно используется в модулях главного движения для преобразования электроэнергии в механическую?

а) Датчик
б) Сервопривод
в) Контроллер
г) Программное обеспечение

27. Какой тип механизма чаще всего применяется для подачи материалов в мехатронных системах?

а) Ременной привод
б) Редукторный привод
в) Линейный привод
г) Все вышеперечисленные

28. Какой из следующих датчиков часто используется для контроля скорости в модулях главного движения?

а) Потенциометр

б) Оптический датчик
в) Энкодер
г) Датчик давления

29. Что такое «линейный привод»?

а) Устройство, преобразующее вращательное движение в линейное
б) Устройство для подачи электроэнергии
в) Механизм, который выполняет поршневые движения
г) Устройство, отвечающее за управление скоростью

30. Какую функцию выполняет редуктор в системе модуля главного движения?

а) Управляет подачей материала
б) Изменяет скорость и момент вращения
в) Служит для охлаждения движущихся частей
г) Сигнализирует о поломках

31. Какое программное обеспечение наиболее часто используется для управления мехатронными модулями главного движения и подачи?

а) CAD-системы
б) PLM-системы
в) Низкоуровневые языки программирования
г) PLC-программирование

32. Какой из следующих методов управления обычно используется в мехатронных системах подачи?

а) Непрерывное
б) Дискретное
в) Обратное
г) Комбинированное

33. Что подразумевается под кинематическим анализом робота?

а) Изучение динамических свойств робота
б) Анализ различных типов используемого для управления роботом программного обеспечения
в) Изучение движения робота без учета сил и моментов, действующих на него
г) Оценка эффективности робота в производственном процессе

34. Что такое прямое кинематическое уравнение (PKU) в контексте робота?

а) Метод расчета силы, необходимой для движения
б) Уравнение, позволяющее определить положение рабочего органа, исходя из заданных углов суставов
в) Анализ экономической эффективности робота
г) Уравнение, описывающее движение робота в пространстве

35. Что такое обратное кинематическое уравнение (OKU)?

а) Уравнение, позволяющее определить углы суставов на основе заданного положения рабочего органа
б) Метод управления скоростью робота
в) Анализ вибраций в механических частях робота
г) Оценка потребления энергии робота

36. Какой из перечисленных типов роботов обычно имеет фиксированную базу?

а) Ручные роботы
б) Cartesian robots (картизианские роботы)
в) Мобильные роботы
г) Силовые манипуляторы

37. Какая из следующих величин не является частью кинематического анализа?

а) Углы суставов
б) Положение конечного эффектора
в) Масса робота
г) Скорость движения

38. Какой тип движения может быть описан с помощью параметров DH (Denavit-Hartenberg)?

а) Линейное
б) Вращательное
в) Параметры свободного движения
г) Все вышеперечисленные

39. Какое уравнение используется для описания движения связей в механизме робота?

а) Уравнение Эйлера
б) Уравнение движения Ньютона
в) Уравнение Лагранжа
г) Уравнение движения Роберта

40. Что такое «рабочая область» робота?

а) Максимальное количество выполняемых операций роботом
б) Пространство, которое может быть достигнуто конечным эффектором робота
в) Система управления роботом
г) Количество доступных суставов

Приложение 2.2.17
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

Контрольно-оценочные материалы по общепрофессиональной дисциплине

ОП 12. Технологическое оборудование

2025

Контрольно-оценочные материалы разработаны на основе рабочей программы по общепрофессиональной дисциплине ОП.12 «Технологическое оборудование» для специальности среднего профессионального образования (далее СПО), **15.02.09 Аддитивные технологии.**

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Ринейская Я.В., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Тестовые задания
для проведения дифференцированного зачета
по дисциплине ОП 12 «Технологическое оборудование»

Критерий выставления оценки:

Количество правильных ответов в %	Оценка
0 -49	Неудовлетворительно
50 – 69	Удовлетворительно
70 – 84	Хорошо
85 - 100	Отлично

Ответы на тест

№ вопроса	ответ	№ вопроса	ответ	№ вопроса	ответ
1	**б**	**10**	**в**	**19**	**в**
2	**г**	**11**	**г**	**20**	**в**
3	**в**	**12**	**г**	**21**	**б**
4	**б**	**13**	**в**	**22**	**б**
5	**в**	**14**	**в**	**23**	**г**
6	**б**	**15**	**а**	**24**	**б**
7	**в**	**16**	**б**	**25**	**в**
8	**в**	**17**	**а**		
9	**б**	**18**	**г**		

Вопросы теста

1. На сколько групп разделяют металлорежущие станки в зависимости от вида обработки?
а) 10
б) 9
в) 8
г) 7

2. Как обозначаются (в конце цифровой части) станки особо высокой точности?
а) Н
б) П
в) В
г) А

3. Обработкой резанием является:
а) резка ножницами;
б) волочение;
в) точение
г) калибровка поковок.

4. Что называется металлорежущим станком?
а) Технологическая машина для получения детали из металла;
б) Технологическая машина для получения детали путем снятия стружки;
в) Технологическая машина для получения заданных размеров и формы;
г) Технологическая машина для нагрева заготовки.

5. Как называется металлорежущий станок для выполнения различных видов обработки резанием, оснащенный ЧПУ, и автоматической сменой инструмента?
а) револьверный;
б) агрегатный;
в) обрабатывающий центр;
г) универсальный.

6. Как называется станок, который компонуют из нормализованных и частично специальных узлов и деталей путем объединения их в единый рабочий комплекс с общей системой управления и контроля?
а) револьверный;
б) агрегатный;
в) обрабатывающий центр;
г) универсальный.

7. Для чего применяются муфты обгона?
а) Для периодического соединения валов;
б) Для жесткого соединения валов;
в) Для передачи валу различных по частоте вращений без выключения основной цепи;
г) Для защиты вала от перегрузок.

8. Как называется движение инструмента или заготовки, имеющее наибольшую скорость?
а) вспомогательное движение;
б) движение подачи;
в) движение резания;

г) движение обката.

9. Как называется движение инструмента или заготовки, необходимое для снятия стружки со всей заготовки?
а) вспомогательное движение;
б) движение подачи;
в) движение резания;
г) движение обката.

10. Назначение универсальной делительной головки
а) закрепление заготовки;
б) закрепление инструмента;
в) деление окружности заготовки на части;
г) вращение инструмента.

11. На каких станках движение подачи выражается в мм/зуб?
а) сверлильных;
б) протяжных;
в) шлифовальных;
г) фрезерных.

12. Какие станки токарной группы самые универсальные?
а) токарные;
б) токарно-карусельные;
в) токарно-револьверные;
г) токарно-винторезные.

13. Главное назначение токарных станков
а) обработка корпусных деталей;
б) нарезание резьбы;
в) обработка тел вращения;
г) отрезание заготовок.
14. С какой целью используются карусельные станки?
а) обработка корпусных деталей;
б) обработка плоскостей;
в) обработка крупных деталей – тел вращения большого диаметра;
г) обработка деталей типа вал.

15. Основной параметр токарных станков.
а) наибольший диаметр изделия над станиной;
б) расстояние между центрами;
в) габаритные размеры;
г) наибольшая частота вращения шпинделя.

16. Основной параметр фрезерных станков
а) наибольший диаметр фрезы;
б) ширина стола;
в) габаритные размеры;
г) наибольшая частота вращения шпинделя.

17. Основной параметр сверлильных станков
а) наибольший диаметр сверла;

б) размер стола;
в) габаритные размеры;
г) наибольшая частота вращения шпинделя.

18. Основной параметр продольно-строгального станка
а) длина строгания;
б) ширина стола;
в) длина стола;
г) ширина изделия.
19. Основной параметр круглошлифовальных станков
а) Наибольший диаметр шлифовального круга;
б) Наибольшая длина обрабатываемого изделия;
в) Наибольший диаметр устанавливаемого изделия;
г) наибольшая ширина шлифовального круга

20. Назначение суппорта.
а) закрепление заготовки;
б) перемещение заготовки;
в) перемещение инструмента;
г) вращение инструмента.

21. Тип производства, при котором выгодно использовать токарно-револьверные станки
а) единичное;
б) серийное;
в) массовое;
г) индивидуальное.

22. Где крепится заготовка на горизонтально-расточных станках?
а) на планшайбе;
б) на столе;
в) в шпинделе;
г) на суппорте

23. На каком станке можно нарезать резьбу резцом?
а) на строгальном;
б) на долбежном;
в) на токарно-револьверном;
г) на токарно-винторезном.

24. Каким методом ведется формообразование зубчатых колес на зубофрезерных станках?
а) копирования;
б) обката;
в) наката;
г) слежения.

25. На каком станке можно исправить погрешность формы детали?
а) на шлифовальном;
б) на притирочном;
в) на хонинговальном.

Приложение 2.2.18
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

КОМПЛЕКТ
КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ
по ДИСЦИПЛИНЕ

ОП 13 Основы организации производства (основы экономики, права и управления)

2025

Контрольно-оценочные материалы разработаны на основе рабочей программы по ОП 13 «Основы организации производства (основы экономики, права и управления)» и с учетом Федерального государственного образовательного стандарта для специальности среднего профессионального образования (далее СПО) 15.02.09 Аддитивные технологии.

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Алексашина С.О., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

ТЕСТ 1

Укажите правильный вариант ответа

1.1. Что такое товарная продукция?
А. Весь объем выпуска
Б. Объем выпуска готовой продукции
В. Товары и услуги

1.2. Что такое валовая продукция?
А. Объем товарной продукции
Б. Незавершенное производство
В. Сумма объема товарной продукции и изменения
незавершенного производства

1.3. Что представляет собой объем реализации?
А. Выручка предприятия
Б. Выручка за продукцию и услуги с утерей права собственности
В. Объем продаж

1.4. Что входит в состав номенклатуры производства?
А. Весь перечень производимой продукции, работ и услуг
Б. Укрупненный перечень видов (наименований) продукции и услуг
В. Высший руководящий состав предприятия

1.5. Что входит в состав ассортимента производимой продукции, работ и услуг?
А. Укрупненный перечень видов (наименований)
Б. Весь перечень наименований
В. Весь перечень наименований с указанием качественных характеристик

1.6. Что такое качество продукции?
А. Совокупность характеристик объекта по способности удовлетворять потребности человека в соответствии с назначением
Б. Отсутствие бракованных изделий
В. Отсутствие недостатков в продукции

1.7. Что не относится к единичным показателям качества?
А. Долговечность
Б. Вес
В. Размеры
Г. Цвет

1.8. Что относится к комплексным показателям качества?
А. Эргономичность
Б. Назначение
В. Уровень стандартизации
Г. Срок службы

1.9. В каких документах раскрываются показатели качества?
А. Технические условия
Б. Правила и нормы

В. Стандарты

1.10. Для чего проводится сертификация продукции?
А. Для удостоверения соответствия качества нормативам назначения
Б. Для подтверждения соответствия свойств продукции нормативным документам
В. Для подтверждения соответствия качества

ТЕСТ 2

укажите правильный вариант ответа

2.1. **Что из перечисленного не относится к резервам экстенсивного использования оборудования?**
А. Сокращение простоев оборудования
Б. Повышение коэффициента сменности
В. Снижение удельного веса недействующего оборудования
Г. Приобретение нового, более производительного оборудования

2.2. Фондоотдача определяется делением выпуска продукции на основные фонды. Как при этом исчисляется стоимость основных фондов?
А. На начало года
Б. На конец года
В. Как среднегодовая их стоимость

2.3. Какой из методов оценки ОПФ объективно отражает их стоимость на данный момент времени?
А. По первоначальной стоимости
Б. По восстановительной стоимости
В. По остаточной первоначальной стоимости
Г. По остаточной восстановительной стоимости

2.4. Машиностроительный завод реализовал на сторону излишнее оборудование. Как отреагирует на это показатель фондоотдачи?
А. Повысится
Б. Понизится
В. Останется без изменения

2.5. За счет лучшего использования, какой части основных фондов в основном происходит рост фондоотдачи на предприятии?
А. Зданий
Б. Сооружений
В. Рабочих машин
Г. Транспортных средств5
Д. Всех перечисленных выше

2.6. Кем устанавливаются нормы амортизационных отчислений?
А. Предприятием самостоятельно
Б. Министерствами
В. Правительством Российской Федерации

2.7. Что неправильно отнесено к стоимости основных фондов машиностроительного предприятия?
А. Здания
Б. Оборудование, установленное в цехе
В. Оборудование на складе готовой продукции
Г. Транспортные средства

2.8. Как определяется восстановительная стоимость основных
фондов?
А. Ежегодно
Б. Периодически по особым решениям Правительства
РФ
В. Через каждый 51 год

2.9. Что такое восстановительная стоимость оборудования?
А. Стоимость оборудования после ремонта
Б. Стоимость оборудования с учетом износа
В. Стоимость приобретения оборудования в действующих в настоящее время ценах.

2.10.Норма амортизации здания 2%. Чему равен нормативный срок
службы этого здания?
А. Рассчитать его невозможно, не хватает данных
Б. 50 лет
В. 100 лет
Г. 200 лет

2.11.Основные фонды — это часть имущества, используемого в качестве:
А. предметов труда
Б. средств труда
В. рабочей силы

2.12.Восстановительная стоимость — это первоначальная стоимость:
А. в ценах и условиях прошлого периода времени
Б. в ценах и условиях будущего периода времени
В. в ценах и условиях данного периода времени

2.13. Что такое основные фонды?
А. Часть производственных фондов, которая вещественно воплощена в средствах труда, сохраняет в течение
длительного времени свою натуральную форму и возмещается только после проведения нескольких производственных циклов
Б. Определение близко к определению оборотных средств (фондов)
В. Экономическая категория: основные фонды в денежном выражении представляют собой основные средства
Г. Сами предметы труда, непосредственно участвующие в процессе производства

2.14.Перечислите основные экономические показатели, которые
используются при оценке основных фондов.
А. Показатели интенсивности использования основных фондов
Б. Показатели использования производственных площадей и сооружений
В. Показатели фондоотдачи основных фондов и норма
рентабельности

Г. При оценке основных фондов используются показатели, перечисленные в пунктах А, Б и В

ТЕСТ 3

укажите правильный вариант ответа

3.1. Что включают в понятие «оборотные фонды предприятия»?

А. Основные и вспомогательные материалы, полуфабрикаты собственного производства, покупные полуфабрикаты, комплектующие изделия

Б. Часть средств производства, которые участвуют в производственном цикле один раз и полностью переносят свою стоимость на себестоимость изготовляемой продукции

В. Средства производства, многократно участвующие в процессе производства и переносящие свою стоимость на себестоимость выпускаемой продукции

Г. Орудия труда, многократно участвующие в производственном цикле и переносящие свою стоимость на себестоимость готовой продукции не сразу, а по частям, по мере изнашивания

Д. Предметы труда, необходимые для изготовления продукции

3.2. Какие материально-вещественные элементы входят в состав оборотных производственных фондов предприятия?

А. Производственные запасы сырья, материалов, полуфабрикатов, покупных изделий, запасных частей, топливо, незавершенное производство, расходы будущих периодов

Б. Станки, агрегаты, приспособления, тара, стеллажи

В. Готовая продукция, денежные средства в кассе, на расчетном счете предприятия

Г. Прибыль предприятия, задолженность поставщикам

З**.3. Что такое минимальный запас?**

А. Величина запаса, при котором необходимо размещать заказ на закупку новой партии

Б. Величина запаса, учитывающая случайные отклонения сроков поставки и объема потребления

В. Оптимальная величина партии поставки

Г. Другое

3.4. От чего зависит коэффициент оборачиваемости запасов для определенного периода?

А. От начального и конечного запасов

Б. От среднего запаса

В. От себестоимости реализуемой продукции и среднего запаса

Г. От всего вышеперечисленного

3.5. Что такое оборотный капитал?

А. Часть капитала предприятия, которая видоизменяется в производственном цикле и цикле обмена и выступает в виде производственных запасов, дебиторской задолженности, денежных средств и ценных бумаг

Б. Чистая стоимость активов физического или юридического лица за минусом суммы обязательств

В. Часть капитала предприятия, представляющая собой совокупность материально-вещественных элементов длительного функционирования

Г. Часть авансированного капитала, затраченная на покупку предметов труда

3.6. Что из перечисленного относится к фондам обращения?

А. Материальные ресурсы предприятия, отрасли

Б. Транспортные средства предприятия, производственные здания, сооружения

В. Готовые изделия, продукция отгруженная, находящаяся в пути, денежные средства в акциях, на расчетном счете, в кассе, все виды задолженности
Г. Прибыль

3.7. Что из перечисленного входит в состав оборотных средств предприятия?
А. Запасы материалов, запасных частей, топлива, готовой продукции на складе
Б. Оборотные фонды и фонды обращения
В. Незавершенное производство, готовая продукция на складе
Г. Оборудование цехов, готовая продукция на складе
Д. Производственные запасы, незавершенное производство, расходы будущих периодов

3.8. Что из перечисленного относится к незавершенному производству?
А. Предметы труда, которые еще не вступили в производственный процесс
Б. Предметы труда, которые уже вступили в производственный процесс, но еще находятся в стадии обработки
В. Предметы труда, которые находятся на предприятии в определенном размере, обеспечивающем непрерывность производственного цикла
Г. Затраты, связанные с подготовкой производства новых видов продукции и их освоением

3.9. Что характеризует коэффициент оборачиваемости оборотных средств?
А. Уровень технической оснащенности труда
Б. Интенсивность использования оборотных средств
В. Среднюю длительность одного оборота
Г. Размер реализованной продукции, приходящейся на 1 руб. производственных фондов

3.10.Какой показатель характеризует материалоемкость продукции?
А. Технический уровень производства
Б. Общий вес материалов на изготовление одного изделия
В. Нормы расходов материалов на изготовление продукции
Г. Экономное использование материалов

3.11.Какие показатели характеризуют эффективность использования оборотных средств?
А. Прибыль, рентабельность производства
Б. Фондоотдача, фондоемкость продукции, фондовооруженность труда
В. Коэффициент оборачиваемости, средняя продолжительность одного оборота
Г. Уровень отдачи оборотных средств

3.12.Какую стадию проходят в своем движении оборотные средства?
А. Денежную
Б. Производительную
В. Товарную
Г. Все вышеперечисленные

ТЕСТ 4

укажите правильный вариант ответа

4.1. Кто из перечисленных профессий не относится к категории рабочих?
А. Рабочие

Б. Служащие
В. Слесарь - ремонтник

4.2. Что такое профессия?
А. Род трудовой деятельности, требующий специальной подготовки и являющийся источником существования
Б. Специальность, являющаяся источником существования
В. Любая работа, которую может выполнять работник

4.3. Какие физические лица являются рабочими?
А. Выполняющие работу
Б. Непосредственно занятые производством продуктов труда

4.4. Какие работники относятся к категории служащих?
А. Преимущественно умственного труда, обеспечивающие управление производством продуктов труда
Б. Состоящие на службе у хозяина предприятия

4.5. Какие из перечисленных должностей относятся к категории «руководитель»?
А. Директор
Б. Заместители директора
Г. Старшие инженеры
Д. Начальники цехов

4.6. Что такое списочная численность кадров?
А. Численность кадров по списку
Б. Численность кадров по списку на определенную дату
с учетом принятых и уволенных на эту дату
В. Количество работников, являющихся на работу в течение месяца

4.7. Как определяется коэффициент общего оборота кадров?
А. Отношением суммарного числа принятых и выбывших за отчетный период работников к среднесписочной численности
Б. Отношением суммарного числа принятых и выбывших за отчетный период работников к списочной численности

4.8. Что такое производительность труда?
А. Выработка продукции в единицу времени
Б. Затраты труда на единицу продукции
В. Степень плодотворной деятельности людей, определяемая показателями выработки и трудоемкости

4.9. Что представляет собой выработка?
А. Затраты труда на выпуск продукции
Б. Общее количество произведенной предприятием продукции

4.10. Определите понятие «трудоемкость».
А. Затраты труда на единицу продукции
Б. Затраты материальных средств на единицу труда

ТЕСТ 5

укажите правильный вариант ответа

5.1. Рост какого показателя стимулирует заработная плата, являющаяся формой вознаграждения за труд?

А. Производительности труда
Б. Фондоотдачи
В. Материалоемкости

5.2. Укажите принципы организации оплаты труда.

А. Оплата в зависимости от количества труда
Б. Дифференциация заработной платы в зависимости от квалификации работников и условий труда
В. Повышение реальной заработной платы
Г. Превышение темпов роста производительности труда над темпами роста заработной платы
Д. Сочетание материальной заинтересованности с материальной ответственностью

5.3. Назовите основные элементы организации оплаты труда на предприятии.

А. Формы и системы оплаты труда
Б. Нормативы по труду
В. Нормативы по заработной плате
Г. Система надбавок, доплат и выплат социального характера

5.4. Какие формы оплаты труда вызнаете?

А. Сдельная
Б. Повременная
В. Окладная
Г. Аккордная

5.5. Назовите основные элементы тарифной системы оплаты труда.

А. Тарифные сетки
Б. Тарифные ставки
В. Должностные инструкции
Г. Тарифно- квалификационные справочники
Д. Доплаты к тарифным ставкам

5.6. В каких случаях целесообразно применять сдельную форму оплаты труда?

А. При наличии количественных показателей работы
Б. При возможности точного учета качества работы
В. При необходимости стимулирования увеличения выработки

5.7. В каких случаях целесообразно применять повременную форму оплаты труда?

А. Если отсутствуют количественные показатели выработки
Б. При условии обеспечения высокого качества работ
В. При наличии нормативов трудоемкости
Г. При выполнении работ по обслуживанию
Д. Когда труд работников не поддается точному нормированию

5.8. Что такое сдельно-премиальная оплата труда?

А. Заработок плюс премия
Б. Заработок плюс повышенная премия

В. Заработок плюс пониженная премия

5.9. Как определяется расценка?
А. Умножением тарифной ставки на норму времени
Б. Умножением тарифной ставки на норму выработки
В. Делением нормы выработки на тарифную ставку
Г. Делением тарифной ставки на норму времени

5.10.Как определяется плановая величина фонда заработной платы?
А. Произведением численности работающих на заработную плату одного работающего
Б. Делением численности работающих на тарифную ставку одного работающего

5.11.Какой орган управления устанавливает состав фонда заработной платы?
А. Дирекция предприятия
Б. Госкомстат Российской Федерации
В. Правительство Российской Федерации

ТЕСТ 6

6.1. Установите соответствие:

1. Себестоимость продукции	А. Экономически однородные затраты, которые отражают распределение затрат независимо от формы использования в производстве того или иного вида продукции и места осуществления затрат
2. Стоимость	
3. Экономические элементы затрат	
4. Статьи калькуляции	
5. Производственные затраты	
6. Внепроизводственные расходы	Б. Затраты по реализации продукции
	В. Разнородные в экономическом смысле затраты
	Г. Денежное выражение текущих издержек производства
	Д. Затраты непосредственно связанные с изготовлением вида заказа
	Е. Общественные издержки

укажите правильный вариант ответа

6.2. Для чего служит классификация по калькуляционным статьям расходов?
А. Для определения цены на заготовку деталей, узлов
Б. Для исчисления прямых и косвенных расходов
В. Для расчета себестоимости единицы конкретного вида продукции
Г**.** Основой для составления сметы затрат на производство

6.3. Какие затраты относятся к группировке затрат по экономическим элементам?
А. Затраты на топливо и энергию на технологические цели
Б. Затраты на основную заработную плату производственных рабочих
В. Затраты на амортизацию
Г. Расходы на подготовку и освоение производства

Д. Затраты на дополнительную заработную плату производственных рабочих

6.4. Какие затраты входят в группировку затрат по статьям калькуляции?
А. Затраты на сырье и основные материалы
Б. Затраты на оплату труда
В. Затраты на амортизацию основных производственных
фондов
Г. Затраты на топливо и энергию на технологические
цели
Д. Затраты на вспомогательные материалы

6.5. К какому виду группировки затрат относятся затраты на оплату труда?
А. Группировка затрат по экономическим элементам
Б. Группировка затрат по калькуляционным статьям
6.6. Какие затраты относятся к затратам на управление и организацию производства в себестоимости продукции?
А. Прямые
Б. Косвенные
В. Переменные
Г. Постоянные
Д. По обслуживанию оборудования

6.7. Найдите затраты, ошибочно включенные в цеховые расходы.
А. Амортизация здания цеха
Б. Заработная плата технолога цеха
В. Заработная плата слесаря-ремонтника

6.8. Укажите расходы, ошибочно включенные в смету расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.
А. Заработная плата вспомогательных рабочих
Б. Амортизация оборудования
В. Двигательная энергия
Г. Заработная плата работников цеховой лаборатории

6.9. Какие из приведенных затрат относятся к прямым?
А. Затраты, связанные с работой предприятия
Б. Затраты, связанные непосредственно с изготовлением конкретного вида продукции

6.10.Какие из перечисленных затрат неправильно отнесены к себестоимости продукции основного производства?
А. Затраты на подготовку и освоение производства новых видов продукции
Б. Затраты, непосредственно связанные с производством продукции
В. Сбытовые расходы
Г. Расходы, связанные с обслуживанием культурно-бытовых объектов предприятия

6.11.Какие расходные относятся к переменным?
А. Затраты на сырье и основные материалы
Б. Основная заработная плата производственных рабочих
В. Расходы по подготовке производства
Г. Цеховые расходы

6.12.Укажите комплексные статьи расходов.

