

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Блинова Светлана Павловна  
Должность: Директор колледжа  
Дата подписания: 19.02.2026 11:52:29  
Уникальный программный ключ:  
0314c6dbf971f61282da7449ff82f8c839276739

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Заполярье государственный университет им. Н.М Федоровского»  
Политехнический колледж

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

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

для специальности:  
15.02.09 Аддитивные технологии

Рабочая программа ПМ.01. Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования разработана на основе актуализированного Федерального государственного образовательного стандарта (далее ФГОС) по специальности среднего профессионального образования 15.02.09 Аддитивные технологии.

**Организация – разработчик:** Политехнический колледж ФГБОУ ВО «Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского»

**Разработчик:** Петухова Анастасия Владимировна, преподаватель

Рассмотрена на заседании предметно-цикловой комиссии общетехнических дисциплин

Председатель комиссии

  
\_\_\_\_\_ Н.А. Максименко

Утверждена методическим советом политехнического колледжа ФГБОУ ВО «Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского»

Протокол заседания методического совета № 4 от «18» 02 2016 г.

Зам. директора по УМР

  
\_\_\_\_\_ Е.В. Горпинченко

## СОДЕРЖАНИЕ

1	ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ.....	4
2	СТРУКТУРА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ.....	7
3	УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ.....	23
4	КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ .....	25

# 1 ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

## 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

Результаты освоения профессионального модуля соотносятся с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представленными в матрице компетенций выпускника.

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.	<p>Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать систему бесконтактной оцифровки в соответствии с поставленной задачей и особенностями объекта;</li> <li>- осуществлять наладку и калибровку систем бесконтактной оцифровки;</li> <li>- производить подготовку объекта к сканированию;</li> <li>- выбирать средства измерений;</li> <li>- определять уровень детализации при сканировании и полигонизации;</li> <li>- сканировать объекты с использованием устройств бесконтактной оцифровки;</li> <li>- оценивать точность оцифровки;</li> </ul>	<p>Актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;</p> <p>устройства для трехмерного сканирования и области их применения;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принцип действия различных систем бесконтактной оцифровки;</li> <li>- правила калибровки и проверки на точность устройств для трехмерного сканирования;</li> <li>- требования к электронным моделям, предназначенным для реверсивного инжиниринга и производства на аддитивных установках;</li> <li>- виды, методы и средства измерений;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- сканирования физических объектов;</li> <li>- применения измерительных инструментов;</li> <li>- проверки соответствия готовых изделий техническому заданию;</li> <li>- работы в системах автоматизированного проектирования (САПР);</li> <li>- разработки трехмерных моделей изделий для целей аддитивного производства;</li> <li>- подготовки трехмерных моделей изделия для переноса в устройства числового программного управления аддитивных установок;</li> <li>- создания редактируемых параметрических моделей, пригодных для аддитивного производства, на основе</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- применять контрольно-измерительные приборы и инструменты;</li> <li>- измерять и контролировать параметры изделий;</li> <li>- подготавливать технологическую модель для изготовления с учетом особенностей оборудования и технологии изготовления изделия;</li> <li>- выполнять геометрические построения в ручной и машинной графике;</li> <li>- выполнять эскизы, технические рисунки и чертежи деталей, их элементов и узлов;</li> <li>- читать и оформлять конструкторскую и технологическую документацию;</li> <li>- выбирать САПР в соответствии с поставленными задачами на основании их функциональных возможностей;</li> <li>- моделировать объекты, предназначенные для последующего аддитивного производства с помощью САПР, используя инструменты выдавливания, вращения, операции по плоскостям, сдвиг;</li> <li>- осуществлять проверку и исправление ошибок в электронных моделях;</li> <li>- определять пригодность полигональной модели для реверсивного инжиниринга;</li> <li>- выравнивать полигональную модель в</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методы проекционного черчения;</li> <li>- приемы выполнения геометрических построений;</li> <li>- правила выполнения чертежей, технических рисунков, эскизов и схем;</li> <li>- правила оформления и чтения конструкторской и технологической документации;</li> <li>- требования к электронным моделям, предназначенным для производства на аддитивных установках;</li> <li>- критерии качества изделия по точности размеров и формы, структуре материала;</li> <li>- требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Единой системы технологической документации (ЕСТД);</li> <li>- методика моделирования трехмерной объемной конструкции с использованием САПР;</li> <li>- специализированное программное обеспечение для реверсивного инжиниринга;</li> <li>- требования к полигональным моделям для целей реверсивного инжиниринга;</li> <li>- методы определения необходимого для полигональной модели уровня детализации и оптимизации полигональной сети в соответствии с ним;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>полигональных моделей изделий;</li> <li>- разработки чертежей для создания электронной модели изделия;</li> <li>- создания сборочных чертежей, рабочих чертежей и чертежей общего вида на основе электронной модели</li> </ul>
--	---	--	---