А. Сырье и основные материалы
Б. Дополнительная заработная плата производственных рабочих
В. Цеховые расходы
Г. Топливо и энергия на технологические нужды

6.13.Какие из приведенных ниже затрат относятся к условно-постоянным?
А. Затраты на сырье и основные материалы
Б. Основная заработная плата производственных рабочих
В. Заработная плата управленческого персонала
6.14. Какой метод учета затрат следует применять в индивидуальном и мелкосерийном производстве сложных изделий, а также при производстве опытных, экспериментальных, ремонтных и тому подобных работ?
А. Нормативный
Б. Попередельный
В. Позаказный

6.15.Какой метод учета затрат следует применять при массовом и серийном производстве разнообразной и сложной продукции, состоящей из большого количества деталей и узлов?
А. Нормативный
Б. Попередельный
В. Позаказный

6.16.Какой метод учета затрат следует применять в условиях непрерывного и, как правило, краткого технологического процесса или ряда последовательных производственных процессов, каждый из которых или группа которых составляет отдельные самостоятельные переделы (фазы, стадии) производства?
А. Нормативный
Б. Попередельный
В. Позаказный

6.17.Что служит основой для исчисления фактической себестоимости выпускаемой продукции при нормативном методе учета?
А. Производственные отчеты с приложенными первичными документами
Б. Калькуляции нормативной себестоимости
В. Распоряжения заведующего производством
6.18.Как учитываются затраты на производство продукции при попередельном методе учета?
А. По цехам (переделам, фазам, стадиям) и статьям расходов
Б. По видам выпускаемой продукции
В. По моменту передачи на склад готовой продукции
затрат?

6.19.Когда определяется фактическая себестоимость единицы изделий или работ при использовании позаказного метода учета
А. В момент возникновения затрат
Б. На первое число следующего месяца
В. После выполнения заказа

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

Тест 1

1.1. Б	1.4. Б	1.7. Б, Г	1.10. Б
1.2. В	1.5. Б	1.8. А, Б, В	
1.3. Б	1.6. А	1.9. А, Б	

Тест 2

2.1. В, Г	2.5. А	2.9. В	2.13. А
2.2. В	2.6. А	2.10. Б	2.14. Г
2.3. Б	2.7. В	2.11. Б	
2.4. А	2.8. А	2.12. В	

Тест 3

3.1.Б	3.4 В	3.7.Б	3.10.В
3.2.А	3.5.А	3.8.Б	3.11.В
3.3.В	3.6.В	3.9.Б	3.12. Г

Тест 4

4.1.В	4.4.А	4.7.А	4.10.А
4.2.А	4.5.А, Б, В, Д	4.8.В	
4.3.Б	4.6.Б	4.9.А	

Тест 5

5.1.А	5.4. А, Б	5.7.А, Б, Г, Д	5.10.А
5.2.А, Б, Г, Д	5.5. А, Б, Г, Д	5.8.А	5.11.Б
5.3.А, В, Г	5.6. А, В	5.9.В	

Тест 6

6.1. 1–Г, 2–Е, 3–А, 4–В, 5–Д, 6–Б.

6.2.В	6.7. В	6.12.В	6.17.Б
6.3.В	6.8.Б, В, Г	6.13.В	6.18.А
6.4. Г	6.9. Б	6.14.В	6.19.Б
6.5.А	6.10.А, В, Г	6.15.А	
6.6. Г	6.11.В, Г	6.16.Б	

Приложение 2.2.19
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОП.14 Охрана труда

2025

Контрольно-оценочные материалы разработаны на основе рабочей программы по дисциплине «ОП.14 Охрана труда» для специальности среднего профессионального образования 15.02.09 Аддитивные технологии.

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Лебедева Е.К., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Задания к дифференцированному зачету
по дисциплине «Охрана труда»

1. Сформулируйте основные термины дисциплины охраны труда.
2. Определите влияние параметров микроклимата на организм человека.
3. Перечислите и дайте анализ электрических травм.
4. Опишите порядок предоставления льгот и компенсаций работника, занятого на тяжелых работах и работах с вредными и опасными условиями труда.
5. Перечислите несчастные случаи, связанные с производством, когда составляется акт по форме Н-1.
6. Опишите порядок возмещения ущерба, причиненного здоровью работника, связанного с выполнением им трудовых обязанностей.
7. Приведите факторы, воздействующие на степень поражения электротоком.
8. Дайте определение средствам индивидуальной защиты (СИЗ) и перечислите требования, предъявляемые к СИЗ.
9. Сформулируйте понятие несчастного случая. Назовите основные причины производственного травматизма и профессиональных заболеваний.
10. Назовите стадии рассмотрения коллективного трудового спора.
11. Перечислите виды вредных и производственных факторов.
12. Назовите основные виды знаков безопасности и их назначение.
13. Дайте характеристику шуму как вредному производственному фактору.
14. Назовите документы, являющиеся основными правовыми актами по охране труда в РФ.
15. Перечислите меры профилактики производственного травматизма.

Приложение 2.2.20
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

КОМПЛЕКТ
КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ОП.15 Психология общения

2025

Контрольно-оценочные материалы разработаны на основе рабочей программы по **ОП.15 Психология общения** для специальности среднего профессионального образования (далее СПО), входящей в состав укрупнённой группы профессий **15.02.09**. **аддитивные технологии**

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Имамбаева Л.М., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Вопросы для зачета по предмету «Психология общения»
Вариант 1

Общение как восприятие и понимание людьми друг друга

1. Дайте определение понятию «социальной перцепции».

2. Назовите не менее трех факторов или особенностей, влияющих на восприятие и оценку людьми друг друга.

3. Кратко раскрыть 3 схемы формирования первичного впечатления:

а) фактор привлекательности;

б) фактор превосходства;

в) фактор отношения к нам

4. Правильно распределить механизмы познания и понимания людьми друг друга:

а) постижение эмоционального состояния другого человека, понимание его эмоций, чувств и переживаний:

б) форма познания другого человека, основанная на формировании привязанности, устойчивого позитивного чувства к нему;

в) наиболее простой способ понимания другого человека через уподобление себя ему.

А) каузальная атрибуция; Б) идентификация;

В) эмпатия; Г) подражание;

5. Дайте 3 определения оставшихся механизмов понимания.

Как называется механизм интерпретации поступков и чувств другого человека, выяснение причин поведения другого человека?

Каковы закономерности механизма прогнозирования поведения человека?

Как называется механизм познания самого себя?

Возможно ли общение без перцептивной стороны? Объясните свой ответ.

Что такое интроверсия и экстраверсия?

Виды общения.

Общение как взаимодействие.

6. Распределить аспекты общения:

а) осознанный образ предвосхищаемого результата, на достижение которого направлено действие человека;

б) способы кодирования, передачи, переработки и расшифровки информации;

в) информация, передаваемая в межиндивидуальных контактах от одного к другому.

А) содержание; В) средства; С) цели.

7. Привести конкретные примеры данных мотивов, побуждающих человека взаимодействовать с окружающими:

а) мотив кооперации;

б) мотив конкуренции;

в) альтруистический мотив

8. Правильно назвать типы или стратегии поведения:

а) партнеры мешают друг другу, препятствуют достижению целей каждого;

б) собеседники взаимно избегают друг друга;

в) партнеры помогают друг другу, способствуют достижению общих целей;

г) один собеседник содействует, помогает другому, а второй активно ему противодействует.

9. Какие еще виды взаимодействия или формы поведения вам известны? Один из них раскрыть.

10. В чем заключается эффект контраста и эффект ассимиляции?

11. Для чего необходимо создание доброжелательной атмосферы при установлении контакта?

12.Что такое интеракция?

13. Основные понятия, элементы, функции и структура коммуникаций.

Общение как коммуникация

14. Общение - это:

а) склонность человека входить в контакт с другими людьми, потребность находиться в обществе и взаимодействовать;

б) процесс установления контактов между людьми, включающий в себя обмен информацией, выработку единой стратегии взаимодействия, восприятия и понимания других;

в) процесс непосредственного или опосредованного воздействия друг на друга, порождающий их взаимную обусловленность и связь.

15. Назовите стороны общения:

а) организация взаимодействия между общающимися участниками общения, построение общей стратегии поведения;

б) обмен информацией между общающимися индивидами, выработка единой точки зрения;

в) процесс восприятия и понимания друг друга, установление эмоциональных отношений.

16. В чем проявляется взаимосвязь общения и деятельности?

17. Назовите виды общения по содержанию:

а) обмен предметами и продуктами деятельности, которые служат средством удовлетворения актуальных потребностей;

б) обмен психическими и физическими состояниями;

в) обмен побуждениями, целями, интересами, потребностями;

г) обмен действиями, умениями, навыками;

д) обмен знаниями, информацией.

18. Назовите функции общения:

а) функция общения, стимулирующая активность собеседника;

б) функция общения, цель которой - обмен сообщениями, мнениями, замыслами, решениями;

в) обмен эмоциями, изменение с помощью партнера собственных состояний, переживаний.

19. Как вы понимаете? Конгруэнтный человек - это...

Конфликты в общении

20. Перечислите 5 стратегий поведения в продуктивном конфликте.

21. Какая стратегия характерна для вас?

22. Охарактеризуйте структурный метод устранения конфликта

Вопросы для зачета по предмету «Психология общения»

Вариант 2

Проявление индивидуальных особенностей личности в деловом общении.

1.Эмоциональное состояние собеседника мы определяем:
а) по вербальным средствам общения
б) по невербальным средствам общения
в) оба ответа верны
г) оба ответа неверны

2. Волевые действия проявляются в умении:
а) контролировать свои эмоции
б) сдерживать себя
в) проявлять терпение
г) все ответы верны
д) все ответы неверны

3. Проявление эмоций зависит:
а) от воспитания
б) от темперамента
в) от привычек
г) от принятых правил приличия
д) все ответы верны
е) все ответы неверны

4. Мимика и пантомимика:
а) помогают общению
б) препятствуют общению
в) ни помогают, ни препятствуют

5. Укажите правильный ответ. Научные работы по клонированию
сопровождаются:
а) интеллектуальными чувствами
б) нравственными
в) эстетическими
г) все ответы верны
д) все ответы неверны
Выбор ответа аргументируйте.

6. Для какого типа темперамента характерно устойчивое, жизнерадостное настроение?
а) для холерика
б) для сангвиника
в) для флегматика
г) для меланхолика

7. Опишите эмоции холерика, флегматика, сангвиника, меланхолика.

8. Что означают выражения: «Смотреть сквозь розовые очки», «Видеть всё в темном цвете?»

9. Какие виды эмоций проявляются в следующих ситуациях?
а) «Что-то я сегодня не в духе», - говорит коллега после неудачного разговора с клиентом
б) «Две недели назад видел уникальную марку. Как бы я хотел купить её для своей коллекции, даже начал копить деньги» (из разговора двух приятелей)
в) В конфликтной ситуации подчиненный резко встал со стула и отшвырнул его в сторону

10. Эмоции, при которых у человека «всё в руках горит», он «готов свернуть горы»:
а) астенические
б) стенические

11. Из предложенных определений выберите те, которые по смыслу соответствуют:
а) эмоциям, б) настроению, в) страсти, г) аффекту.
а) Сильное кратковременное эмоциональное состояние, возникшее внезапно.
б) Яркое, сильное, возможно длительное эмоциональное состояние, направленное на удовлетворение потребностей.
в) Длительное эмоциональное состояние, окрашивающее действия, мысли и поведение человека.
г) Выражение в переживании отношения человека к окружающей действительности и к самому себе.

12. Высокий уровень развития специальных способностей называют:
а) одаренностью
б) талантливостью

13. Человек появляется на свет:
а) с общими способностями
б) с задатками
в) со специальными способностями

14. Способности проявляются:
а) в знаниях, умениях, навыках
б) в динамике приобретения знаний, умений, навыков

15. Индивидуально- психологические особенности личности, которые проявляются в конкретной сфере и являются условием успешной работы в ней, характеризуют:
а) темперамент
б) волю
в) способности

16. Закончите предложения, которые соответствуют вашему характеру.
а) Мне трудно назвать себя волевым человеком потому, что...
б) Мои друзья считают меня волевым человеком из-за того, что...
в) Я считаю себя волевым человеком потому, что...
г) Некоторые знакомые называют меня безвольным из-за того, что...
Для того чтобы дать обоснованный ответ, проанализируйте основные волевые качества человека.

17. В течение пяти лет девушка поступала в один и тот же институт и каждый год не набирали нужного количества проходных баллов. Но на пятый год поступления её мечта осуществилась. Какие основные волевые качества преобладали у девушки?
Ответ обоснуйте.

18. Волевое качество человека, направленное на активное, старательное и систематическое исполнение принятых решений, - это:

а) настойчивость
б) самостоятельность
в) исполнительность

19. Из предложенных определений выберите те, которые по смыслу соответствуют:
а) целеустремленности;
б) самообладанию;
в) самостоятельности;
г) решительности;
д) настойчивости.
1) Умение человека принимать своевременные, обоснованные и твердые решения и претворять их в жизнь.
2) Волевое качество, благодаря которому человек может мобилизовать свои силы для относительно длительной борьбы с трудностями, встречающимися при достижении целей.
3) Умение не поддаваться влиянию различных факторов, которые могут отвлечь человека от достижения поставленной цели.
4) Волевое качество, помогающее людям управлять своими мыслями, чувствами, действиями и поступками.
5) Способность человека подчинять свои действия целям, которые необходимо достигнуть.

20. Вспомните уроки литературы и охарактеризуйте образ «лишнего человека» с позиции основных этапов волевого процесса.

21. Решительный и торопливый- это синонимы?
а) да
б) нет
Ответ поясните (для этого воспользуйтесь словарями).

22. Сознательное регулирование человеком своего поведения и деятельности, выраженное в умении преодолевать внутренние и внешние трудности при совершении целенаправленных действий,- это:
а) темперамент
б) характер
в) воля

Список литературы.

Основные источники

1**.** Корягина М.А., Антонова Н.В. Психология общения**.** М.: Изд. Юрайт, 2019
2. Корягина М.А., Антонова Н.В. Социальная психология. М.: Изд. Юрайт, 2019
3. Кузнецов И.Н. Деловое общение. Ростов н/Д: Феникс, 2018
4. Панфилова А.П. Психология общения. М.: ОИЦ «Академия», 2018.
5. Панфилова А.П. Теория и практика общения. - М.: «Академия», 2019.
6.Столяренко Л.Д. Психология общения: учебник / Л.Д.Столяренко, С.И.Самыгин. Изд. 2-е. – Ростов н/Д: Феникс, 2017. (Среднее профессиональное образование).

Дополнительные источники:

1. Анцупов А.Я., Баклановский С.В. Конфликтология: учебное пособие. СПб: Питер, 2018
2. Зарецкая И.И. Основы этики и психологии делового общения: учеб.пособие для студ.учреждений сред.проф.образования / И.И.Зарецкая. – М.: Оникс, 2018.
3. Майерс Д. Социальная психология. СПб.: Питер, 2019

Интернет-ресурсы:
- http://claw.ru/ - Образовательный портал.
- http://ru.wikipedia.org/ - Свободная энциклопедия.
- http://msdn.microsoft.com/ru-ru/gg638594 - Каталог библиотеки учебных курсов.
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования: http://window.edu.ru.

Приложение 2.2.21
к рабочей программе по ОПОП-П
для специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

КОМПЛЕКТ
КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ
по ДИСЦИПЛИНЕ

ОП 16 Основы бережливого производства

2025

Контрольно-оценочные материалы разработаны на основе рабочей программы по ОП 16 «Основы бережливого производства» и с учетом Федерального государственного образовательного стандарта для профессии среднего профессионального образования (далее СПО) 15.02.09 Аддитивные технологии.

Организация-разработчик:
СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

Разработчики:
Алексашина С.О., преподаватель СПБ ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий».

ОП 16 Основы бережливого производства

Пояснительная записка

Контрольно-оценочные средства (КОС) предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «ОП 16 Основы бережливого производства» включают контрольные материалы для промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета. КОС разработан на основании рабочей программы учебной дисциплины «ОП 16 Основы бережливого производства»

1. Перечень оценочных средств

Промежуточная аттестация может проводиться в трех форматах:

1. Традиционная. Аттестация по билетам (устно);
2. Решение кейс-задачи;
3. Итоговое тестирование (письменно).

1.1. Типовые задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, практического опыта, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

1.1.1. Традиционная. Аттестация по билетам

ПЗ1. Охарактеризуйте ценности бережливого производства. Раскройте содержание принципов бережливого производства на примерах.

ПЗ2. Приведите пример потока создания ценности. Раскройте, в чем заключается ценность, создаваемая в этом потоке. Определите в этом потоке действия, создающие ценность, и действия, которые необходимы, но ценности не создающие.

ПЗ3. Приведите примеры семи видов потерь на производстве. Приведите примеры семи видов потерь в судостроительной отрасли.

ПЗ4. Составьте сравнительную таблицу «Методы бережливого производства», в которой отразите общие черты и отличия основных методов бережливого производства.

ПЗ5. Охарактеризуйте способы визуализации: маркировка, оконтуривание, разметка, цветовое кодирование.

ПЗ6. Перечислите возможные объекты применения системы 5С. Опишите алгоритм сортировки предметов на нужные и ненужные на производстве. Определите способы удаления ненужных предметов на производстве.

ПЗ7. Определить первопричину проблемы «Опоздания на учебные занятия» с помощью метода «5 почему?».

ПЗ8. Метод «быстрая переналадка (SMED)» направлен на сокращение времени переналадки оборудования за счет преобразования внутренних действий по переналадке во внешние. Охарактеризуйте чем внешние действия отличаются от внутренних. Приведите примеры.

ПЗ9. Разработайте стандартную операционную карту «Уборка рабочего места» для работника судостроительного предприятия (по выбору).

ПЗ10. Раскройте российский опыт внедрения концепции бережливого производства.

1.1.2. Решение кейс-задачи

При такой форме экзамена учащийся самостоятельно готовит письменную работу по актуальным темам и устно защищает её на экзамене. При этом комиссия имеет право задавать дополнительные вопросы на любые темы, не спрашивая на то согласия учащегося.

КЗ1. В цехе № 5 ОАО «Брянский арсенал» до внедрения Производственной системы группы ГАЗ производительность труда была невысокой. После внедрения инструментов бережливого производства качество продукции улучшилось, производительность труда выросла, безопасность стабилизировалась.

Вопрос: Какие инструменты бережливого производства использовались в цехе № 5? Какие еще инструменты бережливого производства вы рекомендовали применить? Почему? Как это повлияет на результативность производства и работы сотрудников?

КЗ2. Предприятие расположено в 100 км от мегаполиса, в зоне с развитой инфраструктурой. Предприятие со 100-процентным частным капиталом, численность сотрудников – 500 чел. Основано в 2010 г. В силу «юного» возраста компания ограничена в ресурсах. Отсутствует собственная клиентская база.

Проблема: Набранные сотрудники слабо обучены; менеджмент имеет хорошую производственную подготовку, но в традиционных управленческих компетенциях. Время выполнения заказа превышает на 18–20% аналогичный показатель лидеров рынка. Точность (ввременна́я) поставок невысокая, имеют место рекламации (что вызывает повторные поставки).

Задача: Добиться значительного – на уровне лидеров рынка – увеличения точности поставок и уровня качества «с первого предъявления». В целом войти в число лидеров по отрасли в регионе.

КЗ3. Две бригады наносят порошковое красящее покрытие на металлическую заготовку. Для этого заготовка с красителем помещается в термопечь. Работы изначально ведутся без соблюдения формальных стандартных операционных процедур. В процессе работы бригада №1 руководствуется требованиями профильного ГОСТа и выдерживает заготовку в печи 8 минут. Бригада №2 занялась внедрением предложений по улучшениям и сократила время покраски до 6 минут. При этом у 1,8% заготовок отмечено отслоение краски. Опыт какой из бригад следует принять при составлении документов СОП?

КЗ4. Производство настенных электронных часов.

Дано:

- Ежедневная выработка: 120 штук
- Количество рабочих дней в месяце: 18
- Время сборки одной штуки: 10 минут
- Время нахождения одной штуки на сборочном участке: 12 минут
- Время ожидания возврата канбана: 2 минуты
- Минимальный страховой запас: 2 штуки
- Емкость тары: на 1 штуку.

Задача: рассчитать потребное количество канбанов.

КЗ5. Производство подарочных упаковок чая (в деревянных коробках).

Дано:

- Ежедневная выработка: 640 упаковок
- Количество рабочих дней в месяце: 20
- Время изготовления одной упаковки: 30 минут
- Время движения упаковки по фасовочной линии: 5 минут
- Время ожидания возврата канбана: 0,5 минуты
- Минимальный страховой запас: 10 упаковок

Емкость тары: 12 упаковок.

Задача: рассчитать потребное количество канбанов.

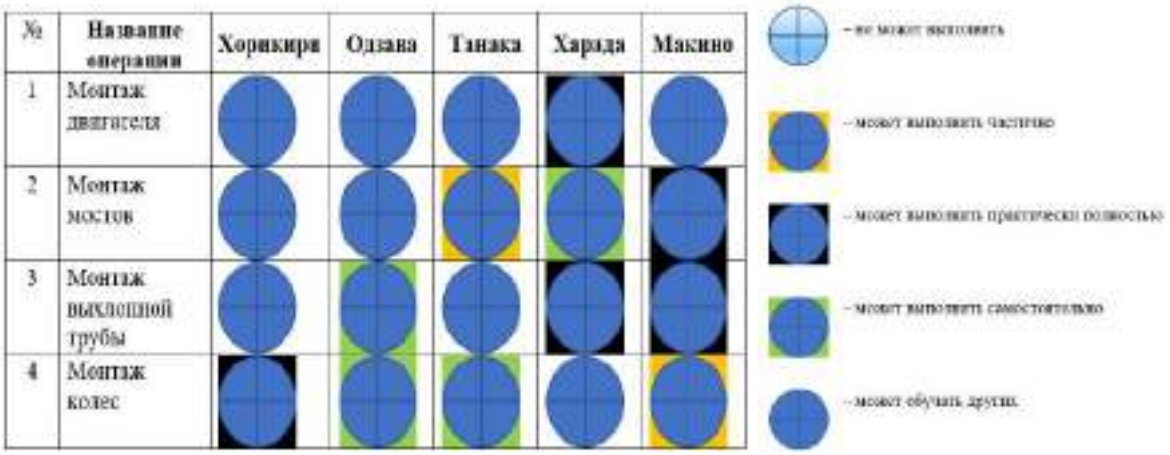
КЗ6. Рассчитать минимальный размер партии.

Предприятие изготавливает деревянные оконные карнизы со следующими параметрами:

- Время отклика производства – 10 минут
- Время ожидания – 40 минут
- Коэффициент, учитывающий простои оборудования – 1,2
- Время обработки заказанной партии – 60 минут
- Время транспортировки деталей по потоку и в супермаркет – 5 минут
- Коэффициент уровня брака – 1

- Максимальная потребность сборочного конвейера в данной детали – 20 шт./с

КЗ7. На примере пяти сотрудников (Хорикири, Одзава, Танака, Харада и Макино) и четырех автосборочных операций (монтаж двигателя, монтаж мостов, монтаж выхлопной трубы, монтаж колес) необходимо обсудить и решить, как организовать ротацию рабочих мест с учетом компетенций и навыков каждого рабочего (см. таблицу):



КЗ8. Составьте на выбор:

1. простейшую Х-матрицу цеха фасовки пшеничного хлеба (батоны и багеты);
2. простейшую Х-матрицу деревообрабатывающих цеха судостроительного предприятия.

КЗ9. Составьте для подразделений матрицу развертывания цели (на выбор):

1. увеличение качества готовой продукции с показателем «ноль дефектов»;
2. увеличение показателей безопасности труда до величины «ноль травм и ЧП, связанных с участием человека».

Подразделения:

1. деревообрабатывающие цеха - лесопилки, склады хранения круглого леса и пиломатериалов, сушилки, плотницкий и столярный цехи;
2. сборочно-сварочный
3. заготовительные - модельный, литейный, кузнечный, электродный

Выполненным считается задание, если обучающийся составил отдельным файлом графическое изображение матрицы развертывания, заполнил ее и способен объяснить (прокомментировать) свои действия.

КЗ10. Основные компетенции лидера:

1. Трудолюбие, упорство, профессионализм;
2. Желание достичь успеха: умение ставить цели и отслеживать результаты;
3. Умение общаться с людьми;
4. Способность мотивировать и вдохновлять других;
5. Способность взять на себя ответственность за принятое решение;
6. Доброжелательность, позитивное отношение к людям;
7. Терпение;
8. Уверенность;
9. Честность, открытость;
10. Уважение со стороны коллег;
11. Способность ломать шаблоны и находить нестандартные решения.

Расставьте перечисленные компетенции по рейтингу в соответствии с вашими предпочтениями. Обоснуйте решение. Выберите и назовите лидера (из области менеджмента, промышленной политики и пр.), в максимальной степени соответствующего полученному рейтингу.

1.1.3. Итоговое тестирование

Данная форма экзамена разработана в 2 вариантах. Работа состоит из 2 частей: 15 заданий с выбором ответа и 5 заданий на знание понятий, анализа суждений, анализа знаний элементов содержания. На выполнение теста отводится 30 минут. Правильный ответ в заданиях в 1 балл. Максимальное количество баллов- 25

Шкала оценивания:

25 баллов – оценка «Отлично»
20-24 балла – оценка «Хорошо»
16- 19 баллов – оценка «Удовлетворительно»
менее 15 баллов – оценка «Неудовлетворительно»

Итоговая аттестационная работа по курсу «Основы бережливого производства»
Вариант 1
Часть 1

1. Чем система бережливого производства отличается от программы улучшения?

A. Бережливое производство – это программа улучшения деятельности предприятия.
B. Бережливое производство – это программа радикальной перестройки всей системы управления.
C. Бережливое производство – это способ компоновки различных типов оборудования.

2. Что такое «Стандартные Операционные Карты»?

A. Это документы, содержащие экономическую информацию о деятельности предприятия.
B. Это документы, описывающие шаги (элементы) в процедуре, которым необходимо следовать.
C. Это документы, описывающие шаги анализа хозяйственной деятельности.

3. Дайте определение понятию «ценность».

A. Ценность – совокупность свойств продукта, имеющих стоимость.
B. Ценность – совокупность свойств продукта, которые указаны в прайс- листе компании.
C. Ценность – совокупность свойств продукта или услуги, за которые потребитель готов заплатить поставщику.

4. Определите систему «Точно вовремя (just-in-time, JIT)».

A. Это система, при которой изделия производятся и доставляются в нужное место точно в нужное время и в нужном количестве.
B. Это система, при которой изделия производятся и доставляются в соответствии со временем работы поставщика.
C. Это система, при которой изделия доставляются в нужное место.

5. Как называется в системе бережливого производства «защита от ошибок»?

A. Пока-ёкэ.
B. Кайзен.
C. Обея.

6) Как называется деятельность, при которой потребляются ресурсы, но не создает ценности для потребителя?

A. Мури.
B. Муда.
C. Мура.

7. *Что такое визуальный контроль?*

A. Визуальный контроль – оценка качества изготовления продукции методом осмотра или тактильным способом.
B. Визуальный контроль – оценка способа изготовления продукции.
C. Визуальный контроль – оценка времени изготовления продукции методом осмотра.

8. Как можно определить время такта?

A. Это интервал времени, через который потребитель требует заказанную продукцию от поставщика.
B. Это интервал времени, через который производитель может выпускать продукцию.
C. Это интервал времени, через который потребитель требует замены продукции.

9. Определите понятие «Кайдзен».

A. Непрерывное совершенствование деятельности персонала по повышению квалификации
B. Непрерывное совершенствование деятельности с вовлечением всего персонала в постоянную работу по сокращению потерь
C. Непрерывное совершенствование производственной деятельности.

10. На что влияет «перепроизводство» как вид потерь:

A. Блокирует ресурсы и создаёт запасы
B. Увеличивает потребность в персонале
C. Увеличивает время обработки
D. Создаёт дефицит

11. На что влияют «излишние манёвры» как вид потерь:

A. Снижает ресурсы
B. Повышает квалификацию персонала
C. Снижает уровень брака
D. Увеличивает время обработки

12. На что влияет «время ожидания» как вид потерь:

A. Низкая степень гибкости процесса
B. Увеличивает время обработки
C. Снижает уровень брака
D. Повышает квалификацию персонала

13. На что влияет «ненадлежащее применение технологий как вид потерь»?

A. Низкая степень гибкости процесса
B. Повышает квалификацию персонала
C. Снижает уровень брака
D. Увеличивает время обработки

14. На что влияет «ремонт и брак» как вид потерь?

A. Низкая степень гибкости процесса

B. Повышает квалификацию персонала

C. Улучшение качества выпускаемой продукции

D. Потери вложенных ресурсов, переработки дефектной продукции

15. Вытягивающее поточное производство – это?

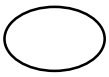
A. Организация производства, при которой последующие операции сообщают о своих потребностях предыдущим операциям

B. Такое производство, при котором рабочие тянут время, чтобы сделать как можно меньше

C. Организация производства, при которой каждая последующая операция «выталкивает» продукцию с предыдущей

D. Производство жевательной резинки

Часть 2

№ 16	*Тип: приведение в соответствие*	
Назовите символы, принятые в картах потока (соедините линиями)		
		Операция
		Транспортировка
		Временное хранение
		Контроль качества
		Документы
		Карточки канбан

№ 17	*Тип: формирование последовательности*
Вопрос: Перед вами список элементов, входящих в контрольный листок: быстрая переналадка	
Элементы контрольного листка: быстрая переналадка	Запишите правильную последовательность этих элементов цифрами от 1 до 6
Определить число мест для расположения необходимого оборудования и сделать разметку	
Документировать время выполнения переналадки и возникающие проблемы	

Сделать видеосъемку процесса и составить список осуществляемых шагов	
Решить, где должен располагаться инструмент и другое оборудование перед переналадкой	
Установить для каждой переналадки стандартный период времени и определить, как его регистрировать	
Составить список применяемых в процессе инструментов, штампов, пресс-форм, оснастки	

№ 18	*Тип: приведение в соответствие*	
Как называются производственные системы, используемые в бережливом производстве (соедините линиями)?		
Изделия двигаются по процессу через ряд операций по одному		Выравнивание Выталкивание Вытягивание Поток единичных изделий Точно во время
Производство и доставка нужных материалов в нужное место к моменту, когда они необходимы		
Выпуск изделий на следующую операцию, даже если в них нет необходимости		
Сглаживание пиков и провалов в нагрузке и избежание перепроизводства		
Производство только по мере необходимости		

№ 19	*Тип свободное слово*
Подача и отгрузка материалов на производстве или линии обслуживания, организованные «лицом» к оператору, называется?	Ответ
	Фронтальная загрузка

20. Перечислите все известные вам инструменты бережливого производства (не менее 5)

Итоговая аттестационная работа по курсу
«Основы бережливого производства»
Вариант 1
Часть 1

1. В бережливом производстве TPM – это:

A. Процесс оптимизации рабочего процесса

B. Непрерывное совершенствование всего потока создания ценности в целом или отдельного процесса с целью увеличения ценности и уменьшения потерь

C. Концепция менеджмента производственного оборудования, нацеленная на повышение эффективности технического обслуживания

D. Концепция управления производственным предприятием, основанная на постоянном стремлении к устранению всех видов потерь

2. Какие Российские организации внедрили принципы бережливого производства? Возможно несколько вариантов ответа.

A. РЖД

B. Северстальтранс

C. Merlion

D. КамАЗ

3. К чему может привести непродуманная логистика? Возможно несколько вариантов ответа.

A. К временным затратам и, как следствие, простою

B. К временным затратам и, как следствие, браку в производстве

C. Снижение производительности

D. Последствий не следует

4. Что является причиной производства бракованной продукции?

A. Не использование встроенной системы «Пока-йоке»

B. Экономия на транспортной службе

C. Несоответствие квалификации работника выполняемым функциям

D. Отсутствие должного контроля на разных этапах производственного процесса

5. Может ли снижение времени производства привести к потерям, а не к оптимизации производства?

A. Нет, это не связано

B. Да, если будут нарушаться технологии производства

C. Да, любое сокращение времени рабочего процесса ведет к потерям

D. Нет, снижение времени производства всегда ведет к оптимизации рабочего процесса

6. Можно ли назвать деятельность технички, моющей пол, процессом бережливого производства на рабочем месте?

A. Да, потому что это выполнение принципов бережливого производства – соблюдение порядка и чистоты рабочего места

B. Нет, потому что деятельность данного сотрудника, в данном случае не имеет отношения к бережливому производству

C. В зависимости от ситуации

D. Нет правильного ответа

7. Бережливое производство – это:

A. Способ наладки оборудования, при котором происходит его автоматическая остановка при появлении дефектных деталей

B. Система производства, при которой изготавливается нужное потребителю количество деталей в определенный им срок

C. Концепция управления производственным предприятием, основанная на постоянном стремлении к устранению всех видов потерь

D. Полезность продукта с точки зрения потребителя, создаваемая производителем в результате выполнения последовательных действий

8. Термином "переход" в стандартизированной работе называется …

A. а) изменение свойств обрабатываемой детали;

B. б) перемещение оператора с материалами или без них;

C. в) перемещение детали по технологическому маршруту.

9. Поток ценности – это:

A. а) Управление информационными потоками от заказа до поставки;

B. б) Преобразование от сырья до готового продукта в руках потребителя;

C. в) Действия, которые требуется совершить, чтобы преобразовать сырье и информацию в готовое изделие и сервис

10. Производственный запас – это…

A. а) запас, который добавляется в систему подачи материалов с целью

B. сглаживания разницы в графиках работы поставщика и заказчика.

C. б) запас, который добавляется в систему подачи материалов с целью покрытия имеющихся проблем.

D. в) необходимый запас в системе подачи материалов, уровня которого достаточно для обеспечения бесперебойной работы заказчика в условиях отсутствия проблем.

11. Как называется первый принцип системы 5S?

A. Сортировка

B. Стандартизация

C. Содержание в чистоте

D. Соблюдение порядка

E. Совершенствование

12. Муда это:

A. Создание добавляющей ценности

B. Время на переналадку оборудования

C. Встраивание контроля качества

D. Выравнивание производства

E. Потери

13. Сущность принципа «кайзен»:

A. а) Постоянное (ежедневное) постепенное улучшение процессов, которое проводится руководством компании на рабочих местах;

B. б) постоянное (ежедневное) постепенное улучшение процессов, которое проводится руководством цеха и лидерами команд на рабочих местах;

C. в) постоянное (ежедневное) постепенное улучшение процессов, которое проводится каждым сотрудником предприятия на своем рабочем месте.

14. Система 5S это:

A. Система планирования административно-хозяйственной деятельности.

B. Система, которая внедряется после стандартизации рабочих мест.

C. Система, направленная на эффективную организацию рабочих мест.

D. Система, обеспечивающая уборку рабочих мест.

15. К инструментам материальной и нематериальной мотивации сотрудников за подачу и реализацию предложений по улучшению относятся:

A. организация конкурсов и составления рейтингов предложений по улучшению;

B. организация встреч с руководителями высшего звена;

C. выдача почетных грамот и благодарностей с занесением в трудовую книжку;
D. включение в кадровый резерв организации;
E. все ответы верны.

Часть 2

№ 16	*Тип: формирование последовательности*
Вопрос: Какие из приведенных принципов относятся к традиционной форме организации производства, а какие к современной?	
Принципы	Запишите буквами «Т» или «С»
Производственная система поддерживается складскими и страховыми запасами	
Партионное производство под квартально-месячный план	
Предельная реакция на спрос: производство на заказ	
Технологическая карта на операцию (станок, переходы, инструменты, режимы)	
Один оператор на несколько станков	
Один оператор на один станок	
Автономизация оборудования: автоматика с использованием интеллекта	
Базирование на принципе вычитания затрат: прибыль=цена- издержки	
Ценообразование: цена=себестоимость+ прибыль	
Выровненное производство под текущую потребность	

№ 17	*Тип свободное слово*
Вопрос: Метод организации рабочего места, который значительно повышает эффективность и управляемость операционной зоны, улучшая корпоративную культуру, и сохраняет время называется система…?	Ответ

18. Отнесите перечисленные ниже характерные особенности к ***бережливому или традиционному производству***	
1) Традиционное Производство	1. Перепроизводство продукции, которая не нужна потребителю. 2. Выпускается только такое количество продукции, которое требуется на следующей стадии. 3. Оборудование переналаживается медленно. 4. Отсутствует брак. 5. Нет затрат на хранение. 6. Происходит накопление и складирование готовых изделий. 7. Сокращаются затраты на устранение брака.
2) Бережливое производство	
Ответ:	

№ 19	*Тип: приведение в соответствие*

Как называются производственные системы, используемые в бережливом производстве (соедините линиями)?		
Изделия двигаются по процессу через ряд операций по одному		Выравнивание Выталкивание Вытягивание Поток единичных изделий Точно во время
Производство и доставка нужных материалов в нужное место к моменту, когда они необходимы		
Выпуск изделий на следующую операцию, даже если в них нет необходимости		
Сглаживание пиков и провалов в нагрузке и избежание перепроизводства		
Производство только по мере необходимости		

20. Назовите все известные вам причины сопротивления изменениям при внедрении бережливого производства на предприятии (не менее 5).

Приложение 3
к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

Материально-техническое оснащение специальных помещений для реализации образовательной программы, включая программное обеспечение

1. Материально-техническое оснащение

1. Оснащение кабинетов

Кабинеты «Социально-гуманитарных дисциплин»

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
1.	Посадочные места по количеству обучающихся (столы, стулья)	**Мебель**	основное	регулируемые по высоте	СГ.01, СГ.02, СГ.03, СГ.05, ОП.01, ОП.13, ОП.14, ОП.15, ОП.16 , ОП.15, ОП.16
2.	Рабочее место преподавателя	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
3.	Модульный диван тип 3	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
4.	Шкаф деревянный для документов	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
5.	Система хранения с нишей	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
6.	Демонстрационный комплекс на базе мультимедиа оборудования (ноутбук 15" HP Compag 610 (nx537ea) с лицензионным программным обеспечением (Microst Windows 10, Microsoft Office 2016)	**ТС**	основное	на усмотрение ОО	
7.	Интерактивная панель	**ТС**	основное	на усмотрение ОО	
8.	наушники с микрофоном	**ТС**	специализированное	на усмотрение ОО	СГ.02

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
7.	комплект учебно-методических материалов	**УМК**	основное	на усмотрение ОО	СГ.01, СГ.02, СГ.03, СГ.05, ОП.01, ОП.13, ОП.14, ОП.15, ОП.16 , ОП.15, ОП.16

Кабинеты «Общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей»

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
1.	Посадочные места по количеству обучающихся (столы, стулья)	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	ОП.03, ОП.04, ОП.05, ОП.06, ОП.7, ОП.8, ОП.9, ОП.10, ОП.11, ОП.12, ОП.13, ОП.14
2.	Рабочее место преподавателя	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
3.	Модульный диван тип 3	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
4.	Шкаф деревянный для документов	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
5.	Система хранения с нишей	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
6.	Демонстрационный комплекс на базе мультимедиа оборудования (ноутбук 15" HP Compag 610 (nx537ea) с лицензионным программным обеспечением (Microst Windows 10, Microsoft Office 2016)	**ТС**	основное	на усмотрение ОО	
7.	Интерактивная панель	**ТМ**	основное	на усмотрение ОО	
8.	Компьютер персональный настольный (моноблок) тип2 для обучающихся; Специальное программное обеспечение КОМПАС-3D V-16/V-17	**ТМ**	основное	на усмотрение ОО	ОП.02, ОП.03, ОП.10, ОП.11, ОП.12
9.	Шрифтовые плакаты; Модели различных деталей	**УМК**	основное	на усмотрение ОО	ОП.03
10.	Набор инструментов для проведения практических работ по электротехнике:	**Оборудование**	основное	на усмотрение ОО	ОП.04

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
	Вольтметры, амперметры, штангенциркули, набор отверток, индикаторные отвертки; наборы для снятия изоляции				
11.	Лабораторный модуль «Тренажер-имитатор неисправностей трехфазных асинхронных электродвигателей»	**Оборудование**	специализированное	на усмотрение ОО	
12.	Стенд исследования условий работы механического коммутационного предохранительного аппарата с измерительным блоком	**Оборудование**	специализированное	на усмотрение ОО	
13.	Измерительные инструменты	**Оборудование**	специализированное	на усмотрение ОО	ОП.05
14.	Режущие инструменты	**Оборудование**	специализированное	на усмотрение ОО	
15.	Модели: Модель шарнира Гука Модель поступательного движения твердого тела Модель червячного редуктора электродвигателя Модель для демонстрации кручения Пара конических колес с круговым зубом Пара конических прямозубых колес Модель червячной пары с верхним расхождением Модель червячной пары с нижним расхождением Модель кривошипно-шатунного механизма Модель двойного шарнира Модель кривошипно-кулисного механизма Штангенциркуль Макет угломера Макет микрометра	**Оборудование**	специализированное	на усмотрение ОО	
16.	Лабораторный модуль «Термодинамика»	**Оборудование**	специализированное	на усмотрение ОО	ОП.07

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
	Датчики: Термометр сопротивления (- 30…+ 110°С) Мультидатчик потенциометрия (pH метр 0…14pH/0.01, Вольтметр –1.5…+1.5В/0.001) Датчик давления 30…110кПа/0.001 Соединительные провода и разъёмы: Сетевой кабель Соединительный провод к датчику (тип XS) Вспомогательные устройства: Ручной дозатор переменного объема 1…10мл Весы лабораторные 300г/0.005– Калориметр – 1 шт. Магнитная мешалка с функцией термостатирования Извлекатель перемешивающего элемента Магнитный перемешивающий элемент Устройства крепления: Штатив разборный Лапки лабораторные Муфта соединительная Электроды: Комбинированный электрод для измерения pH – 1 шт.				
17.	Компьютеризированный практикум, в комплектации: Датчики температуры (- 20… + 110^{0}С) Датчик температуры 1000^{0}С Проволока термопарная 0,12 м (скрутка) Лист стальной с комплектом для крепления Спиртовка	**Оборудование**	специализированное	на усмотрение ОО	

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
	Наковальня Шприц Стакан термостойкий Пробирка Стержень стальной с насадкой Стержень с медной насадкой Цилиндр стальной, диаметром 10 мм Ложка для сжигания веществ Перегородка теплоизолирующая Олово, припой				
18.	Комплект электронных слайдов:	**УМК**	специализированное	на усмотрение ОО	
19.	Виртуальный учебный программный модуль «Программируемый логический контроллер ПЛК» Виртуальный учебный программный модуль моделирования и диагностики систем	**УМК**	специализированное	на усмотрение ОО	ОП.11
20.	Индикатор радиоактивности «РАДЕКС РД 1503» Сейф оружейный «Арсенал» на 5 ружей Электронный тир «Рубин» Противогаз гражданский ГП–7Б «Универсал» Индивидуальные средства защиты (респиратор фильтрующий Р–2У) Комплект индивидуальный медицинский гражданской защиты Сумки и комплекты медицинского имущества для оказания первой медицинской, доврачебной помощи (сумка СМС) Индивидуальный противохимический пакет ИПП–11	**Оборудование**	специализированное	на усмотрение ОО	СГ.03

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
	Медицинские предметы расходные (булавка безопасная, шина проволочная, шина фанерная) Жгут кровоостанавливающий Грелка Индивидуальный перевязочный пакет Шприц–тюбик одноразового пользования Носилки санитарные Макет укрытия простейшего в разрезе Макет убежища в разрезе Автомат Калашникова (ММГ) складной приклад АК–103 Макеты мин и гранат Тренажер сердечно–легочной и мозговой реанимации, пружинно-механический с индикацией правильности выполнения действий и тестовыми режимами «манекен» Медицинская кушетка Медицинская ширма Видеотека мультимедийных учебных программ Нормативно–правовые документы (папка) Наборы плакатов Комплект учебно-методических материалов по дисциплине (папка)				
21.	Наглядные пособия (комплекты учебных таблиц, плакатов)	**УМК**	специализированное	на усмотрение ОО	ОП.01, ОП.02, ОП.09, ОП.06, ОП.12
22.	Средства измерений	**Оборудование**	основное	на усмотрение ОО	
23.	Комплект учебно-методической документации	**УМК**	основное	на усмотрение ОО	ОП.01, ОП.02, ОП.03, ОП.04, ОП.05, ОП.06, ОП.7, ОП.8, ОП.9, ОП.10, ОП.11, ОП.12,

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
					ОП.13, ОП.14, ОП.15, ОП.16
24.	Тренажёр для осуществления искусственного дыхания и наружного массажа сердца	**Оборудование**	специализированное	на усмотрение ОО	СГ.02, ОП.14
25.	Макеты огнетушителей	**ТС**	основное	на усмотрение ОО	

2. Оснащение лабораторий/ мастерских
Лаборатория «Технической механики»

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
1.	Посадочные места по количеству обучающихся (столы, стулья)	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	ОП.05, ПМ.03
2.	Рабочее место преподавателя	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
3.	Модульный диван тип 3	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
4.	Шкаф деревянный для документов	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
5.	Система хранения с нишей	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
6.	Демонстрационный комплекс на базе мультимедиа оборудования (ноутбук 15" HP Compag 610 (nx537ea) с лицензионным программным обеспечением (Microst Windows 10, Microsoft Office 2016)	**ТС**	основное	на усмотрение ОО	
7.	Интерактивная панель	**ТС**	основное	на усмотрение ОО	
8.	Демонстрационные модели и механизмы	**ТС**	специализированное	на усмотрение ОО	
9.	Лабораторные установки для выполнения лабораторных работ и проведения практических занятий: - Разрывная машина или гидравлический пресс для испытания образцов из низкоуглеродистой	**Оборудование**	специализированное	на усмотрение ОО	

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
	стали на растяжение и на срез с образцами для испытаний - Установка для определения модуля сдвига при испытании на кручение - Редукторы (цилиндрические, конические, червячные) для изучения их конструкций, макеты механических передач, различных узлов и деталей машин				
10.	комплект учебно-методической документации	**УМК**	основное	на усмотрение ОО	

Лаборатория «Материаловедения»

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
1.	Посадочные места по количеству обучающихся (столы, стулья)	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	ОП.06
2.	Рабочее место преподавателя	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
3.	Модульный диван тип 3	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
4.	Шкаф деревянный для документов	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
5.	Система хранения с нишей	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
6.	Демонстрационный комплекс на базе мультимедиа оборудования (ноутбук 15" HP Compag 610 (nx537ea) с лицензионным программным обеспечением (Microst Windows 10, Microsoft Office 2016)	**Оборудование**	основное	на усмотрение ОО	
7.	Интерактивная панель	**Оборудование**	основное	на усмотрение ОО	

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
8.	Учебно-методические материалы по дисциплине «Материаловедение» (виртуальные лабораторный работы на DVD – диске)	**ТС**	специализированное	на усмотрение ОО	
9.	Образцы материалов (стали, чугуна, цветных металлов и сплавов, неметаллических материалов)	**Оборудование**	специализированное	на усмотрение ОО	
10.	Учебная универсальная испытательная машина «Механические испытания материалов» Микроскоп металлографический Разрывная машина 2000Н Машина испытательная учебная МИ–20УМ (растяжение-сжатие). Машина испытательная учебная МИ–40КУ (растяжение-сжатие, кручение)	**Оборудование**	специализированное	на усмотрение ОО	
11.	Набор образцов мер твердости по Виккерсу Набор образцов мер твердости по Бринеллю Набор образцов мер твердости по Роквеллу	**Оборудование**	специализированное	на усмотрение ОО	
12.	*Инструменты:* Твердомер ТКМ–359 Металлографический микроскоп МЕТАМ РВ-21 Цифровой штангенциркуль 150 × 0, 01 Чертилка с твердосплавным наконечником Комплект инструментов классных Глубиномер микрометрический ГМ 100 0.001 Кронциркуль Vogel быстродействующий Набор концевых мер длины Нутромер индикаторный НИ-18	**Оборудование**	специализированное	на усмотрение ОО	

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
	Нутромер микрометрический 25х30 Призма из стальной отливки. Класс 0,1 Стол измерительный без индикаторов 0х60 Н-125 Угломер, универсальный ЗУБР 34394. Угольник для определения центра окружения Цифровой измеритель катета сварочных швов 0-20 Цифровой измеритель катета сварочных швов 0-20х0 Шаблон с калибровочными отверстиями. Штангенглубинометр Vogel цифровой Штангенрейсмас ШР-250				
13.	наглядные пособия (комплекты учебных таблиц, плакатов)	**УМК**	специализированное	на усмотрение ОО	

Лаборатория «Метрологии и стандартизации»