	<p>заданной системе координат;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выравнивать отдельные полигональные модели фрагментов изделия в единой системе координат с применением вспомогательной геометрии и построений;</li> <li>- осуществлять экспорт полигональной модели в САПР для последующего её изменения с учетом задач проектирования и выбираемых аддитивных технологий;</li> <li>- создавать твердотельную модель, либо твердотельную параметрическую модель в САПР-системе для последующего её изготовления посредством аддитивных технологий;</li> <li>- осуществлять анализ отклонений построенной параметрической модели от исходной полигональной и от исходного изделия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способы определения необходимых секущих плоскостей для выровненных полигональных моделей и применения этих плоскостей для построения векторных сечений полигональных моделей;</li> <li>- способы разделения полигональных моделей на сегменты в соответствии с кривизной исходных поверхностей;</li> <li>- методы восстановления геометрии сегментов полигональных моделей с помощью поверхностей-примитивов и поверхностей свободной формы;</li> </ul>	
--	--	--	--

## 2 СТРУКТУРА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

### 2.1 Объём профессионального модуля и виды учебной работы

<b>Виды учебной работы</b>	<b>Объём часов</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>260</b>
в том числе:	
лекционные занятия	124
практические занятия	136
консультации	
итоговая аттестация в форме экзамена	8
<b>Самостоятельная работа обучающегося (всего)</b>	<b>26</b>
<b>Учебная практика</b>	<b>216</b>

### 2.3. Примерное содержание профессионального модуля

Наименование разделов и тем	Примерное содержание учебного материала, практических и лабораторных занятия, курсовой проект (работа)	Объем часов
<b>МДК 01.01 Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование</b>		
<b>Тема 1.1 Области применения 3D-сканирования</b>	Применение 3D-сканирования для оптимизации производств в машиностроении, автомобилестроении, судостроении и т.д.. Применение 3D-сканирования в медицине для создания протезов, стоматологических шаблонов, подготовительных этапов перед операциями, для выбора метода лечения и т.д.. Применение 3D-сканирования для сохранения объектов искусства, исторических артефактов, для работ по восстановлению архитектурных объектов, для создания цифровых экскурсий и т.д.	2
<b>Самостоятельная работа</b>		2
<b>Тема 1.2. Виды оцифровки</b>	<b>Содержание</b> 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.	2
<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>		
Практическое занятие № 1. Выбор бесконтактного сканера в зависимости от поставленной задачи.		4
<b>Тема 1.3. Ручной измерительный инструмент</b>	<b>Содержание</b> Виды ручного измерительного инструмента. Методы измерения ручным аналоговым измерительным инструментом. Методы измерения ручным цифровым измерительным инструментом. Основные преимущества и недостатки таких измерений.	2
<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>		
Практическое занятие № 2. Выбор ручного измерительного инструмента для выполнения задачи.		4
<b>Тема 1.4. Координатно-измерительные машины</b>	<b>Содержание</b> 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.	4

	<p>Пульт управление, функции кнопок. Вспомогательные инструменты для крепления объектов измерения и калибровки.</p>	
	<b>Самостоятельная работа</b>	2
<b>Тема 1.5. Кругломеры, контурографы, профилометры и видеоизмерительные машины</b>	<b>Содержание</b>	
	<p>Контурограф с ручным управлением и с ЧПУ: принцип работы, устройство, необходимые вспомогательные инструменты для закрепления объекта. Кругломер 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.</p>	4
	<b>Самостоятельная работа</b>	2
<b>Тема 1.6. Бесконтактные активные и пассивные сканеры</b>	<b>Содержание</b>	
	<p>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.</p>	2
	<b>Самостоятельная работа</b>	2
<b>Тема 1.7. Требования к объектам и помещению при сканировании</b>	<b>Содержание</b>	4
	<p>Общие требования к сканируемым объектам: их форма, поверхность, цвет. Специальные требования к большим объектам при сканировании бесконтактным и контактным методом; Специальные требования к маленьким объектам при сканировании бесконтактным и контактным методом. Общие требования к освещению помещения для бесконтактного сканирования. Общие требования к фону вокруг сканируемого объекта бесконтактным методом.</p>	