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
1.	Посадочные места по количеству обучающихся (столы, стулья)	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	ОП.08, ОП.09
2.	Рабочее место преподавателя	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
3.	Модульный диван тип 3	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
4.	Шкаф деревянный для документов	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
5.	Система хранения с нишей	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
6.	Демонстрационный комплекс на базе мультимедиа оборудования (ноутбук 15" HP	**ТС**	основное	на усмотрение ОО	

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
	Compag 610 (nx537ea) с лицензионным программным обеспечением (Microst Windows 10, Microsoft Office 2016)				
7.	Интерактивная панель	**ТС**	основное	на усмотрение ОО	
8.	Комплекты учебного оборудования по метрологии (5 комплектов): Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,05 Микрометр гладкий МК25 Микрометр рычажный МР25 Скоба рычажная СР-25 Прибор ПБ-250 Призма поверочная и разметочная (учебная) П1-2-2. Нутромер индикаторный НИ-50 Нутромер микрометрический НМ-175 Набор КМД №2 кл.2 Набор принадлежностей к КМД ПК-2-У Набор проволочек для измерения резьбы Стойка универсальная 15СТ-М Штатив Ш-IIН Штангензубомер ШЗН-18 Нормалемер БВ-5045 Линейка синусная 100 мм (учебная) Набор образцов шероховатости (точение) Калибр-пробка гладкий Калибр-пробка конусный Калибр-скоба гладкий Калибр-скоба регулируемый Калибр-пробка резьбовой	**Оборудование**	специализированное	на усмотрение ОО	

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
	Деталь типа «Вал» Деталь типа «Втулка» Деталь типа «Кольцо» Деталь типа «Шестерня»				
9.	Лабораторные стенды	**УМК**	специализированное	на усмотрение ОО	
10.	Учебно-методический комплекс	**УМК**	основное	на усмотрение ОО	
11.	Наглядные пособия (комплекты учебных таблиц, плакатов)	**УМК**	основное	на усмотрение ОО	

Лаборатория «Бесконтактной оцифровки»

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
1.	Посадочные места по количеству обучающихся (столы, стулья)	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	ПМ.01, ПМ.02, ПМ.03
2.	Рабочее место преподавателя	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
3.	Модульный диван тип 3	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
4.	Шкаф деревянный для документов	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
5.	Система хранения с нишей	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
6.	Столы монтажные	**Мебель**		на усмотрение ОО	
7.	3Д принтер PLA Anker Make	**Оборудование**	специализированное	на усмотрение ОО	
8.	3Д принтер HIPS, ABS, PLA Picaso Xpro s2	**Оборудование**	специализированное	на усмотрение ОО	
9.	Персональный компьютер с графическим ядром для работы с трехмерными объектами Matrix 3D-Maker MD0 – 13 шт. Монитор с диагональю 24 дюйма	**ТС**		на усмотрение ОО	
10.	Проектор Acer K138ST	**ТС**	специализированное	на усмотрение ОО	

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
11.	Демонстрационный комплекс на базе мультимедиа оборудования (ноутбук 15" HP Compag 610 (nx537ea) с лицензионным программным обеспечением (Microst Windows 10, Microsoft Office 2016)	**ТС**	основное	на усмотрение ОО	
12.	Интерактивная панель	**ТС**	основное	на усмотрение ОО	
13.	Комплект учебно-методической документации	**УМК**	специализированное	на усмотрение ОО	

Мастерская «Слесарная»

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
1.	Рабочее место преподавателя	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	ПМ.01, ПМ.02, ПМ.03, ПМ.04
2.	Верстак однотумбовый Инструментальная тумба Контейнер-тележка	**Оборудование**	основное	на усмотрение ОО	
3.	Шкаф для документов	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
4.	Система хранения	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
5.	Демонстрационный комплекс на базе мультимедиа оборудования (ноутбук 15" HP Compag 610 (nx537ea) с лицензионным программным обеспечением (Microst Windows 10, Microsoft Office 2016)	**ТС**	основное	на усмотрение ОО	
6.	Интерактивная панель	**ТС**	основное	на усмотрение ОО	
7.	Комплект изделий для проведения электромонтажных работ	**Оборудование**	специализированное	на усмотрение ОО	

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
	Комплект инструментов для проведения электромонтажных работ Комплект оборудования для проведения электромонтажных работ Паяльники				
8.	станки: сверлильные, заточные	**Оборудование**	основное	на усмотрение ОО	
9.	набор слесарных инструментов	**Оборудование**	основное	на усмотрение ОО	
10.	набор измерительных инструментов	**Оборудование**	основное	на усмотрение ОО	
11.	Учебно-методический комплекс	**УМК**	специализированное	на усмотрение ОО	

Мастерская «Участок аддитивных технологий»

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
1.	Посадочные места по количеству обучающихся (столы, стулья)	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	ПМ.01, ПМ.02, ПМ.03,
2.	Рабочее место преподавателя	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
3.	Система хранения	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
4.	Демонстрационный комплекс на базе мультимедиа оборудования (ноутбук 15" HP Compag 610 (nx537ea) с лицензионным программным обеспечением (Microst Windows 10, Microsoft Office 2016)	**ТС**	основное	на усмотрение ОО	
5.	3Д принтер PLA Anker Make	**ТС**	специализированное	на усмотрение ОО	
6.	3Д принтер HIPS, ABS, PLA Picaso Xpro s2	**ТС**	специализированное	на усмотрение ОО	
7.	Стенды	**УМК**	основное	на усмотрение ОО	
8.	Макеты	**УМК**	основное	на усмотрение ОО	

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
9.	Паяльники	**Оборудование**	основное	на усмотрение ОО	
10.	Комплекты электромонтажного инструмента	**Оборудование**	основное	на усмотрение ОО	
11.	Образцы/модели/элементы конструкций для демонстрации по видам электромонтажных работ	**ТС**	специализированное	на усмотрение ОО	
12.	Шкафы/стеллажи для инструментов	**Оборудование**	основное	на усмотрение ОО	
13.	Стенды/макеты по тематике выполняемых работ	**УМК**	основное	на усмотрение ОО	
14.	Стенд по охране труде и технике безопасности	**УМК**	основное	на усмотрение ОО	

Мастерская «Участок механообработки»

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
1.	Посадочные места по количеству обучающихся	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	ПМ.01, ПМ.02, ПМ.03, ПМ.04
2.	Рабочее место преподавателя	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
3.	Шкаф для документов	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
4.	Система хранения	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
5.	Демонстрационный комплекс на базе мультимедиа оборудования (ноутбук 15" HP Compag 610 (nx537ea) с лицензионным программным обеспечением (Microst Windows 10, Microsoft Office 2016)	**ТС**	основное	на усмотрение ОО	
6.	Интерактивная панель	**ТС**	основное	на усмотрение ОО	

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
7.	Верстак однотумбовый Верстак слесарный с тисками Инструментальная тумба Контейнер-тележка	**Оборудование**	специализированное	на усмотрение ОО	
8.	Точильно-шлифовальный станок ТШ-2Н Ленточная пила по металлу PPS-270HP Винтовой обжимной пресс ДС900В Станок трубогибочный CE40 MR2 Станок для снятия заусенцев (гриндер) ВР-100	**Оборудование**	специализированное	на усмотрение ОО	
9.	Набор слесарного инструмента (напильники различного сечения, зубило слесарное, молоток слесарный, чертилка по металлу, циркуль разметочный, кернер, ножовка по металлу, линейка металлическая 500 мм)	**Оборудование**	специализированное	на усмотрение ОО	
10.	Столы монтажные	**Оборудование**	основное	на усмотрение ОО	
11.	Паяльники	**Оборудование**	основное	на усмотрение ОО	
12.	Комплекты электромонтажного инструмента	**Оборудование**	основное	на усмотрение ОО	
13.	Образцы/модели/элементы конструкций для демонстрации по видам выполняемых работ	**УМК**	основное	на усмотрение ОО	
14.	Шкафы/стеллажи для инструментов	**Оборудование**	основное	на усмотрение ОО	
15.	Стенды/макеты по тематике выполняемых работ	**УМК**	основное	на усмотрение ОО	
16.	Стенд по охране труде и технике безопасности	**УМК**	основное	на усмотрение ОО	
17.					

3. Оснащение спортивного комплекса/зал

Спортивный комплекс

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
1.	рабочее место преподавателя	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	**СГ 04**
2.	шкафы для одежды	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
3.	стулья/скамейки	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
4.	*Спортивный инвентарь и оборудование:* Барьер (для прыжков). Батут для тренировок со страховочными столами и матами Брусья гимнастические женские на растяжках, массовые АСПОРТ. Брусья гимнастические мужские облегченные АСПОРТ, жерди деревянные со стальным сердечником, сечение 41/51мм Ворота мини-футбольные (гандбольные) 2х3м на шпильке, сборные, металлические Зона приземления со стойками для прыжков в высоту с планкой (комплект). Измеритель высоты для прыжков в высоту Комплект для игры в волейбол (стойки, сетка, протектор, антенны). Комплект для групповых занятий Конь гимнастический прыжковый Подвесной снаряд блочный для гимнастических колец, настенный. Подвесной снаряд для канатов и шестов на 3 снаряда АСПОРТ 1630*700*700 Подставка для штанги РНС 710.	**Оборудование**	основное	на усмотрение ОО	

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
	Секундомер Сетка заградительная ячейки 40х40мм Стеллаж для инвентарной по периметру Стойка для гантелей 2-х ярусная L– 1500 см Стойка универсальный (В/б, теннис, бадминтон) мобильная с сеткой, на колесах Стол для армрестлинга Теннисный стол Шкаф для спортивных раздевалок в комплекте скамейка Штанга 120 кг тренировочная. Лыжный комплект с ботинками № 200 Лыжный комплект с ботинками № 205 Граната Дартс Инвентарь для игры в шахматы и шашки, набор Инвентарь для настольного тенниса Канат Коврик дезинфекционный Комплект судейский Мат гимнастический Медбол Мяч баскетбольный тип 3 Мяч волейбольный тип 2 Мяч волейбольный тип 3 Мяч для настольного тенниса Мяч футбольный тип 2 Мяч футбольный тип 3 Насос Полусфера				

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
	Ракетка для настольного тенниса тип 2 Свисток Сетка для настольного тенниса Скакалка Скамейка тип 1 Стенка гимнастическая тип1 Трос Турник Упоры Эспандер Гантель наборная Гиря 16 кг Гиря 24 кг Доска навесная (универсальная) Канат для лазания х/б, 7 м, диаметр 30 мм Кольца гимнастические с тросом Кронштейн станка хореографический однорядный, крепление–пол, деревянные жерди Навесная перекладина Скамейка гимнастическая 2 м Скамья гимнастическая Стенка гимнастическая АСПОРТ (в сборке) Стенка гимнастическая Стойка для дисков Стойка универсальная для штанги отдельно стоящая Страховочный тросик с карабином Струбцина с площадкой для трубы до 60 мм Тренажер перекладина навесная для стенки гимнастический, металлический.				

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
	Тумба для изменения наклона				
5.	открытые спортивные площадки	**Оборудование**	основное	на усмотрение ОО	
6.	компьютер с программным обеспечением для преподавателя (системный блок, монитор, клавиатура, мышь)	**ТС**	основное	на усмотрение ОО	
7.	комплект учебно-методических материалов	**УМК**	основное	на усмотрение ОО	

4. Оснащение помещений, задействованных при организации самостоятельной и воспитательной работы
Читальный зал / библиотека / актовый зал

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
1.	Посадочные места по количеству обучающихся (столы, стулья)	**Мебель**	основное	регулируемые по высоте	
2.	рабочее место библиотекаря	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
3.	стеллажи для книг	**Мебель**	основное	на усмотрение ОО	
4.	компьютер с программным обеспечением для библиотекаря (системный блок, монитор, клавиатура, мышь)	**ТС**		на усмотрение ОО	
5.	компьютеры с программным обеспечением для обучающих (системный блок, монитор, клавиатура, мышь)	**ТС**	основное	на усмотрение ОО	
6.	комплект презентационного мультимедийного или проекционного оборудования	**ТС**	основное	на усмотрение ОО	

№	Наименование	Тип	Основное/ специализированное	Краткая (рамочная) техническая характеристика	Код профессионального модуля, дисциплины
7.	комплект учебно-методических материалов	**УМК**	основное	на усмотрение ОО	

5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень необходимого комплекта лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

№ п/п	Наименование лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства	Код и наименование учебной дисциплины (модуля)
1	лицензионное программное обеспечение для совместной работы с офисными документами	ОП.03 Инженерная графика ОП.04 Электротехника и электроника ОП.05 Техническая механика ОП.06 Материаловедение ОП.07 Теплотехника ОП.08 Процессы формообразования в машиностроении ОП.09 Метрология, стандартизация и сертификация ОП.10 Системы автоматизированного проектирования технологических процессов ОП.11 Основы мехатроники ОП.13 Основы организации производства (основы экономики, права и управления) ОП.14 Охрана труда СГ.03 Безопасность жизнедеятельности
2	лицензионное программное обеспечение для работы с документами	
3	лицензионное программное обеспечение для работы с документами в формате PDF	

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
к ОПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

ПРОГРАММА
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Общие положения..... 3

Требования к проведению демонстрационного экзамена 4

Организация и проведение защиты дипломного проекта (работы)..... 6

Порядок подачи и рассмотрения апелляций……9

Перечень тем выпускных квалификационных работ……11

Лист ознакомления……12

Общие положения

Примерная программа государственной итоговой аттестации (далее – примерная программа ГИА) выпускников по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии, разработана в соответствии с Законом Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Приказом Минпросвещения России от 08.11.2021 № 800 «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего профессионального образования», ФГОС СПО по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии, и определяет совокупность требований к ее организации и проведению.

Цель государственной итоговой аттестации – установление соответствия результатов освоения обучающимися образовательной программы по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии соответствующим требованиям ФГОС СПО с учетом требований регионального рынка труда, их готовность и способность решать профессиональные задачи.

Задачи государственной итоговой аттестации:

– определение соответствия навыков, умений и знаний выпускников современным требованиям рынка труда, квалификационным требованиям ФГОС СПО и регионального рынка труда;

– определение степени сформированности профессиональных компетенций, личностных качеств, соответствующих ФГОС СПО и наиболее востребованных на рынке труда.

По результатам ГИА выпускнику по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии присваивается квалификация: техник-технолог.

Программа ГИА является частью ОПОП-П по программе подготовки специалистов среднего звена и определяет совокупность требований к ГИА, в том числе к содержанию, организации работы, оценочным материалам ГИА выпускников по данной специальности.

Выпускник, освоивший образовательную программу, должен быть готов к выполнению видов деятельности, предусмотренных образовательной программой (таблица 1), и демонстрировать результаты освоения образовательной программы (таблица 2).

Таблица 1

Виды деятельности

Код и наименование вида деятельности (ВД)	**Код и наименование профессионального модуля (ПМ), в рамках которого осваивается ВД**
1	2
В соответствии с ФГОС	
ВД.01 Создание и корректировка компьютерной (цифровой) модели	ПМ.01 Создание и корректировка компьютерной (цифровой) модели
ВД.02 Организация и ведение технологического процесса создания изделий по компьютерной (цифровой) модели на установках для аддитивного производства	ПМ.02 Организация и ведение технологического процесса создания изделий по компьютерной (цифровой) модели на аддитивных установках
ВД.03 Организация и проведение технического обслуживания и ремонта установок для аддитивного производства	ПМ.03 Организация и проведение технического обслуживания и ремонта аддитивных установок

Таблица 2

Перечень результатов, демонстрируемых выпускником

Оцениваемые виды деятельности	Профессиональные компетенции
ВД 01. Ведение процессов по технической эксплуатации, обслуживанию и ремонту холодильного оборудования	ПК 1.1. Применять средства бесконтактной оцифровки для целей компьютерного проектирования, входного и выходного контроля
	ПК 1.2. Создавать и корректировать средствами компьютерного проектирования цифровые трехмерные модели изделий
ВД.02 Организация и ведение технологического процесса создания изделий по компьютерной (цифровой) модели на установках для аддитивного производства	ПК 2.1. Организовывать и вести технологический процесс на установках для аддитивного производства
	ПК 2.2. Контролировать правильность функционирования установки, регулировать её элементы, корректировать программируемые параметры
	ПК 2.3. Проводить доводку и финишную обработку изделий, созданных на установках для аддитивного производства
	ПК 2.4. Подбирать параметры аддитивного технологического процесса и разрабатывать оптимальные режимы производства изделий на основе технического задания (компьютерной/цифровой модели) ПК 2.4. Подбирать параметры аддитивного технологического процесса и разрабатывать оптимальные режимы производства изделий на основе технического задания (компьютерной/цифровой модели)
ВД.03 Организация и проведение технического обслуживания и ремонта установок для аддитивного производства	ПК 3.1. Диагностировать неисправности установок для аддитивного производства
	ПК 3.2. Организовывать и осуществлять техническое обслуживание и текущий ремонт механических элементов установок для аддитивного производства
	ПК 3.3. Заменять неисправные электронные, электронно-оптические, оптические и прочие функциональные элементы установок для аддитивного производства и проводить их регулировку
	ПК 3.4. Оформлять результаты конструкторской и исследовательской деятельности

Выпускники, освоившие программу по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии, сдают ГИА в форме демонстрационного экзамена профильного уровня и защиты дипломного проекта (работы).

Требования к проведению демонстрационного экзамена

Демонстрационный экзамен базового уровня проводится на основе требований к результатам освоения образовательных программ среднего профессионального образования, установленных ФГОС СПО.

Демонстрационный экзамен базового уровня проводится на основе требований к результатам освоения образовательных программ среднего профессионального образования, установленных ФГОС СПО.

Демонстрационный экзамен профильного уровня проводится по решению образовательной организации на основании заявлений выпускников на основе требований к результатам освоения образовательных программ среднего профессионального образования, установленных в соответствии с ФГОС СПО, включая квалификационные требования, заявленные организациями, работодателями, заинтересованными в подготовке кадров соответствующей квалификации, в том числе являющимися стороной договора о сетевой форме реализации образовательных программ и (или) договора о практической подготовке обучающихся (далее - организации-партнеры).

Демонстрационный экзамен проводится с использованием единых оценочных материалов, включающих в себя конкретные комплекты оценочной документации, варианты заданий и критерии оценивания (далее – оценочные материалы), выбранные образовательной организацией, исходя из содержания реализуемой образовательной программы, из размещенных на официальном сайте оператора в сети «Интернет» единых оценочных материалов. С материалами можно ознакомиться по ссылке https://bom.firpo.ru/Public/2291.

Комплект оценочной документации (КОД) включает комплекс требований для проведения демонстрационного экзамена, перечень оборудования и оснащения, расходных материалов, средств обучения и воспитания, примерный план застройки площадки демонстрационного экзамена, требования к составу экспертных групп, инструкции по технике безопасности, а также образцы заданий.

Задания демонстрационного экзамена доводятся до главного эксперта в день, предшествующий дню начала демонстрационного экзамена.

Образовательная организация обеспечивает необходимые технические условия для обеспечения заданиями во время демонстрационного экзамена выпускников, членов ГЭК, членов экспертной группы.

Демонстрационный экзамен проводится в центре проведения демонстрационного экзамена (далее - центр проведения экзамена), представляющем собой площадку, оборудованную и оснащенную в соответствии с комплектом оценочной документации.

Выпускники проходят демонстрационный экзамен в центре проведения экзамена в составе экзаменационных групп.

Место расположения центра проведения экзамена, дата и время начала проведения демонстрационного экзамена, расписание сдачи экзаменов в составе экзаменационных групп, планируемая продолжительность проведения демонстрационного экзамена, технические перерывы в проведении демонстрационного экзамена определяются планом проведения демонстрационного экзамена, утверждаемым ГЭК совместно с образовательной организацией не позднее чем за двадцать календарных дней до даты проведения демонстрационного экзамена. Образовательная организация знакомит с планом проведения демонстрационного экзамена выпускников, сдающих демонстрационный экзамен, и лиц, обеспечивающих проведение демонстрационного экзамена, в срок не позднее чем за пять рабочих дней до даты проведения экзамена.

Количество, общая площадь и состояние помещений, предоставляемых для проведения демонстрационного экзамена, должны обеспечивать проведение демонстрационного экзамена в соответствии с комплектом оценочной документации.

Результаты проведения ГИА оцениваются с проставлением одной из отметок: «отлично»,

«хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» - и объявляются в тот же день после оформления протоколов заседаний ГЭК.

Процедура оценивания результатов выполнения заданий демонстрационного экзамена осуществляется членами экспертной группы по 80 -балльной системе в соответствии с требованиями комплекта оценочной документации.

Схема перевода результатов демонстрационного экзамена из 80-бальной шкалы в пятибалльную

Оценка (пятибалльная шкала)	**«2»**	**«3»**	**«4»**	**«5»**
Процент от максимального балла	0,00 – 19,99	20,00 – 39,99	40,00 – 69,99	70,00 - 100,00

Баллы выставляются в протоколе проведения демонстрационного экзамена, который подписывается каждым членом экспертной группы и утверждается главным экспертом после завершения экзамена для экзаменационной группы.

При выставлении баллов присутствует член ГЭК, не входящий в экспертную группу, присутствие других лиц запрещено.

Подписанный членами экспертной группы и утвержденный главным экспертом протокол проведения демонстрационного экзамена далее передается в ГЭК для выставления оценок по итогам ГИА.

Оригинал протокола проведения демонстрационного экзамена передается на хранение в образовательную организацию в составе архивных документов

Организация и проведение защиты дипломного проекта (работы)

Общие положения.

Программа организации проведения защиты дипломного проекта (работы) как формы ГИА включает общие положения, тематику, структуру и содержание дипломного проекта (работы), порядок оценки результатов дипломного проекта (работы).

Дипломный проект (работа) направлен на систематизацию и закрепление знаний выпускника по специальности, а также определение уровня готовности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности. Дипломный проект (работа) предполагает самостоятельную подготовку (написание) выпускником проекта (работы), демонстрирующего уровень знаний выпускника в рамках выбранной темы, а также сформированность его профессиональных умений и навыков.

Тематика дипломных проектов (работ) определяется образовательной организацией. Выпускнику предоставляется право выбора темы дипломного проекта (работы), в том числе предложения своей темы с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки для практического применения. Тема дипломного проекта (работы) должна соответствовать содержанию одного или нескольких профессиональных модулей, входящих в образовательную программу среднего профессионального образования.

Для подготовки дипломного проекта (работы) выпускнику назначается руководитель и при необходимости консультанты, оказывающие выпускнику методическую поддержку.

Закрепление за выпускниками тем дипломных проектов (работ), назначение руководителей и консультантов осуществляется распорядительным актом образовательной организации.

Тематику дипломных проектов (работ), структуру и содержание дипломного проекта (работы), порядок оценки результатов и систему оценивания образовательная организация разрабатывает самостоятельно.

Структура и содержание дипломной работы (проекта).

- Титульный лист.
- Задание на дипломную работу.
- Содержание.
- Введение.
- Основная часть, включающая теоретический и практический разделы.
- Заключение.
- Список использованных источников.
- Приложения.

Перечень вопросов, подлежащих разработке, определяется темой конкретной дипломной работой (проектом).

Порядок оценки результатов выполнения дипломной работы (проекта).

Основными критериями оценки качества дипломных работ являются:

- актуальность темы исследования, сложность ее разработки;

- логичность структуры и содержания работы, полнота раскрытия темы исследования, степень достижения поставленных целей и задач;

- полнота использования источников, отечественной и иностранной специальной литературы по рассматриваемым вопросам;

- полнота и качество собранных фактических данных по объекту исследования, качество проведенных расчетов;

- творческий характер анализа и обобщения фактических данных на основе современных методов и научных достижений;

- практическое значение предложений, выводов и рекомендаций, степень их обоснованности и возможность реального внедрения в работу организаций;

- оформление работы в соответствии с методическими указаниями, навыки владения компьютерной техникой в процессе выполнения дипломной работы.

Оценка «5» (отлично) ставится в случае, когда содержание представленной работы соответствует ее названию, просматривается четкая целевая направленность, необходимая глубина исследования. Выпускник логически последовательно излагает материал, базируясь на прочных теоретических знаниях по избранной теме. Стиль изложения корректен, работа оформлена грамотно, на основании стандарта. Допустима одна неточность, описка, которая не является следствием незнания или непонимания излагаемого материала.

Оценка «4» (хорошо) - содержание представленной работы соответствует ее названию, просматривается целевая направленность. При выполнении работы аттестуемый соблюдает логическую последовательность изложения материала, но обоснования для полного раскрытия темы недостаточны. Допущены одна ошибка или два-три недочета в оформлении работы, выкладках, эскизах, чертежах;

Оценка «3» (удовлетворительно) - допущено более одной ошибки или трех недочетов, но при этом аттестуемый обладает обязательными знаниями по излагаемой работе;

Оценка «2» (неудовлетворительно) - допущены существенные ошибки, аттестуемый не обладает обязательными знаниями по излагаемой теме в полной мере или значительная часть работы выполнена не самостоятельно.

Порядок оценки защиты дипломной работы.

Результаты защиты дипломной работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Дипломная работа оценивается членами Итоговой аттестационной комиссии на ее закрытом заседании в день защиты. Оценки объявляются комиссией в тот же день.

Основными критериями оценки качества дипломных работ являются:

- уровень теоретической и практической подготовки выпускника, умение вести полемику по теоретическим и практическим вопросам дипломной работы, глубина и правильность ответов на замечания рецензентов и вопросы членов ГЭК;
- навыки лаконичного, четкого и грамотного изложения материала;
- оформление работы, качество представленного графического материала;
- содержание отзыва и рецензии на дипломную работу.

Оценка «Отлично» выставляется за дипломную работу, которая имеет грамотно изложенную теоретическую главу, глубокий анализ и разбор практической стороны вопроса, логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными предложениями, имеющими практическую значимость. Работа написана грамотным литературным языком, тщательно выверена, оформление соответствуют действующим государственным стандартам, сопровождается достаточным объемом табличного и графического материала, имеет положительные отзывы руководителя и рецензента. При ее защите выпускник показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, а во время доклада использует наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.) или раздаточный материал, дает четкие и аргументированные ответы на вопросы, заданные членами ГЭК.

Оценка «Хорошо» выставляется за дипломную работу, которая имеет грамотно изложенную теоретическую главу, в ней представлены достаточно подробный анализ и разбор практической деятельности, последовательно изложен материала с соответствующими выводами, однако анализ источников неполный, выводы недостаточно аргументированы, в ее структуре и содержании есть отдельные погрешности, не имеющие принципиального характера. Работа имеет положительный отзыв руководителя и рецензента. При ее защите выпускник показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, вносит предложения по теме исследования, во время доклада использует наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.) или раздаточный материал, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы.

Оценка «Удовлетворительно» выставляется за дипломную работу, которая имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, однако в ней просматривается непоследовательность изложения материала, проведенное исследование содержит поверхностный анализ и недостаточный разбор материала, выводы неконкретны, рекомендации слабо аргументированы, представлены необоснованные предложения, в литературном стиле и оформлении работы имеются погрешности. В отзывах рецензентов имеются замечания по содержанию работы. При ее защите выпускник проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется за дипломную работу, которая не имеет анализа рассматриваемого вопроса, не отвечает требованиям, изложенным в методических

указаниях по выполнению дипломной работы. В работе нет выводов. В отзывах руководителя и рецензента имеются критические замечания. При защите дипломной работы выпускник затрудняется отвечать на поставленные вопросы по ее теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки. К защите не подготовлены наглядные пособия и раздаточный материал.

Результаты защиты дипломных работ оформляются протоколами заседания Государственной экзаменационной комиссии.

Порядок подачи и рассмотрения апелляций

По результатам ГИА выпускник имеет право подать в апелляционную комиссию письменную апелляцию о нарушении, по его мнению, Порядка и (или) несогласии с результатами ГИА (далее - апелляция).

Апелляция подается лично выпускником или родителями (законными представителями) несовершеннолетнего выпускника в апелляционную комиссию образовательной организации.

Апелляция о нарушении Порядка подается непосредственно в день проведения ГИА, в том числе до выхода из центра проведения экзамена.

Апелляция о несогласии с результатами ГИА подается не позднее следующего рабочего дня после объявления результатов ГИА.

Апелляция рассматривается апелляционной комиссией не позднее трех рабочих дней с момента ее поступления.

Состав апелляционной комиссии утверждается образовательной организацией одновременно с утверждением состава ГЭК.

Апелляционная комиссия состоит из председателя апелляционной комиссии, не менее пяти членов апелляционной комиссии и секретаря апелляционной комиссии из числа педагогических работников образовательной организации, не входящих в данном учебном году в состав ГЭК. Председателем апелляционной комиссии может быть назначено лицо из числа руководителей или заместителей руководителей организаций, осуществляющих образовательную деятельность, соответствующую области профессиональной деятельности, к которой готовятся выпускники, представителей организаций-партнеров или их объединений, включая экспертов, при условии, что направление деятельности данных представителей соответствует области профессиональной деятельности, к которой готовятся выпускники, при условии, что такое лицо не входит в состав ГЭК.

Апелляция рассматривается на заседании апелляционной комиссии с участием не менее двух третей ее состава.

На заседание апелляционной комиссии приглашается председатель соответствующей ГЭК, а также главный эксперт при проведении ГИА в форме демонстрационного экзамена.

При проведении ГИА в форме демонстрационного экзамена по решению председателя апелляционной комиссии к участию в заседании комиссии могут быть также привлечены члены экспертной группы, технический эксперт.

По решению председателя апелляционной комиссии заседание апелляционной комиссии может пройти с применением средств видео, конференц-связи, а равно посредством предоставления письменных пояснений по поставленным апелляционной комиссией вопросам.

Выпускник, подавший апелляцию, имеет право присутствовать при рассмотрении апелляции.

С несовершеннолетним выпускником имеет право присутствовать один из родителей

(законных представителей).

Указанные лица должны при себе иметь документы, удостоверяющие личность.

Рассмотрение апелляции не является пересдачей ГИА.

При рассмотрении апелляции о нарушении Порядка апелляционная комиссия устанавливает достоверность изложенных в ней сведений и выносит одно из следующих решений:

об отклонении апелляции, если изложенные в ней сведения о нарушениях Порядка не подтвердились и (или) не повлияли на результат ГИА;

об удовлетворении апелляции, если изложенные в ней сведения о допущенных нарушениях Порядка подтвердились и повлияли на результат ГИА.

В последнем случае результаты проведения ГИА подлежат аннулированию, в связи с чем протокол о рассмотрении апелляции не позднее следующего рабочего дня передается в ГЭК для реализации решения апелляционной комиссии. Выпускнику предоставляется возможность пройти ГИА в дополнительные сроки, установленные образовательной организацией без отчисления такого выпускника из образовательной организации в срок не более четырех месяцев после подачи апелляции.

В случае рассмотрения апелляции о несогласии с результатами ГИА, полученными при прохождении демонстрационного экзамена, секретарь ГЭК не позднее следующего рабочего дня с момента поступления апелляции направляет в апелляционную комиссию протокол заседания ГЭК, протокол проведения демонстрационного экзамена, письменные ответы выпускника (при их наличии), результаты работ выпускника, подавшего апелляцию, видеозаписи хода проведения демонстрационного экзамена (при наличии).

В случае рассмотрения апелляции о несогласии с результатами ГИА, полученными при защите дипломного проекта (работы), секретарь ГЭК не позднее следующего рабочего дня с момента поступления апелляции направляет в апелляционную комиссию дипломный проект (работу), протокол заседания ГЭК.

В результате рассмотрения апелляции о несогласии с результатами ГИА апелляционная комиссия принимает решение об отклонении апелляции и сохранении результата ГИА либо об удовлетворении апелляции и выставлении иного результата ГИА. Решение апелляционной комиссии не позднее следующего рабочего дня передается в ГЭК. Решение апелляционной комиссии является основанием для аннулирования ранее выставленных результатов ГИА выпускника и выставления новых результатов в соответствии с мнением апелляционной комиссии.

Решение апелляционной комиссии принимается простым большинством голосов. При равном числе голосов голос председательствующего на заседании апелляционной комиссии является решающим.

Решение апелляционной комиссии доводится до сведения подавшего апелляцию выпускника в течение трех рабочих дней со дня заседания апелляционной комиссии.

Решение апелляционной комиссии является окончательным и пересмотру не подлежит.

Решение апелляционной комиссии оформляется протоколом, который подписывается председателем (заместителем председателя) и секретарем апелляционной комиссии и хранится в архиве образовательной организации.

Приложение 1

Перечень тем дипломных работ
по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии

1. Разработка и изготовление объемно пространственных макетов на примере сборного режущего инструмента методами аддитивных технологий.
2. Разработка и изготовление объемно пространственных макетов на примере приспособления станочного в масштабе 1:4» методами аддитивных технологий.
3. Разработка и изготовление изделия «Турбина» методами аддитивных технологий.
4. Разработка и изготовление изделия «Тиски» методами аддитивных технологий.
5. Разработка и изготовление изделия в машиностроительном производстве методами аддитивных технологий.
6. Разработка и изготовление изделия «Подставка для карандашей» методами аддитивных технологий.
7. Разработка и изготовление изделия «Кран водопроводный» методами аддитивных технологий.
8. Разработка и изготовление изделия «Корпус рулетки» методами аддитивных технологий.
9. Разработка и изготовление изделия «Редуктор» методами аддитивных технологий.
10. Разработка и изготовление изделия «Поршень мотора» методами аддитивных технологий.
11. Разработка и изготовление изделия «Вентилятор» методами аддитивных технологий.
12. Разработка и изготовление изделия «Защитная маска» методами аддитивных технологий.
13. Разработка и изготовление изделия «Настольная лампа» методами аддитивных технологий.
14. Разработка и изготовление изделия «Настольная лампа» методами аддитивных технологий.
15. Разработка и изготовление изделия «Звёздочка» методами аддитивных технологий.
16. Разработка и изготовление изделия «Пылесос» методами аддитивных технологий.
17. Разработка и изготовление изделия «Редуктор» методами аддитивных технологий.
18. Разработка и изготовление изделия «Ручка КП» методами аддитивных технологий.
19. Разработка и изготовление 3D-принтера по типу конструкции методами аддитивных технологий
20. Разработка и изготовление изделия «Разводной ключ» методами аддитивных технологий.
21. Разработка и изготовление изделия «Центробежный насос» методами аддитивных технологий.

Лист ознакомления

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Дата	Подпись

Приложение 5
к ОПОП-П СПО по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ВОСПИТАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 15.01.09 АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УГПС 15.00.00 МАШИНОСТРОЕНИЕ

Санкт-Петербург 2025

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. ЦЕЛЕВОЙ....4
1.1. Цель и задачи воспитания обучающихся....4
1.2. Направления воспитания....4
1.3. Целевые ориентиры воспитания....5
РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ....10
2.1. Уклад образовательной организации, реализующей программы СПО....10
2.2. Воспитательные модули: виды, формы, содержание воспитательной деятельности....12
РАЗДЕЛ 3. ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ....19
3.1. Кадровое обеспечение....19
3.2. Нормативно-методическое обеспечение....24
3.3. Требования к условиям работы с обучающимися с особыми образовательными потребностями....25
3.4. Система поощрения профессиональной успешности и проявлений активной жизненной позиции обучающихся....25
3.5. Символика колледжа....26
3.6. Анализ воспитательного процесса....27
Приложение 1. Примерный календарный план воспитательной работы....28

Пояснительная записка

Рабочая программа воспитания предназначена для планирования и организации системной воспитательной деятельности; реализуется в единстве аудиторной, внеаудиторной и практической деятельности, осуществляемой совместно с другими участниками образовательных отношений, социальными партнерами; предусматривает формирование у обучающихся устойчивой системы нравственных ценностей на основе российских традиционных ценностей; формирование исторического сознания; российской культурной и гражданской идентичности.

Рабочая программа воспитания разработана в соответствии с:

- Конституцией Российской Федерации;
- Федеральным закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Стратегией развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.05.2015 № 996-р) и Планом мероприятий по её реализации в 2021-2025 годах (утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 12.11.2020 № 2945-р);
- Стратегией национальной безопасности Российской Федерации (утверждена Указом Президента Российской Федерации от 02.07.2021 № 400);
- Основами государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей (утверждены Указом Президента Российской Федерации от 09.11.2022 № 809);
- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам СПО, утвержденного приказом Минпросвещения России от 24.08.2022 № 762;
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 8 ноября 2023 № 835 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии».

Рабочая программа воспитания является обязательной частью образовательной программы специалистов среднего звена по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии.

Рабочая программа воспитания включает три раздела: целевой, содержательный, организационный.

Исполнители программы воспитания: директор, заместитель директора по воспитательной работе, кураторы, мастера производственного обучения, преподаватели, педагоги-психологи, педагоги-организаторы, социальный педагог, руководитель физического воспитания, преподаватель-организатор ОБЖ, члены Студенческого совета.

РАЗДЕЛ 1. ЦЕЛЕВОЙ

1.1 Цель и задачи воспитания обучающихся

Воспитательная деятельность в колледже является неотъемлемой частью образовательного процесса, планируется и осуществляется в соответствии с приоритетами государственной политики в сфере воспитания.

Современный российский национальный воспитательный идеал – это высоконравственный, творческий, компетентный гражданин России, принимающий судьбу Отечества как свою личную, осознающий ответственность за настоящее и будущее страны, укорененный в духовных и культурных традициях многонационального народа Российской Федерации.

Цель воспитания обучающихся – развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде.

Источником базовых российских ценностей является духовнонравственная культура многонационального народа России.

Базовые российские ценности – инвариантное содержание воспитания в российском обществе, системе образования.

Задачи воспитания:

- усвоение обучающимися знаний о нормах, духовно-нравственных ценностях, которые выработало российское общество (социально значимых знаний);
- формирование и развитие осознанного позитивного отношения к ценностям, нормами правилам поведения, принятым в российском обществе (их освоение, принятие), современного научного мировоззрения, мотивации к труду, непрерывному личностному и профессиональному росту;
- приобретение социокультурного опыта поведения, общения, межличностных и социальных отношений, в том числе в профессионально ориентированной деятельности;
- подготовка к самостоятельной профессиональной деятельности с учетом получаемой квалификации (социально-значимый опыт).

1.2. Направления воспитания

Рабочая программа воспитания реализуется в единстве учебной и воспитательной деятельности с учётом направлений воспитания:

- **гражданское воспитание** – формирование российской идентичности, чувства принадлежности к своей Родине, ее историческому и культурному наследию, многонациональному народу России, уважения к правам и свободам гражданина России; формирование активной гражданской позиции, правовых знаний и правовой культуры;

- **патриотическое воспитание** – формирование чувства глубокой привязанности к своей малой родине, родному краю, России, своему народу и многонациональному народу России, его традициям; чувства гордости за достижения России и ее культуру, желания защищать интересы своей Родины и своего народа;

- **духовно-нравственное воспитание** – формирование устойчивых ценностно-смысловых установок обучающихся по отношению к духовно-нравственным ценностям российского общества, к культуре народов России, готовности к сохранению, преумножению и трансляции культурных традиций и ценностей многонационального российского государства;

- **эстетическое воспитание** – формирование эстетической культуры, эстетического отношения к миру, приобщение к лучшим образцам отечественного и мирового искусства;

- **физическое воспитание, формирование культуры здорового образа жизни и эмоционального благополучия** – формирование осознанного отношения к здоровому и безопасному образу жизни, потребности физического самосовершенствования, неприятия вредных привычек;

- **профессионально-трудовое воспитание** – формирование позитивного и добросовестного отношения к труду, культуры труда и трудовых отношений, трудолюбия, профессионально значимых качеств личности, умений и навыков; мотивации к творчеству и инновационной деятельности; осознанного отношения к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной деятельности, к профессиональной деятельности как средству реализации собственных жизненных планов;

- **экологическое воспитание** – формирование потребности экологически целесообразного поведения в природе, понимания влияния социально-экономических процессов на состояние окружающей среды, важности рационального природопользования; приобретение опыта эколого-направленной деятельности;

- **ценности научного познания** – воспитание стремления к познанию себя и других людей, природы и общества, к получению знаний, качественного образования с учётом личностных интересов и общественных потребностей.

1.3. Целевые ориентиры воспитания

Целевые ориентиры результатов воспитания представляют собой социально нормативные возрастные характеристики возможных достижений обучающегося на этапе завершения образования:

- сформулированы для педагогов как целевые ориентиры результатов воспитательной деятельности;
- основаны на базовых российских конституционных ценностях;
- учитывают возраст обучающихся и преемственность по уровням образования.

1.3.1. Инвариантные целевые ориентиры

Целевые ориентиры результатов воспитания выпускников колледжа (по направлениям воспитания)

Целевые ориентиры
Гражданское воспитание
Осознанно выражающий свою российскую гражданскую принадлежность

(идентичность) в поликультурном, многонациональном и многоконфессиональном российском обществе, в мировом сообществе.

Сознающий своё единство с народом России как источником власти и субъектом тысячелетней российской государственности, с Российским государством, ответственность за его развитие в настоящем и будущем на основе исторического просвещения, российского национального исторического сознания.

Проявляющий гражданско-патриотическую позицию, готовность к защите Родины, способный аргументированно отстаивать суверенитет и достоинство народа России и Российского государства, сохранять и защищать историческую правду.

Ориентированный на активное гражданское участие в социально-политических процессах на основе уважения закона и правопорядка, прав и свобод сограждан.

Осознанно и деятельно выражающий неприятие любой дискриминации по социальным, национальным, расовым, религиозным признакам, проявлений экстремизма, терроризма, коррупции, антигосударственной деятельности.

Обладающий опытом гражданской социально значимой деятельности (в студенческом самоуправлении, добровольческом движении, предпринимательской деятельности, экологических, военно-патриотических и др. объединениях, акциях, программах)

Патриотическое воспитание

Осознающий свою национальную, этническую принадлежность, демонстрирующий приверженность к родной культуре, любовь к своему народу.

Сознающий причастность к многонациональному народу Российской Федерации, Отечеству, общероссийскую идентичность.

Проявляющий деятельное ценностное отношение к историческому и культурному наследию своего и других народов России, их традициям, праздникам.

Проявляющий уважение к соотечественникам, проживающим за рубежом, поддерживающий их права, защиту их интересов в сохранении общероссийской идентичности.

Духовно-нравственное воспитание

Проявляющий приверженность традиционным духовно-нравственным ценностям, культуре народов России с учётом мировоззренческого, национального, конфессионального самоопределения.

Проявляющий уважение к жизни и достоинству каждого человека, свободе мировоззренческого выбора и самоопределения, к представителям различных этнических групп, традиционных религий народов России, их национальному достоинству и религиозным чувствам с учётом соблюдения конституционных прав и свобод всех граждан.

Понимающий и деятельно выражающий понимание ценности межнационального, межрелигиозного согласия, способный вести диалог с людьми разных национальностей и вероисповеданий, находить общие цели и сотрудничать для их достижения.

Ориентированный на создание устойчивой семьи на основе российских традиционных семейных ценностей, рождение и воспитание детей, принятие родительской ответственности.

Обладающий сформированными представлениями о ценности и значении в отечественной и мировой культуре языков и литературы народов России.

Эстетическое воспитание

Выражающий понимание ценности отечественного и мирового искусства, российского и мирового художественного наследия.

Проявляющий восприимчивость к разным видам искусства, понимание эмоционального воздействия искусства, его влияния на душевное состояние и поведение

людей, умеющий критически оценивать это влияние.

Проявляющий понимание художественной культуры как средства коммуникации и самовыражения в современном обществе, значение нравственных норм, ценностей, традиций в искусстве.

Ориентированный на осознанное творческое самовыражение, реализацию творческих способностей, на эстетическое обустройство собственного быта, профессиональной среды.

Физическое воспитание, формирование культуры здоровья и эмоционального благополучия

Понимающий и выражающий в практической деятельности понимание ценности жизни, здоровья и безопасности, значение личных усилий в сохранении и укреплении своего здоровья и здоровья других людей.

Соблюдающий правила личной и общественной безопасности, в том числе безопасного поведения в информационной среде.

Выражающий на практике установку на здоровый образ жизни (здоровое питание, соблюдение гигиены, режим занятий и отдыха, регулярную физическую активность), стремление к физическому совершенствованию.

Проявляющий сознательное и обоснованное неприятие вредных привычек (курения, употребления алкоголя, наркотиков, любых форм зависимостей), деструктивного поведения в обществе и цифровой среде, понимание их в еда для физического и психического здоровья.

Демонстрирующий навыки рефлексии своего состояния (физического, эмоционального, психологического), понимания состояния других людей.

Демонстрирующий и развивающий свою физическую подготовку, необходимую для избранной профессиональной деятельности, способности адаптироваться к стрессовым ситуациям в общении, в изменяющихся условиях (профессиональных, социальных, информационных, природных), эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

Использующий средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.

Профессионально-трудовое воспитание

Понимающий профессиональные идеалы и ценности, уважающий труд, результаты труда, трудовые достижения российского народа, трудовые и профессиональные достижения своих земляков, их вклад в развитие своего поселения, края, страны.

Участвующий в социально значимой трудовой и профессиональной деятельности разного вида в семье, образовательной организации, на базах производственной практики, в своей местности.

Выражающий осознанную готовность к непрерывному образованию и самообразованию в выбранной сфере профессиональной деятельности.

Понимающий специфику профессионально-трудовой деятельности, регулирования трудовых отношений, готовый учиться и трудиться в современном высокотехнологичном мире на благо государства и общества.

Ориентированный на осознанное освоение выбранной сферы профессиональной деятельности с учётом личных жизненных планов, потребностей своей семьи, государства и общества.

Обладающий сформированными представлениями о значении и ценности выбранной профессии, проявляющий уважение к своей профессии и своему профессиональному сообществу, поддерживающий позитивный образ и престиж своей профессии в обществе.

Экологическое воспитание

Демонстрирующий в поведении сформированность экологической культуры на основе понимания влияния социально-экономических процессов на природу, в том числе на глобальном уровне, ответственность за действия в природной среде.

Выражающий деятельное неприятие действий, приносящих вред природе, содействующий сохранению и защите окружающей среды. Применяющий знания из общеобразовательных и профессиональных дисциплин для разумного, бережливого производства и природопользования, ресурсосбережения в быту, в профессиональной среде, общественном пространстве. Имеющий и развивающий опыт экологически направленной, природоохранной, ресурсосберегающей деятельности, в том числе в рамках выбранной специальности, способствующий его приобретению д людьми.
Ценности научного познания
Деятельно выражающий познавательные интересы в разных предметных областях с учётом своих интересов, способностей, достижений, выбранного направления профессионального образования и подготовки. Обладающий представлением о современной научной картине мира, достижениях науки и техники, аргументировано выражающий понимание значения науки и технологий для развития российского общества и обеспечения его безопасности. Демонстрирующий навыки критического мышления, определения достоверности научной информации, в том числе в сфере профессиональной деятельности. Умеющий выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам. Использующий современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности. Развивающий и применяющий навыки наблюдения, накопления и систематизации фактов, осмысления опыта в естественнонаучной и гуманитарной областях познания, исследовательской и профессиональной деятельности

1.3.2. Вариативные целевые ориентиры результатов воспитания по направлению подготовки

Вариативные целевые ориентиры результатов воспитания, отражающие специфику специальности *15.02.19 Сварочное производство*
Гражданское воспитание
– понимающий профессиональное значение отрасли, *специальности 15.02.09 Аддитивные технологии* для социально-экономического и научно-технологического развития страны;
– осознанно проявляющий гражданскую активность в социальной и экономической жизни *Санкт-Петербурга;*
Патриотическое воспитание
– осознанно проявляющий неравнодушное отношение к выбранной профессиональной деятельности, постоянно совершенствуется, профессионально растет, прославляя свою профессию;
Духовно-нравственное воспитание
– обладающий сформированными представлениями о значении и ценности *специальности 15.02.09 Аддитивные технологии*, знающий и соблюдающий правила и нормы профессиональной этики*;*
Эстетическое воспитание
– демонстрирующий знания эстетических правил и норм в профессиональной культуре *специальности 15.02.09 Аддитивные технологии*;

– использующий возможности художественной и творческой деятельности в целях саморазвития и реализации творческих способностей, в том числе в профессиональной деятельности*;*
Физическое воспитание, формирование культуры здоровья и эмоционального благополучия
– демонстрирующий физическую подготовленность и физическое развитие в соответствии с требованиями будущей профессиональной деятельности *специальности 15.02.09 Аддитивные технологии;*
Профессионально-трудовое воспитание
– применяющий знания о нормах выбранной *специальности 15.02.09 Аддитивные технологии,* всех ее требований и выражающий готовность реально участвовать в профессиональной деятельности в соответствии с нормативно-ценностной системой;
– готовый к освоению новых компетенций в профессиональной отрасли;
– обладающий опытом использования в профессиональной деятельности разработки и проектирования различных видов судов, включая морских и речных судов, подводных и надводных аппаратов с целью осуществления технического сопровождения в сфере техники и технологии кораблестроения и водного транспорта;
– обладающий знаниями о технических устройствах, их свойствах, принципах работы в рамках *специальности 15.02.09 Аддитивные технологии;*
Экологическое воспитание
– ответственно подходящий к рациональному потреблению энергии, воды и других природных ресурсов в жизни в рамках обучения и профессиональной деятельности;
– понимающий основы экологической культуры в профессиональной деятельности, обеспечивающей ответственное отношение к окружающей социально-природной, производственной среде и здоровью*;*
Ценности научного познания
– обладающий опытом участия в научных, научно-исследовательских проектах, мероприятиях, конкурсах в рамках профессиональной направленности *специальности 15.02.09 Аддитивные технологии;*
– обладающий знаниями в области техники и технологий кораблестроения и водного транспорта, умением поиска, применением систематического подхода, как в сборе данных, анализе и интерпретации;
– проявляющий сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности*;*

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ

2.1 Уклад Колледжа

СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий» является одним из ведущих колледжей Санкт-Петербурга по подготовке специалистов для судостроительной отрасли города.