	Требования к расположению объекта при сканировании бесконтактным и контактными методами. Общие требования к помещению для контактных сканеров.	
	<b>Самостоятельная работа</b>	2
<b>Тема 1.8. Оцифровка изделий ручным сканером с лазерной подсветкой</b>	<b>Содержание</b>	
	Ручной сканер с лазерной подсветкой: программное обеспечение, его интерфейс и основные окна для работы. Вкладки и функции для сканирования. Вкладки работы с облаком точек и возможности редактирования облака точек. Калибровочное поле и требования к его расположению и освещению. Вкладка калибровки и необходимые функции. Процесс калибровки, распространенные ошибки. Размещение объектов, основные и вспомогательные инструменты для сканирования. Нанесение меток (маркеров). Процесс сканирования и совмещения сканов. Удаление дефектов. Экспорт скана. Возможные форматы вывода облака точек.	4
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие № 3. Проведение калибровки триангуляционного сканера. Оцифровка простейшего объекта без использования дополнительных средств. Практическое занятие № 4. Полная оцифровка объекта сложной геометрии триангуляционным сканером с последующей сшивкой отдельных групп в единую модель. Практическое занятие № 5. Полная оцифровка объекта сложной геометрии триангуляционным сканером с использованием дополнительных ручных средств, позволяющих оцифровать весь объект в одной единственной группе	6
<b>Тема 1.9. Оцифровка изделий сканером, использующим структурированный свет</b>	<b>Содержание</b>	
	Сканер, использующий структурированный свет: программное обеспечение, его интерфейс и основные окна для работы. Вкладки и функции для сканирования. Вкладки для работы с облаком точек. Возможности редактирования облака точек. Калибровочный шаблон и требования к его расположению и освещению. Вкладка калибровки и необходимые функции. Процесс калибровки, распространенные ошибки. Размещение объектов и вспомогательные инструменты для сканирования. Процесс сканирования и совмещения сканов. Удаление дефектов. Экспорт скана. Возможные форматы вывода облака точек.	2
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие № 6. Проведение работ по калибровке сканера, использующего структурированный свет. Оцифровка простейшего объекта.	10

	<p>Практическое занятие № 7. Оцифровка изделий сканером, использующим структурированный свет с использованием дополнительных ручных средств, таких как меловое покрытие, поддержки, маркировочные точки.</p> <p>Практическое занятие № 8. Оцифровка объекта сложной геометрии, с элементами с разной светоотражающей способностью (с глянцевыми, матовыми, транслюцентными и черными зонами) сканером, использующим структурированный свет.</p> <p>Практическое занятие № 9. Оцифровка объекта сложной геометрии сканером, использующим структурированный свет с использованием дополнительных ручных средств, таких как меловое покрытие, поддержки, маркировочные точки, позволяющих оцифровать весь объект в одной единственной группе.</p> <p>Практическое занятие № 10. Оцифровка объекта сложной геометрии, требующего сканирования с последовательным использованием 2-х зон (сканирование большой зоной, перекалибровка и детальное сканирование малой зоной значимых элементов), сканером, использующим структурированный свет</p>	
<b>Тема 1.10. Оцифровка с применением фотограмметрических систем</b>	<b>Содержание</b>	
	<p>Фотограмметрия: общие принципы, область применения, технические средства.</p> <p>Наиболее распространенные системы для фотограмметрии.</p> <p>Фотограмметрические системы для точной оцифровки крупногабаритных объектов в комбинации с оптическими сканерами: создание опорных меток для последующего сканирования AICON, ATOS и др.</p> <p>Программное обеспечение для сканеров и программное обеспечение для фотограмметрии при отсутствии сканеров.</p> <p>Процесс фотограмметрического сканирования сканером или ручными инструментами.</p>	2
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	<p>Практическое занятие № 11. Оцифровка изделий методом фотограмметрии с помощью ручного 3D-сканера: создание опорных меток с помощью фотограмметрической системы и осуществление по ним сканирования оптическим сканером.</p>	4
<b>Тема 1.11. Оцифровка ручным измерительным инструментом</b>	<b>Содержание</b>	
	<p>Ручной измерительный инструмент: виды, область применения. Выбор ручного измерительного инструмента в зависимости от поставленной задачи.</p> <p>Погрешность аналоговых и цифровых измерительных инструментов.</p> <p>Методика измерения ручным измерительным инструментом. Учет овальности при измерении диаметров.</p> <p>Метод определения параметров внутренних и внешних резьб по шаблонам и оттискам. Определение направления резьб.</p>	2
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	