СПб ГБПОУ «Колледж судостроения и прикладных технологий» - бюджетное образовательное учреждение среднего профессионального образования, осуществляющее подготовку квалифицированных рабочих, служащих и специалистов среднего звена для судостроительных предприятий города, таких как АО «Адмиралтейские верфи», ПАО Судостроительный завод «Северная верфь», АО «Балтийский завод» и др.

Учебное заведение является одним из старейших учебных заведений города. За 142 года своего существования Колледж прошел путь своего становления и развития и сейчас занимает достойное место среди учреждений среднего профессионального образования Санкт-Петербурга. Многолетнее сотрудничество объединяет колледж судостроения и прикладных технологий с крупнейшими судостроительными предприятиями города. Партнерство с предприятиями позволяет Колледжу соответствовать требованиям современной экономики и перспективам ее развития, потребностям личности и рынка труда. В колледже ведется планомерная работа по совершенствованию качества подготовки специалистов. Разработаны и утверждены основные направления политики в области качества образовательной деятельности, ориентированные на непрерывное улучшение качества содержания образования и соответствие его не только требованиям ФГОС СПО, но и динамично изменяющимся требованиям рынка образовательных услуг и рынка труда: повышение квалификации и практических навыков инженерно-педагогического и вспомогательного персонала колледжа; непрерывное улучшение качества контроля знаний, умений и навыков студентов на базе современных педагогических технологий; развитие корпоративной культуры колледжа; совершенствование системы управления колледжем на основе современных методов менеджмента.

Одно из важнейших изменений, определяющее успех средней профессиональной школы - это развитие сотрудничества с социальными партнерами, которые определяют содержательную базу и обеспечивают независимую оценку качественной подготовки специалистов, востребованных на рынке труда.

С 2023 года в рамках реализации Федерального проекта «Профессионалитет» государственной программы Российской Федерации «Развитие образования» на базе колледжа функционирует образовательно-производственный кластер «Судостроение (машиностроение). Центр создан в форме объединения государственных образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования, с организациями, действующими в реальном секторе экономики без образования юридического лица.

Миссия колледжа: ***«Обеспечение текущих и перспективных потребностей судостроительной отрасли в квалифицированных кадрах среднего звена, готовых к практической деятельности в условиях инновационного развития производства и цифровизации экономики»*** направлена на подготовку специалистов нового типа, достойных граждан России, ориентированных на высокие нравственные ценности, свободно владеющих своей профессией, готовых к эффективной профессиональной деятельности на уровне современных стандартов и передовых технологий, способных жить и трудиться в стремительно меняющихся социально-экономических условиях.

Кадровое обеспечение образовательного процесса соответствует требованиям ФГОС СПО по специальностям и профессиям, реализуемых Колледжем в части требований к условиям реализации образовательных программ (базовое образование преподавательского состава соответствует содержанию подготовки обучающихся, осуществляемой в Колледже по

всем блокам дисциплин и отвечает целям, задачам и направлениям образовательной деятельности).

По реализуемым образовательным программам кластер полностью укомплектован педагогическими кадрами, но, учитывая введение новых образовательных программ, возникает потребность в специалистах с профильным образованием в области судостроения и машиностроения, поэтому сейчас ведется работа по привлечению к работе ведущих специалистов судостроительных предприятий и преподавателей профильных вузов.

С целью формирования профессионально важных качеств контингента обучающихся для подготовки квалифицированных рабочих кадров и специалистов среднего звена с учётом потребностей региональной экономики, оказания помощи молодёжи в профессиональном самоопределении, становлении, социальной и психологической адаптации, дальнейшей трудовой деятельности в колледже реализуется программа популяризации федерального проекта «Профессионалитет». Создана команда Амбассадоров Профессионалитета**.**

Социокультурная среда колледжа соответствует требованиям ФГОС СПО и обеспечивает всестороннее развитие личности и успешную социализацию обучающихся.

Открытость жизни колледжа обеспечивается освещением всех важнейших событий в Интернет-пространстве: на сайте https://ксипт.рф/ и в сообществе образовательной организации в социальной сети ВКонтакте. Одним из важных показателей оценки образовательного потенциала Колледжа в условиях цифровой экономики является уровень информатизации, мультисервисность образовательных услуг.

Информационная инфраструктура Колледжа оказывает существенное влияние на все компоненты образовательного процесса и позволяет на новой технологической базе реализовать активное использование групповых форм обучения, самостоятельное управление своей учебной деятельностью, интерактивное общение педагогов с обучающимися; трансформацию методов и форм обучения, направленность учебного процесса на развитие личностных, деловых и информационных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС СПО и рынка труда.

Профессионализм, компетентность, методический потенциал педагогического коллектива, встроенность в общероссийскую систему образования, позволяют готовить высококвалифицированных специалистов, обладающих компетенциями будущего - 4К: креативность, командная работа, критическое мышление, коммуникация.

Система управления, сочетающая принципы единоначалия и коллегиальности, опирающаяся на современные инфокоммуникационные технологии, обеспечивает осуществление Колледжем своей миссии и достижение поставленных целей.

2.2. Воспитательные модули: виды, формы, содержание воспитательной деятельности

Модуль «Образовательная деятельность»

Реализация воспитательного потенциала занятий (урочной деятельности, аудиторных занятий в рамках максимально допустимой учебной нагрузки) предусматривает:

- максимальное использование воспитательных возможностей содержания учебных дисциплин для формирования у обучающихся российских традиционных духовно-нравственных и социокультурных ценностей, российского исторического сознания на основе исторического просвещения; подбор соответствующего тематического

содержания, текстов для чтения, задач для решения, проблемных ситуаций для обсуждений;

- включение педагогами в рабочие программы по всем учебным дисциплинам, курсам, модулям целевых ориентиров результатов воспитания, их учет в формулировках воспитательных задач уроков, занятий, освоения учебной тематики, их реализация в обучении;
- включение педагогами в рабочие программы дисциплин, курсов, модулей тематики в соответствии с календарным планом воспитательной работы;
- выбор методов, методик, технологий, оказывающих воспитательное воздействие на личность в соответствии с воспитательным идеалом, целью и задачами воспитания, целевыми ориентирами результатов воспитания; реализация приоритета воспитания в учебной деятельности;
- привлечение внимания обучающихся к ценностному аспекту изучаемых на занятиях предметов, явлений и событий, инициирование обсуждений, высказываний своего мнения, выработки своего личностного отношения к изучаемым событиям, явлениям, лицам;
- применение интерактивных форм учебной работы: интеллектуальных, стимулирующих познавательную мотивацию; игровых методик, дискуссий, дающих возможность приобрести опыт ведения конструктивного диалога; групповой работы, которая учит строить отношения и действовать в команде, способствует развитию критического мышления;
- побуждение обучающихся соблюдать нормы поведения, правила общения со сверстниками и педагогами, соответствующие укладу колледжа, установление и поддержка доброжелательной атмосферы;
- использование учебных материалов (образовательного контента, художественных фильмов, литературных произведений и проч.), способствующих повышению статуса и престижа рабочих профессий, прославляющих трудовые достижения, повествующих о семейных трудовых династиях;
- инициирование и поддержка исследовательской деятельности при изучении учебных дисциплин и профессиональных модулей в форме индивидуальных и групповых проектов, исследовательских работ воспитательной направленности.

Модуль «Кураторство»

Реализация воспитательного потенциала кураторства как особого вида педагогической деятельности, направленной в первую очередь на решение задач воспитания и социализации обучающихся, предусматривает (выбираются и конкретизируются позиции, имеющиеся или запланированные):

- планирование и проведение групповых собраний обучающихся, находящихся в ведении куратора, целевой воспитательной тематической направленности по планам работы кураторов и по необходимости;
- инициирование и поддержка кураторами участия обучающихся в общих мероприятиях колледжа, оказание необходимой помощи обучающимися в их подготовке и проведении;
- поддержка активной позиции каждого обучающегося, предоставление возможности обсуждения и принятия решений, создание благоприятной среды общения;

- организация социально-значимых совместных проектов для личностного развития обучающихся, отвечающих их потребностям, дающих возможности для самореализации, установления и укрепления доверительных отношений внутри учебной группы и между группой и куратором;
- сплочение коллектива группы через игры и тренинги на командообразование;
- ведение журнала куратора и составление психологических портретов своих подопечных, осведомлённость об их интересах и проблемах;
- доверительное общение и поддержка обучающихся в решении проблем (налаживание взаимоотношений с однокурсниками или педагогами, успеваемость и т.д.), совместный поиск решений проблем, коррекция поведения через беседы индивидуально и (или) вместе с их родителями, с другими обучающимися группы;
- регулярные консультации с преподавателями, направленные на формирование единства мнений и требований педагогов по вопросам обучения и воспитания, предупреждение и разрешение конфликтов между преподавателями и обучающимися;
- организацию и проведение регулярных родительских собраний, информирование родителей об академических успехах и проблемах обучающихся, их положении в студенческой группе, о жизни группы в целом; помощь родителям и иным членам семьи во взаимодействии с педагогическим коллективом и администрацией;
- планирование, подготовку и проведение праздников, фестивалей, конкурсов, соревнований и т. д. с обучающимися.

Модуль «Наставничество»

Реализация воспитательного потенциала наставничества как универсальной технологии передачи опыта и знаний предусматривает:

- разработку программы наставничества;
- оказание психологической и профессиональной поддержки наставляемому в реализации им индивидуального маршрута и в жизненном самоопределении;
- определение инструментов оценки эффективности мероприятий по адаптации и стажировке наставляемого;
- привлечение к наставнической деятельности признанных авторитетных специалистов, имеющих большой профессиональный и жизненный опыт (сотрудников предприятий и организаций-партнеров);
- поиск и развитие лучших практик наставничества на производстве и в социальной сфере, организации и сопровождения работы в сфере профессиональной ориентации, профессиональной подготовки обучающихся и выстраивания карьерных траекторий выпускников, содействия их последующему трудоустройству на судостроительные предприятия региона;
- реализация на базе ресурсного центра колледжа инновационных образовательных программ: «повышение качества подготовки квалифицированных рабочих кадров для судостроительной отрасли на основе интеграции образования и производства. разработка организационно-методической модели внедрения наставничества в колледже и на предприятии в практику подготовки кадров по программам;
- реализация проекта «Молодежное бюро»;

- формирование медиапространства системы СПО через активное включение в работу руководства, преподавателей и студентов; формирование и развитие медиакомпетенций у студентов и преподавателей.

Модуль «Основные воспитательные мероприятия»

Реализация воспитательного потенциала основных воспитательных мероприятий предусматривает (выбираются конкретные позиции, имеющиеся или запланированные):

- проведение общих для всей образовательной организации праздников, ежегодных творческих (театрализованных, музыкальных, литературных и т. п.) мероприятий, связанных с общероссийскими, региональными, местными праздниками, памятными датами;
- проведение торжественных мероприятий, связанных с завершением образования, переходом на следующий курс, а также совместных мероприятий с организациями партнерами, направленных на знакомство и приобщение к корпоративной культуре предприятия, организации;
- разработку и реализацию обучающимися социальных, социально-профессиональных проектов, в том числе с участием социальных партнёров образовательной организации;
- организацию тематических мероприятий, нацеленных на формирование уважительного отношения к противоположному полу, понимания любви как основы таких отношений и готовности к вступлению в брак (День матери, День семьи, любви и верности и т. д.).

На внешнем уровне колледжа:

- социальные проекты – ежегодные совместно разрабатываемые и реализуемые студентами и педагогами комплексы дел (благотворительной, экологической, патриотической, трудовой направленности), ориентированные на преобразование окружающего колледж социума;

- открытые дискуссионные площадки – регулярно организуемый комплекс открытых дискуссионных площадок (студенческих, педагогических, родительских, совместных), на которые приглашаются представители других учебных заведений, деятели науки и культуры, представители власти, общественности и в рамках которых обсуждаются насущные поведенческие, нравственные, социальные, проблемы, касающиеся жизни колледжа, города, области, страны;

- участие во всероссийских акциях, посвященных значимым отечественным и международным событиям.

На уровне групп:

- выбор и делегирование актива групп в студенческий совет;

- участие групп колледжа в реализации общеколледжевских ключевых дел;

- индивидуальная помощь каждому студенту (при необходимости) в освоении навыков подготовки, проведения и анализа ключевых дел;

- наблюдение за поведением обучающегося в ситуациях подготовки, проведения и анализа ключевых дел, за его отношениями с одногруппниками, с педагогами и другими взрослыми; при необходимости коррекция поведения, обучающегося через частные беседы с

ним, через включение его в совместную работу с другими студентами, которые могли бы стать хорошим примером для обучающегося.

Модуль «Организация предметно-пространственной среды»

Реализация воспитательного потенциала предметно-пространственной среды предусматривает совместную деятельность педагогов, обучающихся, других участников образовательных отношений по её созданию, поддержанию, использованию в воспитании (выбираются и конкретизируются позиции, имеющиеся или запланированные):

- организация в доступных для обучающихся и посетителей местах музейно-выставочного пространства, содержащего экспозиции об истории и развитии образовательной организации с использованием исторических символов государства, региона, местности в разные периоды, о значимых исторических, культурных, природных, производственных объектах России, региона, местности;
- размещение карт России, регионов, муниципальных образований (современных и исторических, точных и стилизованных, географических, природных, культурологических, художественно оформленных, в том числе материалами, подготовленными обучающимися) с изображениями значимых культурных объектов своей местности, региона, России; портретов выдающихся государственных деятелей России, деятелей культуры, науки, производства, искусства, военных деятелей, героев и защитников Отечества;
- размещение, обновление художественных изображений (символических, живописных, фотографических, интерактивных) объектов природного и культурного наследия региона, местности, предметов традиционной культуры и быта;
- организацию и поддержание в образовательной организации звукового пространства позитивной духовно-нравственной, гражданско-патриотической воспитательной направленности (звонки-мелодии, музыка, информационные сообщения), исполнение гимна Российской Федерации (в начале учебной недели);
- оформление и обновление «мест новостей», стендов в помещениях общего пользования (холл первого этажа, рекреации и др.), содержащих в доступной, привлекательной форме новостную информацию позитивного профессионального, гражданско-патриотического, духовно-нравственного содержания;
- размещение материалов, отражающих ценность труда как важнейшей нравственной категории, представляющих трудовые достижения в профессиональной области, прославляющих героев и ветеранов труда, выдающихся деятелей производственной сферы, имеющей отношение к образовательной организации, предметов-символов профессиональной сферы;
- размещение информационных справочных материалов о предприятиях профессиональной сферы, имеющих отношение к профилю образовательной организации;
- размещение, поддержание, обновление на территории образовательной организации выставочных объектов, ассоциирующихся с профессиональными направлениями обучения;

- создание и обновление книжных выставок профессиональной литературы, пространства свободного книгообмена;
- оборудование, оформление, поддержание и использование спортивных и игровых пространств, площадок, зон активного и спокойного отдыха;
- совместная с обучающимися разработка, создание и популяризация символики образовательной организации (флаг, гимн, эмблема, логотип и т. п.), используемой как повседневно, так и в торжественных ситуациях;
- разработка и обновление материалов (стендов, плакатов, инсталляций и др.), акцентирующих внимание обучающихся на важных для воспитания правилах, традициях, укладе образовательной организации, актуальных вопросах профилактики и безопасности.

Предметно-пространственная среда строится как максимально доступная для обучающихся с особыми образовательными потребностями.

Модуль «Взаимодействие с родителями (законными представителями)»

Реализация воспитательного потенциала взаимодействия с родителями (законными представителями) обучающихся предусматривает*:*

- организацию взаимодействия между родителями обучающихся и преподавателями, администрацией в области воспитания и профессиональной реализации студентов;
- проведение родительских собраний по вопросам воспитания, взаимоотношений обучающихся и педагогов, условий обучения и воспитания;
- проведение тематических собраний (в том числе по инициативе родителей), на которых родители могут получать советы по вопросам воспитания, консультации психологов, врачей, социальных работников, служителей традиционных российских религий, обмениваться опытом;
- родительские чаты, Интернет-сообщества, группы с участием педагогов, на которых обсуждаются интересующие родителей вопросы, согласуется совместная деятельность;
- участие родителей в психолого-педагогических консилиумах в случаях, предусмотренных нормативными документами о психолого-педагогическом консилиуме в образовательной организации в соответствии с порядком привлечения родителей (законных представителей);
- привлечение родителей (законных представителей) к подготовке и проведению мероприятий;
- при наличии среди обучающихся детей-сирот, оставшихся без попечения родителей, приемных детей целевое взаимодействие с их законными представителями.

Модуль «Самоуправление»

Реализация воспитательного потенциала самоуправления обучающихся:

- организацию и деятельность в образовательной организации органов самоуправления обучающихся (совет обучающихся или др.);

- представление органами самоуправления интересов обучающихся в процессе управления образовательной организацией, защита законных интересов, прав обучающихся;
- участие представителей органов самоуправления обучающихся в разработке, обсуждении и реализации рабочей программы воспитания, в анализе воспитательной деятельности;
- привлечение к деятельности студенческого самоуправления выпускников, работающих по профессии/специальности, добившихся успехов в профессиональной деятельности и личной жизни.

Модуль «Профилактика и безопасность»

Реализация воспитательного потенциала профилактической деятельности в целях формирования и поддержки безопасной и комфортной среды предусматривает:

- организацию деятельности педагогического коллектива по созданию в образовательной организации безопасной среды как условия успешной воспитательной деятельности;
- вовлечение обучающихся в проекты, программы профилактической направленности, реализуемые в образовательной организации и в социокультурном окружении (антинаркотические, антиалкогольные, против курения, вовлечения в деструктивные детские и молодёжные объединения, культы, субкультуры, группы в социальных сетях; по безопасности в цифровой среде, на транспорте, на воде, безопасности дорожного движения, противопожарной безопасности, антитеррористической и антиэкстремистской безопасности, гражданской обороне и т. д.);
- сбор информации и регулярный мониторинг семей обучающихся, находящихся в сложной жизненной ситуации, профилактическая работа с неблагополучными семьями; организация психолого-педагогической поддержки обучающихся групп риска;
- организацию работы по развитию у обучающихся навыков саморефлексии, самоконтроля, устойчивости к негативному воздействию, групповому давлению;
- поддержку инициатив обучающихся, педагогов в сфере укрепления безопасности жизнедеятельности.
- организацию превентивной работы с обучающимися со сценариями социально одобряемого поведения, по развитию навыков саморефлексии, самоконтроля, устойчивости к негативным воздействиям, групповому давлению; профилактику правонарушений, дезадаптации, девиаций посредством организации деятельности, альтернативной девиантному поведению, познания (путешествия), испытания себя (походы, спорт), значимого общения, творчества, деятельности (в том числе профессиональной, благотворительной, художественной и другой), участия в Единых городских профилактических неделях, приуроченных к профилактическим датам.

Модуль «Социальное партнёрство и участие работодателей»

Реализация воспитательного потенциала социального партнёрства предусматривает:

- участие представителей организаций-партнёров, предприятий (организаций) и работодателей, в том числе в соответствии с договорами о сотрудничестве, в проведении отдельных производственных практик и мероприятий в рамках рабочей программы

воспитания и календарного плана воспитательной работы (дни открытых дверей, ярмарки вакансий, государственные, региональные праздники, торжественные мероприятия и т. п.);

- участие представителей организаций-партнёров в проведении мастер-классов, аудиторных и внеаудиторных занятий, мероприятий профессиональной направленности;
- проведение на базе организаций-партнёров отдельных аудиторных и внеаудиторных занятий, презентаций, лекций, акций воспитательной направленности;
- проведение открытых дискуссионных площадок (студенческих, педагогических, родительских, совместных), куда приглашаются представители организаций-партнёров, на которых обсуждаются актуальные проблемы, касающиеся профессиональной сферы и рынка труда, жизни образовательной организации, реализующей программы СПО, муниципального образования, региона, страны;
- реализация социальных проектов, разрабатываемых и реализуемых обучающимися и педагогами совместно с организациями-партнёрами (профессионально-трудовой, благотворительной, экологической, патриотической, духовно-нравственной и т. д. направленности), ориентированных на воспитание обучающихся, преобразование окружающего социума, позитивное воздействие на социальное окружение;
- формирование карьерных треков в рамках ФП «Профессионалитет»

Модуль «Профессиональное развитие, адаптация и трудоустройство»

Реализация воспитательного потенциала работы по профессиональному развитию, адаптации и трудоустройству в образовательной организации, реализующей программы СПС), предусматривает:

- участие в конкурсах, фестивалях, олимпиадах профессионального мастерства (в т. ч. международных), работе над профессиональными проектами различного уровня (регионального, всероссийского, международного) и др.;
- циклы мероприятий, направленных на подготовку обучающихся к осознанному планированию своей карьеры, профессионального будущего (посещения центра содействия профессиональному трудоустройству выпускников, профессиональных выставок, ярмарок вакансий, дней открытых дверей на предприятиях, в организациях высшего образования и др.);
- экскурсии (на предприятия, в организации), дающие углублённые представления о выбранной специальности и условиях работы;
- организацию мероприятий, посвященных истории организаций/предприятий партнёров; встреч с представителями коллективов, с сотрудниками-стажистами, представителями трудовых династий, авторитетными специалистами, героями и ветеранами труда, представителями профессиональных династий;
- использование обучающимися интернет-ресурсов, способствующих более глубокому изучению отраслевых технологий, способов и приёмов профессиональной деятельности, профессионального инструментария, актуального состояния профессиональной области, онлайн курсов по интересующим темам и направлениям профессионального образования;

- консультирование обучающихся по вопросам построения ими профессиональной карьеры и планов на будущую жизнь с учётом индивидуальных особенностей, интересов, потребностей;
- проведение тренингов, нацеленных на формирование рефлексивной культуры, совершенствование умений в области анализа и оценки результатов деятельности.

РАЗДЕЛ 3. ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ

3.1 Кадровое обеспечение

Для реализации рабочей программы воспитания колледж укомплектован квалифицированными специалистами.

Реализация образовательной программы обеспечивается педагогическими работниками образовательной организации, а также лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, в том числе из числа руководителей и работников организаций, направление деятельности которых соответствует области профессиональной деятельности.

Разделение функционала, связанного с планированием, организацией, обеспечением, реализацией воспитательной деятельности осуществляется на основании локальных нормативно-правовых документов образовательной организации.