	Практическое занятие № 12. Оцифровка корпусной детали с резьбами. Практическое занятие № 13. Оцифровка детали – тела вращения.	6
<b>Тема 1.12. Создание технологического эскиза на основе ручных измерений</b>	<b>Содержание</b>	
	Общие принципы создания технологического эскиза. Допуски и погрешности при измерении ручным измерительным инструментом; Расчет припусков и промежуточных технологических размеров.	2
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие № 14. Создание технологического эскиза на основе ручных измерений.	2
<b>Тема 1.13. Создание чертежа по оцифрованным моделям</b>	<b>Содержание</b>	
	Создание анимации по оцифрованному изделию; Создание фотореалистичного изображения по оцифрованному изделию. Создание чертежа по готовым объектам формата STL из открытых источников; Работа с полигонами в чертеже;	4
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие № 15. Создание чертежа по обработанному скану.	2
<b>Тема 1.14. Определение качества и точности скана</b>	<b>Содержание</b>	
	Понятие «Точность скана», основные критерии для определения точности. Определение качества скана и устранение внешних дефектов. Причины погрешности при сканировании и описание путей решения проблем. Контроль точности сканирования по эталонным или измеряемым элементам (сканирование объектов с использованием концевых мер, подшипников и др. для оценки точности сканирования).	4
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие № 16. Оцифровка корпусной детали с включением в поле сканирования концевой меры или подшипника. Проведение работ с откалиброванным сканером и при расстроенной калибровке, сопоставление результатов.	2
<b>Тема 1.15. Дефекты и ошибки при сканировании</b>	<b>Содержание</b>	
	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.	2
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие № 17. Определение возможных причин возникновения дефектов в предоставленном скане в программном обеспечении бесконтактного сканера.	2
	<b>Содержание</b>	

<b>Тема 1.16. Проверка и исправление ошибок в облаке точек внутри программного обеспечения для сканирования</b>	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.	2
	<b>Самостоятельная работа</b>	2
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие № 18. Исправление дефектов в предоставленном скане в программном обеспечении бесконтактного сканера. Практическое занятие № 19. Исправление ошибок в облаке точек. Исправление ошибок в твердотельной модели.	4
<b>Тема 1.17. Обратное проектирование (реверсивный инжиниринг)</b>	<b>Содержание</b>	2
	Обратное проектирование (реверсивный инжиниринг) как комплексная задача создания изделий на основе имеющегося образца. Создание чертежей по облаку точек. Задача восстановления изделий: создания заменяющих изделий по отсканированным сломанным изделиям или их фрагментам. Применение обратного проектирования для создания инструментов, приспособлений и технологической оснастки. Применение обратного проектирования в медицине (протезирование, стоматология, хирургия и др.)	
	<b>Самостоятельная работа</b>	2
<b>Тема 1.18. Виды обратного проектирования</b>	<b>Содержание</b>	
	Обратное проектирование по результатам обмера ручным измерительным инструментом, включая использование проекционной измерительной машины. Обратное проектирование по результатам обмера координатно-измерительной машиной и/или контактными дигитайзерами. Обратное проектирование по результатам обмера на видеоизмерительной машине и/или видеомикроскопе. Обратное проектирование по изображениям для целей индустриального дизайна: ограничения, требования к исходным материалам. Обратное проектирование по твердотельной (полигональной) модели, его преимущества и недостатки. Различия и сходства разных методов, область их применения.	6
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие № 20. Выбор метода обратного проектирования в зависимости от поставленной задачи.	2