Управление воспитательной деятельностью обеспечивается кадровым составом, включающим следующие должности:

№ п/п	Наименование должности	Функционал
1	Директор колледжа	- определяет основные направления политики колледжа в сфере воспитательной работы; - осуществляет контроль за деятельностью участников воспитательного процесса; - утверждает планы воспитательной работы
2	Заместитель директора по УВР	- организует текущее и перспективное планирование воспитательной работы в колледже; - обеспечивает использование и совершенствование методов организации воспитательного процесса и современных образовательных технологий; - осуществляет контроль за качеством воспитательного процесса (общий, тематический, персональный); - организует воспитательную, методическую, культурно-массовую, внеаудиторную работу; - оказывает помощь обучающимся и сотрудникам в проведении культурно-просветительских и оздоровительных мероприятий; - обеспечивает своевременное составление, утверждение, представление отчетной документации, локальных нормативных актов, регламентирующих воспитательную работу в колледже; - осуществляет профессиональное взаимодействие с социальным педагогом,

		педагогом-психологом, классными руководителями, преподавателями, мастерами-воспитателями, руководителем физического воспитания, руководителем ОБЖ, заведующей библиотеками колледжа, руководителями кружков; - выполняет иные функции в соответствии со своими должностными обязанностями
3	Социальный педагог	- обеспечивает социально-педагогическую поддержку обучающихся в процессе социализации; - формирует и обновляет базу данных обучающихся, относящихся к льготным категориям граждан; - осуществляет документооборот и взаимодействие с обучающимися и родителями (законными представителями) в части предоставления дополнительных мер социальной поддержки по обеспечению питанием с компенсацией стоимости за счёт средств бюджета Санкт-Петербурга); - осуществляет документооборот и взаимодействие с членами Стипендиальной комиссии колледжа в части назначения и выплаты государственных академической и социальной стипендий студентам колледжа, оказания материальной помощи
4	Педагог-психолог	- оказывает психологическую помощь обучающимся в вопросах обучения, воспитания, жизненного и профессионального самоопределения; - проводят беседы с родителями (законными представителями) обучающихся, имеющих трудности в освоении образовательных программ, проблемы во взаимодействии со сверстниками и педагогами; - проводит с обучающимися психокоррекционную работу, психологическую диагностику (индивидуальную и групповую), социально-психологические тренинги различной направленности; - составляет психолого-педагогические заключения по результатам исследований с целью ориентации педагогического коллектива, родителей (законных представителей) в проблемах личностного и социального развития обучающихся
5	Преподаватель – организатор основ безопасности жизнедеятельности	- контролирует соблюдение требований законодательства об антитеррористической защищенности объектов, организует и обеспечивает защиту обучающихся и

		работников организации от чрезвычайных (кризисных) ситуаций, антитеррористической защищенности объектов организации, а также разработки паспорта комплексной безопасности и антитеррористической защищенности организации; - совместно с учреждениями здравоохранения организует проведение медицинского обследования юношей допризывного и призывного возраста для приписки их к военкоматам; - организует текущее и перспективное планирование деятельности по гражданско-патриотическому направлению и реализует действующие в колледже воспитательные программы по патриотическому и гражданскому воспитанию обучающихся; - организует и проводит общеколледжные воспитательные мероприятия гражданско-патриотической направленности
6	Руководитель физическим воспитанием	- внедряет наиболее эффективные формы, методы и средства физического воспитания обучающихся, обеспечивает контроль за состоянием их здоровья и физическим развитием в течение всего периода обучения, за проведением профессионально-прикладной физической подготовки; - организует с участием учреждений здравоохранения проведение медицинского обследования и тестирования обучающихся по физической подготовке; - проводит набор в спортивные секции, ведет спортивно-тренировочную и физкультурно-оздоровительную работу, принимает участие в организации и проведении спортивных мероприятий, следит за состоянием спортивного инвентаря
7	Педагог-организатор	- осуществляет поддержку студенческих инициатив, координирует деятельность общественных организаций, клубов, объединений колледжа, организует и участвует в проведении фестивалей, конкурсов и др. студенческих мероприятий, а также осуществляет участие студенческих организаций в мероприятиях, проводимых с молодежью; - организует, проводит и сопровождает мероприятия по различным направлениям внеучебной деятельности колледжа; контролирует и координирует деятельность творческих коллективов

8	Кураторы учебных групп	- организация, сопровождение, координация обучающихся учебной группы; - личностно ориентированная деятельность по воспитанию и социализации обучающихся (анализ, планирование, организация, контроль процесса воспитания и социализации, изучение личности и коррекция в воспитании обучающихся, социальная помощь и защита обучающихся); - осуществление воспитательной деятельности во взаимодействии с социальными партнерами; - организация учебной работы коллектива группы и отдельных обучающихся; - организация внеучебных занятий; взаимодействие с родителями, другими педагогами, социальным работником, педагогом-психологом.

Привлечение специалистов других организаций, социальных партнеров (образовательных, социальных и др.)

Колледж активно привлекает организации профессиональной направленности с целью реализации воспитательной деятельности в рамках освоения образовательной программы по специальности.

Для организации психолого-педагогического и социального сопровождения образовательного процесса путем реализации комплекса превентивных, просветительских, диагностических и коррекционных мероприятий, направленных на создание условий для успешного развития, обучения и социализации личности заключены договора с:

- СПб ГБУ «Центр социальной помощи семье и детям Кировского района»,
- СПб ГБУ «Центр социальной помощи семье и детям Василеостровского района»,
- СПб ГБУ «Дом Молодёжи Василеостровского района»,
- СПб ГЦСП «Контакт»,
- СПб ГБУ «ЦМСПП Кировского района,
- АНО «Центр профилактики наркомании «Здоровый образ жизни».

В рамках реализации ФП «Профессионалитет» в колледже ведётся работа по формированию единого профессионально-образовательного пространства, обеспечивающего качественную подготовку выпускников, опережающее повышение квалификации кадров в течение всей трудовой деятельности и повышение эффективности использования трудовых ресурсов на основе широкого внедрения инноваций в образовательной и производственной сферах. Якорными предприятиями являются АО «Адмиралтейские верфи», ПАО «СЗ «Северная верфь», АО «Балтийский завод», которые также входят в состав образовательно-производственного центра (кластера) «Судостроение (машиностроение)».

Методическую, консультационную и профориентационную помощь в рамках деятельности образовательно-производственного кластера «Судостроение (машиностроение) также оказывают:

- общественная организация «Ассоциация судостроителей Санкт-Петербурга и Ленинградской области»;
- ГБУ ДПО Санкт-Петербургская академия постдипломного педагогического образования;
- ГБНОУ «Академия цифровых технологий» Санкт-Петербурга.

Уровни взаимодействия колледжа с реальным сектором экономики в рамках реализации ФП «Профессионалитет»:

1. Организация и проведение совместных научно-практических, методических мероприятий, в том числе семинаров и конференций.
2. Направление работников организаций реального сектора экономики на обучение по программам дополнительного профессионального образования, в том числе с целью получения актуальных педагогических навыков, цифровых навыков или навыков конструирования образовательных программ под запросы работодателей и экономики.
3. Включение работников организаций реального сектора экономики, владеющих актуальными педагогическими навыками, цифровыми навыками или навыками конструирования образовательных программ под запросы работодателей и экономики, в образовательный процесс в качестве преподавателей и мастеров производственного обучения по совместительству.
4. Организация и проведение практической подготовки обучающихся на базе организаций реального сектора экономики.
5. Организация стажировок для педагогических работников образовательных организаций на базе организаций реального сектора экономики.

3.2 Нормативно-методическое обеспечение

Программа разработана в соответствии с нормативно-правовыми документами федеральных органов исполнительной власти в сфере образования, требованиями ФГОС СПО, с учетом сложившегося опыта воспитательной деятельности и имеющимися ресурсами в образовательной организации.

Нормативные акты, определяющие процесс воспитания в колледже:

- Указ Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»;
- Федеральный закон № 273-ФЗ от 29.12.2012 «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральный Закон от 31 июля 2020 г. № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;
- Федеральный закон от 24 июня 1999 г. № 120-ФЗ «Об основах системы профилактики безнадзорности и правонарушений несовершеннолетних»;
- Федеральный закон № 182 от 23.06.2016 г. «Об основах системы профилактики правонарушений в Российской Федерации»;
- Федеральный закон № 436-ФЗ от 29.12.2010 г. «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию»;

- Федеральный закон от 21.12.1996 (ред. от 17.02.2021) № 159-ФЗ «О дополнительных гарантиях по социальной поддержке детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей»;
- Федеральный закон № 124-ФЗ от 24.07.1998 г. «Об основных гарантиях прав ребенка в Российской Федерации»;
- Распоряжение Правительства РФ от 04.09.2017 № 1726-р «Концепция развития дополнительного образования детей»;
- «План мероприятий по реализации в 2021 - 2025 годах Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года», утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации от 12 ноября 2020 г. № 2945р;
- «Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» от 30.12.2001 **№** 195-ФЗ (ред. от 12.11.2019);
- Закон Санкт–Петербурга от 19.03.2018 **№** 124-26 «О профилактике правонарушений в Санкт–Петербурге»;
- Закон Санкт-Петербурга от 31 мая 2010 года **№** 273-70 «Об административных правонарушениях в Санкт-Петербурге»;
- Федеральный закон от 8 января 1998 года **№** 3-ФЗ «О наркотических средствах и психотропных веществах»;
- Закон Санкт-Петербурга от 21.09.2011 **№** 541-106 «О профилактике незаконного потребления наркотических средств и психоактивных веществ, новых потенциально опасных психоактивных веществ, наркомании в Санкт-Петербурге»;
- Федеральный Закон **№** 114-ФЗ от 25.07.2002 года «О противодействии экстремистской деятельности»;
- Федеральный закон от 29.12.2010 № 436-ФЗ «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию»;
- Федеральный закон от 23.02.2013 **№** 15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака»;
- «Семейный кодекс Российской Федерации» от 29.12.1995 **№** 223-ФЗ (в дейст.редакции);
- Федеральный закон от 21 декабря 1996 г. **№**159-ФЗ «О дополнительных гарантиях по социальной защите детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей»;
- Устав СПб ГБПОУ КСиПТ;
- Программа развития СПб ГБПОУ КСиПТ.

Локальные нормативные акты, регламентирующие образовательно-воспитательный процесс в колледже, размещены на сайте https://ксипт.рф/документы/документы-2.

3.3 Требования к условиям работы с обучающимися с особыми образовательными потребностями

Направления воспитательной работы с обучающимися с особыми образовательными потребностями:

- формирование доброжелательного отношения к обучающимся и их семьям со стороны всех участников образовательных отношений;
- построение воспитательной деятельности с учетом индивидуальных особенностей и возможностей каждого обучающегося;

- обеспечение психолого-педагогической поддержки семей обучающихся, содействие повышению уровня их педагогической, психологической, медико-социальной компетентности;
- налаживание эмоционально-положительного взаимодействия обучающихся с окружающими для их успешной социальной адаптации и интеграции в образовательной организации.

При организации воспитания обучающихся с особыми образовательными потребностями необходимо ориентироваться на:

- формирование личности ребенка с особыми образовательными потребностями с использованием адекватных возрасту и физическому и (или) психическому состоянию методов воспитания;
- создание оптимальных условий совместного воспитания и обучения обучающихся с особыми образовательными потребностями и их сверстников с использованием адекватных вспомогательных средств и педагогических приемов, организацией совместных форм работы педагога-психолога;
- личностно-ориентированный подход в организации всех видов деятельности обучающихся с особыми образовательными потребностями.

3.4 Система поощрения профессиональной успешности и проявлений активной жизненной позиции обучающихся

Система поощрения проявлений активной жизненной позиции и социальной успешности обучающихся призвана способствовать формированию у обучающихся ориентации на активную жизненную позицию, инициативность, максимально вовлекать их в совместную деятельность в воспитательных целях.

Система проявлений активной жизненной позиции и поощрения социальной успешности обучающихся строится на принципах:

- публичности, открытости поощрений (информирование всех обучающихся о награждении, проведение награждений в присутствии значительного числа обучающихся);
- соответствия артефактов и процедур награждения укладу образовательной организации, качеству воспитывающей среды, символике образовательной организации;
- прозрачности правил поощрения;
- регулирования частоты награждений (недопущение избыточности в поощрениях, чрезмерно большие группы поощряемых и т. п.);
- сочетания индивидуального и коллективного поощрения (использование индивидуальных и коллективных наград дает возможность стимулировать индивидуальную и коллективную активность обучающихся, преодолевать межличностные противоречия между обучающимися, получившими и не получившими награды);
- привлечения к участию в системе поощрений на всех стадиях родителей (законных представителей) обучающихся, представителей родительского сообщества, самих обучающихся, их представителей (с учетом наличия студенческого самоуправления), сторонних организаций, их статусных представителей;
- дифференцированности поощрений (наличие уровней и типов наград позволяет продлить стимулирующее действие системы поощрения).

Формы поощрения проявлений активной жизненной позиции обучающихся и социальной успешности: индивидуальные и групповые портфолио, рейтинги, благотворительная поддержка.

Ведение портфолио - деятельность обучающихся при ее организации и регулярном поощрении кураторами, поддержке родителями (законными представителями) по собиранию (накоплению) артефактов, фиксирующих и символизирующих достижения обучающегося.
Портфолио может включать артефакты признания личностных достижений, достижений в группе, участия в деятельности (грамоты, поощрительные письма, фотографии призов, фото изделий, работ и др., участвовавших в конкурсах и т. д.). Кроме индивидуального портфолио возможно ведение портфолио группы.

Рейтинг - размещение имен обучающихся или названий групп в последовательности, определяемой их успешностью, достижениями в чем-либо.

Благотворительная поддержка обучающихся, групп обучающихся может заключаться в материальной поддержке проведения в образовательной организации воспитательных дел, мероприятий, различных форм совместной деятельности воспитательной направленности, в индивидуальной поддержке нуждающихся в помощи обучающихся, семей, педагогических работников.

Обучающиеся поощряются за: участие и победу в учебных, творческих конкурсах, олимпиадах, физкультурных, спортивных состязаниях, мероприятиях; поднятие престижа колледжа на международных, всероссийских, региональных, муниципальных олимпиадах, конкурах, турнирах, фестивалях, конференциях; общественно-полезную деятельность и добровольный труд на благо колледжа и социума.

Колледж применяет следующие виды поощрений: поощрение грамотой за успехи в учебной/внеучебной деятельности; поощрение дипломом, грамотой, благодарственным письмом за призовые места в конкурсах, мероприятиях в колледже и за его пределами; поощрение благодарственным письмом родителей (законных представителей) обучающихся; ходатайство о поощрении обучающегося в вышестоящие органы.

3.5. Символика, слоган, используемые в колледже

3.6 Анализ воспитательного процесса

Анализ воспитательного процесса осуществляется в соответствии с целевыми ориентирами результатов воспитания, личностными результатами обучающихся.

Основным методом анализа воспитательного процесса в колледже является ежегодный самоанализ воспитательной работы с целью выявления основных проблем и последующего их решения, с привлечением (при необходимости) внешних экспертов, специалистов.

По итогам анализа – ежегодное обновление рабочей программы воспитания в колледже. Планирование анализа воспитательного процесса включается в календарный план воспитательной работы.

Основные выводы по итогам самоанализа за 2023/2024 уч.год.

Система профессионального воспитания в колледже:

- соответствует современным требованиям, предъявляемым к формированию и развитию воспитательной системы профессиональных образовательных организаций;
- строится на основе нормативных документов в области воспитания и профессионального образования федерального и областного уровней;
- совершенствуется и имеет развивающий потенциал, способствующий формированию социокультурной среды, профессионально значимых личностных качеств будущих специалистов, их социальной активности, мобильности.

Приложение 1

Календарный план воспитательной работы

В ходе планирования воспитательной деятельности учитывается воспитательный потенциал участия обучающихся в мероприятиях, проектах, конкурсах, акциях, проводимых на уровне Российской Федерации, в том числе, с учетом профессии/специальности:

1. Россия – страна возможностей https://rsv.ru/;
2. Российское общество «Знание» https://znanierussia.ru/;
3. Российский Союз Молодежи https://www.ruy.ru/; https://прог.будьвдвижении.рф/
4. Российское Содружество Колледжей https://rosdk.ru/;
5. Ассоциация Волонтерских Центров https://авц.рф;
6. Всероссийский студенческий союз https://rosstudent.ru/;
7. Институт развития профессионального образования https://firpo.ru/
8. «Большая перемена» https://bolshayaperemena.online/;
9. «Лидеры России» https://лидерыроссии.рф/;
10. «Мы Вместе» (волонтерство) https://onf.ru;
11. Всероссийские открытые онлайн-уроки Института воспитания https://трансляции.институтвоспитания.рф/

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ на **2025/2026** учебный год				
	Модуль	**Курсы, группы**	**Сроки**	**Ответственные**
1. Образовательная деятельность				
1	Федеральный проект «Профессионалитет»	1-4 курс	в течение года	Зам. директора по УМР, УВР, УПР, советник директора по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
2	Всероссийский классный час в рамках Единого дня открытых дверей	1-4 курс	02 – 2 октября	Зам. директора по УМР, УВР, УПР, советник директора по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
3	Всероссийские открытые онлайн-уроки	1-4 курс	По плану «Института изучения детства, семьи и воспитания»	советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
4	Всероссийская Премия первых	1-4 курс	в течение года	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
5	Всероссийский проект «Классные встречи»	1-4 курс	в течение года	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели,

				мастера ПО
6	Участие во Всероссийских уроках по формированию цифровой грамотности обучающихся «Цифровой ликбез» от Урока цифры»	1-2 курс	В течение года	Зам. директора по УВР, классные руководители, преподаватели информатики
7	Всероссийские образовательные мероприятия в рамках Десятилетия науки и технологий: - «В гостях у ученого»; - Всероссийская лига научных популяризаторов «Битва умов; - Всероссийский проект «Узнай!»	1-3 курс	В течение года	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
8	Цикл занятий «Россия - мои горизонты»	1-4 курс	еженедельно, четверг	Зам. директора поУВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
9	Цикл занятий «Разговоры о важном»	1-4 курс	еженедельно, понедельник	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
10	Участие во Всероссийских уроках «Шоу профессий»	1-2 курс	В течение года	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
11	Реализация проекта социальных инициатив «Киноурок», «Киноурок. Первые»	1-3 курс	В течение года	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
12	Организация и проведение экологических конференций и мероприятий, в рамках Всероссийского экологического фестиваля энергосбережения #Вместеярче	Весь контингент обучающихся	сентябрь	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
13	OMR 2024 - международная выставка и конференция по судостроению и разработке высокотехнологичного оборудования для освоения Арктики и континентального шельфа	3-4 курс	01.09	Классные руководители, мастера ПО

14	Международный день распространения грамотности: Онлайн-марафон «Найди ошибку»; Онлайн-флешмоб «Гадание по классике»	1-2 курс	8.09	Преподаватели русского языка
15	День победы русских полков во главе с Великим князем Дмитрием Донским (Куликовская битва, 1380 год). День зарождения российской государственности (862 год)	1-2 курс	21.09	Преподаватели истории
16	Всероссийский открытый урок ОБЖ, приуроченный ко Дню гражданской обороны Российской Федерации	1-2 курс	3-4.10	Преподаватель ОБЖ
17	Мероприятия, направленные на формирование антикоррупционного мировоззрения	Весь контингент обучающихся	В течение года	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
18	Участие в мероприятии «День призывника» на базе шефствующих воинских частей и военно-учебных заведений Санкт-Петербурга	Весь контингент обучающихся	В течение года	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
19	Методическая мастерская «Урок 21 века» как инструмент управления качеством образования	Весь контингент обучающихся	В течение года	Зам. директора по УМР, преподаватели, мастера ПО
20	Мастер-класс «Библиотека цифрового образовательного контента»	Весь контингент обучающихся	В течение года	Зам. директора по УМР, преподаватели, мастера ПО
21	Мероприятия, направленные на формирование установок толерантного сознания, воспитание культуры межнационального общения, приуроченные к Международному Дню толерантности	Весь контингент обучающихся	16.11	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
22	Мероприятия в рамках Всероссийского Дня правовой помощи детям	Весь контингент обучающихся	20.11	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО

23	Тематические занятия, направленные на разъяснения Федерального закона «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака», приуроченные к Международному дню отказа от курения	Весь контингент обучающихся	21.11	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
24	Мероприятия, направленные на формирование антикоррупционного мировоззрения, приуроченные к Международному день борьбы с коррупцией	Весь контингент обучающихся	9.12	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
25	Мероприятия, посвящённые Дню Конституции РФ	Весь контингент обучающихся	12.12	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
26	Час памяти «Говорит и показывает книга: «Говорит Ленинград» Ольги Берггольц» /ко Дню снятия блокады города Ленинграда	Весь контингент обучающихся	27.01	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
27	Виртуальный обзор «Я расскажу вам об Освенциме…» /к Международному дню памяти жертв Холокоста	Весь контингент обучающихся	январь	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
27	Интерактивная лекция - экскурсия «Ты в сердце моём, Сталинград!»	Весь контингент обучающихся	02.02-4.02	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
28	«Великие имена и открытия». День российской науки	Весь контингент обучающихся	08.02	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
29	«Цифровойгражданин.рф# Кибербезопасность в BANI-мире»	Весь контингент обучающихся	февраль	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, информатики
30	КинПОУрок «9 рота», посвященный Дню памяти о россиянах, исполнявших	Весь контингент обучающихся	15.02	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные

	служебный долг за пределами Отечества			руководители, преподаватели истории
31	Диспут-викторина к Международному Дню родного языка Дню борьбы с ненормативной лексикой «Ты таков, какова твоя речь»	Весь контингент обучающихся	21.02	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели русского языка
32	КинПОУрок «Честь имею», посвященный Дню защитника Отечества Футаж «Богатырская наша силушка…»	Весь контингент обучающихся	февраль	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
33	Всероссийская акция #ВамЛюбимые, посвящённая Дню 8 Марта	Весь контингент обучающихся	март	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
34	Всероссийская неделя высоких технологий	Весь контингент обучающихся	13-19.03	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, председатель МК ОД
35	Международная акция «Сад памяти»	Весь контингент обучающихся	15-20.03	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели истории
36	Мероприятия ко Дню воссоединения Крыма и России	Весь контингент обучающихся	18.03	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели истории
37	Всероссийская акция «Звёзды Героев»	Весь контингент обучающихся	20.03	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели истории
38	Организация и проведение мероприятий, в рамках Всероссийской Недели финансовой грамотности	Весь контингент обучающихся	22-28.03	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели истории и обществознания
39	День памяти жертв радиационных аварий и катастроф. Атомный урок от ИЦАЭ	1-2 курс	26.04	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели физики
40	Международная акция «Георгиевская ленточка»	Весь контингент обучающихся	27.04	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители
41	Всероссийский открытый	1-2 курс	30.04	Педагог-организатор ОБЖ

	урок ОБЖ (день пожарной охраны)			
42	Всероссийский открытый урок: «9 мая - Победа народа»	Весь контингент обучающихся	май	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели истории
43	«Эстафета памяти» приуроченная дню Великой победы 9 мая	Весь контингент обучающихся	май	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители
44	«О духовных традициях русской семьи». (15 мая - Международный день семьи). Информационно-литературный час	Весь контингент обучающихся	15.05	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели истории, литературы
45	«От кириллицы до электронной книги» (24 мая - День славянской письменности и культуры). Книжно-иллюстративная выставка	1-2 курс	24.05	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели истории, литературы
46	«День российского предпринимателя». Организация и проведение диспута «Молодой предприниматель»	Весь контингент обучающихся	26.05	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели истории и обществознания
47	«Книгосветное путешествие»	Весь контингент обучающихся	27.05	Преподаватели литературы
48	Профилактический час «Погасите сигарету!». (Всемирный День без табака)	Весь контингент обучающихся	31.05	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, социальный педагог
49	Wiki-шПОУ «Праздник детства», посвященный Дню защиты детей	1-2 курс	01.06	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители
50	Всемирный день окружающей среды. Урок по формированию экопривычек от экоамбассадоров.	1-3 курс	5.06	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители
51	«Души прекрасные порывы…». (6 июня - Пушкинский день России).	1-2 курс	6.06	Преподаватели литературы
52	Онлайн-квиз «Символы Российской государственности» (12 июня – День России). Проект «Правовая прокачка».	Весь контингент обучающихся	12.06	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели истории
53	«От той войны остался след». (22 июня – «День памяти и	Весь контингент		Зам. директора по УВР, советник директора по

	скорби»)	обучающихся	21.06-22.06	воспитанию, классные руководители, преподаватели
54	Международная акция «Огненные картины войны»	Весь контингент обучающихся		
55	Международная акция «Свеча памяти»	Весь контингент обучающихся		
56	Реализация Программы развития обучающихся «Другое Дело» (Молодёжь России)	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели
2. Кураторство				
1	Лекция, беседа, дискуссия: «Мои права и обязанности» (ознакомление с Конституцией РФ, Уставом, Правилами внутреннего распорядка ПОУ и другими локальными актами образовательной организации)	1 курс	1-10 сентября	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
2	Проведение профилактических мероприятий по формированию картерного поведения, успешного обучения, ориентации на успех	1-4 курс	в течение года	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
3	Организация бесконфликтного общения в студенческой группе	1-4 курс	в течение года	Психолог, классные руководители, мастера ПО
4	Организационная работа по участию в колледжных, районных, городских акциях и иных проектах по гражданско-правовому, духовно-нравственному, эстетическому воспитанию, пропаганде ЗОЖ и профилактике правонарушений, волонтерском движении	1-4 курс	в течение года	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
5	Организация и поддержание в колледже позитивной духовно-нравственной, гражданско-патриотической воспитательной направленности, (интерактивные панели, линейки, исполнение гимна Российской Федерации)	1-4 курс	в течение года	Зам. директора по УВР, советник директора по воспитанию, классные руководители, преподаватели, мастера ПО
6	Тематические экскурсии, направленные на повышение	Весь контингент	в течение года	Классные руководители, мастера ПО

	уровня правовой культуры: - Мультимедийный исторический парк «Россия – моя история»; - Государственный музей политической истории	обучающихся		
7	Систематический контроль состояния успеваемости и посещаемости в группе. Содействие повышению дисциплинированности и академической успешности обучающихся	Весь контингент обучающихся	ежедневно	Классные руководители, мастера ПО
8	Регулирование и гуманизация межличностных отношений в группе. Формирование благоприятного психологического климата, толерантности и навыков общения в поликультурной среде	Весь контингент обучающихся	ежедневно	Классные руководители, мастера ПО
9	Развитие системы личностного роста обучающихся. Диагностика профессионально важных качеств обучающихся	Весь контингент обучающихся	ежедневно	Классные руководители, мастера ПО
10	Организация бесед по вопросам профилактики асоциальных явлений. Формирование в группе атмосферы нетерпимости к правонарушениям	Весь контингент обучающихся	ежедневно	Классные руководители, мастера ПО
11	Формирование корпоративной культуры и имиджа специальности	Весь контингент обучающихся	ежедневно	Классные руководители, мастера ПО
12	Всероссийская акция «Будущее – это мы!» Диспут «Легко ли быть молодым?»	Весь контингент обучающихся	май	Классные руководители, мастера ПО
13	Всероссийская акция «Всероссийский субботник»	Весь контингент обучающихся	май	Классные руководители, мастера ПО
3. Наставничество				
1	Проведение анкетирования среди студентов, желающих принять участие в программе наставничества	2-4 курс	сентябрь	Председатели МЦК
2	Определение заинтересованной в наставничестве аудитории в зависимости от выбранной формы наставничества	2- 4 курс	сентябрь	Координатор наставничества
3	Организация обучения и контроль за деятельностью наставников, принимающих	2- 4 курс	в течение учебного года	Координатор наставничества

	участие в программе наставничества			
4	Формирование наставнических пар/групп по различным формам наставничества: «преподаватель – студент», «студент-студент», «работодатель-студент»	2- 4 курс	октябрь	Координатор наставничества
5	Организация и осуществление работы наставнических пар/групп «преподаватель – студент» в рамках подготовки и проведения учебной и производственной практики	2- 4 курс	в течение учебного года	Зам. директора по УПР, мастер п/о
6	Организация и осуществление работы наставнических пар/групп «преподаватель – студент» в рамках подготовки к участию в предметных олимпиадах, конкурсах, проектах разных уровней	наставники и наставляемые	в течение учебного года	Координатор наставничества
7	Организация и проведение конференции с работодателями «Мы выбираем, нас выбирают» (форма наставничества «работодатель – студент»)	наставники и наставляемые	в течение учебного года	Координатор наставничества
8	Проведение тематических часов общения в студенческих группах «Формула успеха», «Познай себя», «Профессиональное признание и престиж труда» и др. (форма наставничества «преподаватель – студент»)	2- 4 курс	в течение учебного года	Заместитель директора по УВР, классные руководители
9	Организация тематических встреч «Моя профессия – мое призвание» с социальными партнерами, профсоюзными лидерами, победителями конкурсов профессионального мастерства, успешными выпускниками (форма наставничества «работодатель – студент»)	2- 4 курс	в течение учебного года	Заместитель директора по УВР, классные руководители
10	Формирование предпринимательской позиции студентов через развитие системы наставничества и сотрудничества. Организация встреч	2-4 курс	в течение учебного года	Зам. директора по УВР, педагог-организатор

	студентов с представителями государственных органов, оказывающих финансовые и юридические услуги населению (специалисты налоговой службы, Пенсионного фонда, нотариата, банков и др.)			
11	Организация участия студентов во Всероссийском конкурсе студенческих работ «Профстажировки 3.0»	3-4 курс	в течение учебного года	Зам. директора по УВР, педагог-организатор
12	Креативные недели наставничества. Изучение лучших практик наставничества.	2-4 курс	в течение учебного года	Зам. директора по УМР, УПР
4. Основные воспитательные мероприятия в образовательной организации, реализующей программы СПО				
1	Церемония поднятия (спуска) Государственного флага Российской Федерации	Весь контингент обучающихся	еженедельно	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
2	«Разговоры о важном», классный марафон	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
3	«День знаний», праздничная линейка, классные часы, «Уроки знаний»	Весь контингент обучающихся	1 сентября	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
4	Всероссийский открытый урок «Роль семьи в жизни человека» в День знаний	Весь контингент обучающихся	1 сентября	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители
5	2025 - **Год защитника Отечества:** - Всероссийские фестивали «Салют Победы» и «Вместе мы- Россия»; - **Всемирная школьная олимпиада «Великая Победа»;** - Общественное движение «Волонтеры Победы»	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители
6	Всероссийский час памяти «Мир без терроризма»	Весь контингент обучающихся	3 сентября	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители
7	Мероприятия, посвящённые Дню окончания второй мировой войны	Весь контингент обучающихся	3 сентября	Советник по воспитанию, классные руководители
8	Мероприятия, посвящённые Дню памяти жертв блокады Ленинграда	Весь контингент обучающихся	8 сентября	Советник по воспитанию, классные руководители
9	Экологическая акция по	Весь	В течение года	Зам. директора по УВР,

	раздельному сбору мусора	контингент обучающихся		советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
10	«Неугасим огонь души» (к Международному дню пожилых людей)	Весь контингент обучающихся	1.10	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
11	Участие в мероприятиях, посвященных Дню среднего профессионального образования	Весь контингент обучающихся	2.10	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
12	Урок-посвящение «Учителя, Вы просто свет в окошке…»	Весь контингент обучающихся	5.10	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
13	«Виват, судостроитель!», мероприятия ко Дню судостроителя	Весь контингент обучающихся	30.10	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
14	Новогодние мероприятия Всероссийская акция «Ёлка желаний»	Весь контингент обучающихся	27-27.12	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
15	«Невыдуманные истории о блокаде»	Весь контингент обучающихся	18.01	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
16	«Учимся и не мучаемся» /ко Дню российского студенчества (Татьянин день)	Весь контингент обучающихся	25.01	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
17	Час памяти «Говорит и показывает книга: «Говорит Ленинград» Ольги Берггольц» /ко Дню снятия блокады города Ленинграда	Весь контингент обучающихся	27.01	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
18	Виртуальный обзор «Я расскажу вам об Освенциме…» /к Международному дню памяти жертв Холокоста	Весь контингент обучающихся	27.01	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
19	«Здоровье. Молодость. Успех». (7 апреля - Всемирный День здоровья)	Весь контингент обучающихся	07.04	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
20	Познавательная программа «ЖИЗНЬ прекрасна! Не потрать её напрасно».	Весь контингент обучающихся	апрель	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
21	Торжественные церемонии вручения дипломов выпускникам. Всероссийский студенческий выпускной «Спасибо за радость побед!»	Весь контингент обучающихся	30.06-03.07	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО

22	Участие в образовательных событиях «Россия – Родина Героев» проекта «Живая история РФ»	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
23	Участие во Всероссийском конкурсе молодёжных проектов стратегии социально-экономического развития «Россия-2035»	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
24	Участие в различных городских и районных мероприятиях гражданско-патриотической направленности, военно-патриотических соревнованиях и мероприятиях	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
25	Участие обучающихся колледжа в эколого-благотворительном проекте «Крышечки ДоброТЫ» по сбору пластиковых крышечек, для помощи детям с особенностями развития	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
26	Федеральный проект по развитию межкультурного диалога и популяризации культурного наследия народов России в среде учащейся молодежи «Мы вместе: Разные. Смелые. Молодые»	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
27	Профессиональные пробы. Участие во Всероссийском проекте «Билет в будущее»	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
28	Всероссийский интеллектуальный турнир «Лига Знаний: школы и колледжи» в рамках реализации проекта Российского общества «Знание» и Российского движения детей и молодёжи «Движение первых»	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
29	Всероссийская акция «Мы - граждане России!»	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
30	Общероссийская акция взаимопомощи "МЫВМЕСТЕ"	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
31	Всероссийский проект «Space. Открытый космос»	Весь контингент	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию,

		обучающихся		классные руководители, мастера ПО
32	Всероссийский проект «КУЛЬТ. УРА»	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
33	Всероссийский проект «КиноДвиж»	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
34	Организация работы творческих коллективов. Вовлечение обучающихся в работу кружков, клубов по интересам	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, педагог- организатор, классные руководители
35	Организация работы спортивных секций. Вовлечение обучающихся в спортивные секции	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители
36	Организация работы Волонтёрской роты	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители
5. Организация предметно-пространственной среды				
1	Организация мероприятий в рамках празднования Дней воинской славы России (оформление информационных стендов, проведение исторических уроков, часов общения, викторин, просмотр исторических фильмов)	1-4 курс	в течение года, в соответствии с Календарем памятных событий	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, педагог - организатор
2	Информационная поддержка мероприятий колледжа (публикации в группе социальной сети ВКонтакте, на официальном сайте, информационных стендах)	Актив групп	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию
3	Брендирование информационно-иллюстративных материалов ФП «Профессионалитет»	Актив групп	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию
4	Регулярное размещение и обновление тематических стендов, видеозон в помещениях общего пользования, содержащих в доступной, привлекательной форме новостную информацию позитивного профессионального, гражданско-патриотического, духовно-нравственного содержания	Актив групп	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию
6. Взаимодействие с родителями (законными представителями)				
1	Проведение родительского собрания по вопросам организации учебно-производственного процесса, мер социальной поддержки, правового просвещения родителей, мер безопасности, в том	Весь контингент обучающихся	По плану	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО, соц. педагог

	числе в Интернет пространстве			
2	Проведение профилактических мероприятий по недопущению противоправных действий обучающимися в общественных местах, разъяснение условий наступления административной и уголовной ответственности за совершение правонарушений и преступлений, в том числе в сети «Интернет»	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО, соц. педагог
3	Просветительское мероприятие по теме «Семья - территория добра и взаимопонимания или жизнь без конфликтов»	Весь контингент обучающихся	сентябрь	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО, соц. педагог
4	Информирование родителей о содержании учебно-воспитательного процесса в группе	Весь контингент обучающихся	ежедневно	Классные руководители, мастера ПО
5	Психолого-педагогическое просвещение родителей	Весь контингент обучающихся	По мере необходимости	Классные руководители, мастера ПО, соц. педагог
6	Проведение родительских собраний по вопросам успеваемости и жизни учебной группы. Организация консультаций.	Весь контингент обучающихся	Сентябрь, апрель	Зам. директора по УВР, соц. педагог, классные руководители, мастера ПО
7	Привлечение родителей к сотрудничеству в интересах обучающихся в целях формирования единых подходов к воспитанию	Весь контингент обучающихся	ежедневно	Классные руководители, мастера ПО
8	Координация взаимосвязей между родителями обучающихся и другими участниками образовательных отношений	Весь контингент обучающихся	ежедневно	Классные руководители, мастера ПО
9	Всероссийская акция «Флешмоб выпускных фото» в рамках Дня СПО	Весь контингент обучающихся	октябрь	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители
10	Групповые собрания и беседы на темы этики и культуры поведения, нравственности и морали современного молодого человека	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители
11	«Дни профессий судостроения» для родителей потенциальных абитуриентов	Весь контингент	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, мастера ПО

		обучающихся		
12	Всероссийский классный час в рамках Единого дня открытых дверей	Весь контингент обучающихся	апрель	Заместитель директора по УВР, педагог-организатор, секретарь приемной комиссии
13	Информационно-просветительские мероприятия, направленные на повышение правовой грамотности родителей (законных представителей) в вопросах профилактики безнадзорности и правонарушений несовершеннолетних обучающихся	Весь контингент обучающихся	ежедневно	Заместитель директора по УВР, психолог, социальный педагог
14	Размещение в родительском чате Телеграмм-канала материалов для родителей по актуальным вопросам воспитания детей	Весь контингент обучающихся	ежедневно	Заместитель директора по УВР, советник по воспитанию, педагог-психолог, социальный педагог
7. Самоуправление				
1	Конкурс видеороликов «Ты в хорошей компании», направленный на популяризацию профессий СПО	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, классные руководители, мастера ПО
2	Виртуальная выставка проектов студентов/педагогов СПО «Сделано в СПО»	Весь контингент обучающихся	сентябрь	Зам. директора по УВР, классные руководители, мастера ПО
3	«Профессиональный старт» - знакомство с профессией, экскурсия по учебно-производственным мастерским	1 курс	сентябрь	Зам. директора по УВР, мастера ПО
4	Деловые завтраки с участием амбассадоров Профессионалитета «Мы ПРОФИ!»	Актив амбассадоров	Сентябрь-декабрь	Зам. директора по УВР, куратор амбассадоров
5	Посещение командами амбассадоров и обучающимися по образовательным программам Профессионалитета культурных мероприятий и организаций, участвующих в программе «Пушкинская карта». Организация встреч команд амбассадоров и студентов с деятелями культуры и искусства. Культурная программа: День «КульОК»	Актив амбассадоров	В течение года	Зам. директора по УВР, куратор амбассадоров
8. Профилактика и безопасность				
1	Профилактические мероприятия в рамках Дня солидарности в борьбе с терроризмом	Весь контингент обучающихся	03.09	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию,

				классные руководители
2	Проведение мониторинга результатов адаптации несовершеннолетних обучающихся, прибывших с территорий зон боевых действий, а также Донецкой Народной Республики, Луганской Народной Республики	Весь контингент обучающихся	сентябрь	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, соц. педагог
3	Инструктаж обучающихся по технике безопасности и охране труда	Весь контингент обучающихся	сентябрь	Зам. директора по УВР, соц. педагог, классные руководители, мастера ПО
4	Организация проведения мероприятий в рамках всероссийской «Недели безопасности дорожного движения»	Весь контингент обучающихся	23.09	Зам. директора по УВР, соц. педагог, классные руководители, мастера ПО
5	Цикл мероприятий, направленных на повышение уровня информационной безопасности/кибербезопасности в глобальной сети - в рамках Единого урока по безопасности в сети интернет и Дня интернета в России	Весь контингент обучающихся	30.09	Зам. директора по УВР, соц. педагог, классные руководители, мастера ПО
6	Тематические занятия, направленные на профилактику употребления психоактивных веществ с участием специалистов СПБ ГБУ ГЦСП «КОНТАКТ	Весь контингент обучающихся	сентябрь-октябрь	Зам. директора по УВР, соц. педагог, классные руководители
7	Мероприятия, посвященные Международному дню отказа от курения (16 ноября)	Весь контингент обучающихся	ноябрь	Зам. директора по УВР, соц. педагог, классные руководители
8	Интеллектуальный турнир «Мои персональные данные под защитой!» в рамках проекта «Правовая прокачка», посвященный Международному дню защиты персональных данных	Весь контингент обучающихся	ноябрь	Зам. директора по УВР, соц. педагог, классные руководители, мастера ПО
9	Мероприятия, посвященные Всемирному дню борьбы со СПИДом (1 декабря)	Весь контингент обучающихся	декабрь	Зам. директора по УВР, соц. педагог, классные руководители
10	Комплекс мероприятий, в рамках недели безопасного Интернета «Безопасность в глобальной сети»	Весь контингент обучающихся	март	Зам. директора по УВР, соц. педагог, классные руководители
11	Мероприятия в рамках Всемирного дня гражданской обороны	Весь контингент обучающихся	апрель	Зам. директора по УВР, соц. педагог, классные руководители
12	Мероприятия в рамках Месяца правовых знаний: по недопущению	Весь контингент обучающихся	апрель	Зам. директора по УВР, соц. педагог,

	противоправных действий в общественных местах, по разъяснению обучающимся условий наступления административной и уголовной ответственности за совершение правонарушений и преступлений			классные руководители
13	Электронное анкетирование обучающихся на выявление уровня знания об ответственности за нарушение отдельных норм действующего законодательства Российской Федерации и Санкт-Петербурга, в том числе на знание Федерального закона от 19.06.2004 № 54-ФЗ «О собраниях, митингах, демонстрациях, шествиях и пикетированиях	Весь контингент обучающихся	май	Зам. директора по УВР, соц. педагог, классные руководители
14	Обеспечение оказания несовершеннолетним экстренной консультационной психологической помощи по телефону доверия	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, соц. педагог, классные руководители
15	Правовые часы в рамках недели ЗОЖ «Я - гражданин России» с участием работников правоохранительных органов, медицинских работников	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, соц. педагог, классные руководители, мастера ПО
16	Организация работы по выявлению обучающихся социального риска (неполные, многодетные, малоимущие семьи, дети сироты и дети, оставшиеся без попечения родителей и т.д.). Формирование и регулярное обновление социального паспорта учебной группы	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, соц. педагог, классные руководители, мастера ПО
17	Профилактическая беседа в рамках Всероссийской антинаркотической акции «Сообщи, где торгуют смертью»	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, соц. педагог, классные руководители, мастера ПО
18	Квиз «За жизнь без наркотиков!». (26 июня – Международный день борьбы против злоупотребления наркотиками и их незаконного оборота)	Весь контингент обучающихся	26.06	Зам. директора по УВР, соц. педагог, классные руководители, мастера ПО
19	Организация и проведение мероприятий, направленных на профилактику преступлений среди несовершеннолетних, по недопущению проявлений экстремизма, терроризма и преступлений, связанных с употреблением и распространением	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, соц. педагог, классные руководители, мастера ПО

	наркотических и психотропных веществ			
20	Проведение социально-психологического мониторинга обучающихся, анкетирование первокурсников, выявление обучающихся, склонности деструктивных настроений и прогнозирование проявлений социально-опасного поведения отдельных обучающихся	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, соц. педагог, классные руководители, мастера ПО
9. Социальное партнёрство и участие работодателей				
1	Формирования карьерных треков в рамках ФП «Профессионалитет»	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, классные руководители, мастера ПО
2	Всероссийская акция «Неделя без турникетов»	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, классные руководители, мастера ПО
3	Проведение комплексного профильного мероприятия по профессиональной ориентации «День профессий судостроения»	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, классные руководители, мастера ПО
4	Неделя морских профессий. День саморазвития «Студент - студенту»	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, классные руководители, мастера ПО
5	Экскурсии на предприятия Объединённой судостроительной корпорации	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, классные руководители, мастера ПО
6	Организация участия обучающихся колледжа в профориентационных мероприятиях: отраслевые выставки, семинары по трудостройству, форумы по построению карьеры, тренинги, деловые профориентационные игры	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, классные руководители, мастера ПО
7	Участие во всероссийских и международных акциях и конкурсах профессионального мастерства	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, классные руководители, мастера ПО
8	Организация и проведение встреч с представителями отраслевых предприятий и организация участия обучающихся колледжа в «Ярмарках вакансий»	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, классные руководители, мастера ПО
9	Опрос работодателей по итогам прохождения производственной и преддипломной практики и перспективы трудоустройства выпускников на предприятия	3-4 курс	май	классные руководители, мастера ПО
10. Профессиональное развитие, адаптация и трудоустройство				

1	Участие в мероприятиях в рамках празднования ДНЯ СПО	Весь контингент обучающихся	октябрь	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
2	Профессиональный конкурс «Флагманы образования» ДНО «Россия - страна возможностей» при поддержке Министерства просвещения РФ	Весь контингент обучающихся	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
3	День среднего профессионального образования СПО (2 октября)	Весь контингент обучающихся	октябрь	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
4	Декада трудоустройства «Моя карьера» встречи с работодателями	Весь контингент обучающихся	май	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
5	Чемпионат «Профессионалы» Региональный этап	3-4 курс	Апрель-май	Зам. директора по УМР, УВР, УПР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
6	День российского предпринимательства	2-4 курс	26 мая	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
7	Взаимодействие с образовательными организациями (потенциальными работодателями) по вопросу дальнейшего трудоустройства выпускников. Мониторинг трудоустройства.	3-4 курс	Январь-сентябрь	Зам. директора по УПР
8	Оценка уровня подготовленности выпускника как будущего специалиста, механизмов и перспектив трудоустройства. Анализ каналов трудоустройства.	3-4 курс	Май-июнь	Зам. директора по УПР
9	Участие студентов колледжа в проекте Профстажировки 3.0 (карьерный лифт для молодежи посредством стажировок)	3-4 курс	Май-июнь	Зам. директора по УПР
10	Проведение психологических тренингов: «Ассертивность», «Эффективное трудоустройство»,	3-4 курс	Май-июнь	Зам. директора по УВР

	«Как быть эффективным на собеседовании»			
11	Информационно-консультационное занятие «Стратегия и тактика поиска работы» для обучающихся выпускных групп	3-4 курс	Май-июнь	Зам. директора по УПР
12	Тренинги и обучение со специалистами Центров занятости населения Санкт-Петербурга	3-4 курс	Май-июнь	Зам. директора по УПР
13	Размещение материалов по трудоустройству, вакансиях для выпускников, отражающих ценность труда как важнейшей нравственной категории		в течение года	Зам. директора по УВР, УПР
11. ***Дополнительный модуль «Студенческие медиа»***				
1	Формирование медиапространства системы СПО через активное включение в работу руководства, преподавателей и студентов; формирование и развитие медиакомпетенций у студентов и преподавателей в рамках реализации проекта «Амбассадоры Профессионалитета»	Актив амбассадоров	Сентябрь-декабрь	Зам. директора по УВР, куратор амбассадоров
2	Размещение Молодёжным медиацентром колледжа информационно-справочных материалов о предприятиях профессиональной сферы, имеющих отношение к профилю колледжа	Актив групп	в течение года	Зам. директора по УВР
3	Новостное сопровождение в Телеграмм, ВК, организация единого информационного пространства колледжа	Актив групп	в течение года	Зам. директора по УВР
4	Организация информационно-технической поддержки воспитательных и образовательных мероприятий колледжа	Актив групп	в течение года	Зам. директора по УВР
5	Всероссийский проект «МедиаПритяжение»	Актив групп	в течение года	Зам. директора по УВР
6	Всероссийский проект «В зоне доступа»	Актив групп	в течение года	Зам. директора по УВР
12. ***Дополнительный модуль «Волонтерская и добровольческая деятельность»***				
1	Благотворительная акция «АмбассаДОБР»	Актив амбассадоров	сентябрь	Куратор амбассадоров
2	Индивидуальная и групповая адресная добровольная помощь особым категориям граждан	Актив групп	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители,

				мастера ПО
3	Участие в организации и проведении крупных событий и профессиональных мероприятий: конференций, конгрессов, фестивалей, форумов, культурно-массовых мероприятий, спортивных мероприятий	Актив групп	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
4	Организация и проведение экологических мероприятий	Актив групп	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
5	Оказание помощи безнадзорным животным и животным, проживающим в приютах	Актив групп	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
6	Акция «Сдай кровь, спаси жизнь!»	Актив групп	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
7	Поздравление ветеранов колледжа с праздниками	Актив групп	в течение года	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
8	Организация и проведение мероприятий в рамках празднования Дня пожилого человека «Старость в радость»	Актив групп	октябрь	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
9	Международный день добровольца в России. Беседы по группам о добровольцах-волонтерах, формирование групп волонтеров, мероприятия помощи в рамках волонтерского движения.	Студактив	5.12	Социальный педагог, Волонтёрская рота
10	Всероссийский образовательный форум «Волонтеры Победы»	все желающие	апрель-май	Педагог-организатор Координатор деятельности органов студенческого самоуправления
11	Участие в организации и проведении Всероссийских акций в рамках Дней единых действий: -«Улыбка Гагарина»	Актив групп	12 апреля	Педагог-организатор Координатор деятельности

	-«Георгиевская Ленточка» - «Красная гвоздика» - «Свеча памяти» - «Никто не забыт, ничто не забыто - «День неизвестного солдата» - «День героев Отечества»		24 апреля 11-19 июня 21 июня 22 июня 3 декабря 9 декабря	органов студенческого самоуправления
12	Событийное волонтерство	все желающие	по плану	Зам. директора по УВР, советник по воспитанию, классные руководители, мастера ПО
13. ***Дополнительный модуль «Студенческие спортивные клубы»***				
1	Подготовка студентов к участию во Всероссийском физкультурно-спортивном комплексе «Готов к труду и обороне»	все желающие	по плану	Руководитель физ.воспитания
2	Организация участия во Всероссийском дне бегуна «Кросс нации»	все желающие	по плану	Руководитель физ.воспитания
3	Организация участия во Всероссийской массовой лыжной гонке «Лыжня России»	все желающие	по плану	Руководитель физ.воспитания
4	Организация и проведение спортивного конкурса «Спорт. Музыка. Грация»	все желающие	по плану	Руководитель физ.воспитания
5	Организация и проведение товарищеских матчей, командных игр	все желающие	по плану	Руководитель физ.воспитания
6	Первенство колледжа по шахматам	все желающие	по плану	Руководитель физ.воспитания
7	Первенство колледжа по стрельбе из пневматической винтовки	все желающие	по плану	Руководитель физ.воспитания
8	Личное, командное первенство по настольному теннису среди студентов колледжа	все желающие	по плану	Руководитель физ.воспитания
9	Личное, командное первенство по дартсу среди студентов колледжа	все желающие	по плану	Руководитель физ.воспитания
10	Командное первенство по волейболу среди студентов колледжа	все желающие	по плану	Руководитель физ.воспитания
11	Командное первенство по баскетболу среди студентов колледжа	все желающие	по плану	Руководитель физ.воспитания
12	Всероссийский проект «Будь здоров!»	все желающие	по плану	Руководитель физ.воспитания
13	Всероссийская Спартакиада первых	все желающие	по плану	Руководитель физ.воспитания
14	Всероссийский спортивный фестиваль РДДМ «Движение первых»	все желающие	по плану	Руководитель физ.воспитания
15	Всероссийская серия спортивных вызовов «Испытай себя»	все желающие	по плану	Руководитель физ.воспитания