<b>Тема 1.19. Масштабирование и выравнивание моделей по системе координат</b>	<b>Содержание</b>	
	Масштабирование и корректировка размеров полигональных моделей, полученных в результате 3D сканирования. Приемы и инструменты выравнивания полигональных моделей, полученных в результате 3D сканирования	2
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие № 21. Масштабирование и выравнивание моделей, полученных в результате 3D сканирования.	2
<b>Тема 1.20. Операции по удалению и сшиванию полигонов</b>	<b>Содержание</b>	
	Функции для удаления полигонов в САПР; Функции сшивания и выравнивания полигонов в САПР; Функции увеличения или уменьшения количества полигонов в САПР.	4
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие № 22. Сшивание и удаление полигонов в предоставленных сканах.	2
<b>Тема 1.21. Обратное проектирование по изображению</b>	<b>Содержание</b>	
	Метод обратного проектирования по изображениям. Загрузка изображений в разные САПР программы. Применение функции масштабирования изображений для подгонки размеров.	2
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие № 23. Обратное проектирование изделия по предоставленным рисункам проекций. Для работ могут быть использованы изделия типа трубки телефона, бутылки, канистры или подобные. Практическое занятие № 24. Обратное проектирование рычажного механизма по фронтальной фотографии. Для работ могут быть использованы механизмы Чебышева, Кланна, Янсена.	4
<b>Тема 1.22. Обратное проектирование по полигональной модели</b>	<b>Содержание</b>	
	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.	4

	<p><b>В том числе практических и лабораторных занятий</b></p> <p>Практическое занятие № 25. Обратное проектирование по полигональным моделям с пропуском данных простейших геометрических форм (куб, цилиндр, призма, конус, шар) и их комбинаций (куб с карманом и галтелями, цилиндр с кулачком, лыской и квадратным торцом с уклонами и др.)</p> <p>Практическое занятие № 26. Обратное проектирование по полигональной модели корпусной пластиковой детали с последующим перепроектированием для изготовления на аддитивных установках</p> <p>Практическое занятие № 27. Обратное проектирование по сохранившимся фрагментам изделия.</p> <p>Практическое занятие № 55. Обратное проектирование по твердотельной модели деформированной корпусной детали.</p> <p>Практическое занятие № 28. Обратное проектирование по твердотельной модели детали и проектирование приспособления (оснастки) для быстрого крепления детали на столе КИМ.</p> <p>Практическое занятие № 29. Обратное проектирование по твердотельной модели с восстановлением резьб (в модели, как минимум, должны присутствовать дюймовые и метрические резьбы разного направления, желательна наличие упорных и конических резьб).</p> <p>Практическое занятие № 30. Обратное проектирование по полигональной модели корпусной пластиковой детали с последующим проектированием метаформ для тиражирования детали методом литья в силикон</p>	20
	<b>Экзамен</b>	4
<p><b>Учебная практика раздела № 1</b></p> <p><b>Виды работ:</b></p> <p>Определение метода сканирования для решения поставленной задачи;</p> <p>Выполнение оцифровки ручным измерительным инструментом;</p> <p>Определение соответствия готового изделия техническому заданию;</p> <p>Калибровка сканера;</p> <p>Подготовка объекта сканирования к оцифровке;</p> <p>Доработка модели, полученной после обратного проектирования (реверсивного инжиниринга), сопряжение со стандартными элементами;</p> <p>Сканирование физического объекта;</p> <p>Выявление дефектов и ошибок сканирования;</p> <p>Проверка и исправление ошибок в облаке точек;</p> <p>Определение пригодности полигональной модели для реверсивного инжиниринга;</p> <p>Выявление и исправление ошибок модели;</p> <p>Выравнивание отдельных полигональных моделей в единой системе координат, сшивание модели;</p> <p>Создание твердотельной параметрической модели на основе полигональной модели посредством построения поверхностей по сечениям (в том числе по полигональным моделям деформированных или частично разрушенных объектов)</p>		

<b>МДК 01.02 Методы создания и корректировки электронных моделей</b>		
<b>Тема 2.1. Введение</b>	<b>Содержание</b>	
	Понятие модели и моделирования. Цели моделирования. Области применения компьютерных моделей.	2
	Самостоятельная работа	2
<b>Тема 2.2. Компьютерное моделирование. Виды и этапы.</b>	<b>Содержание</b>	
	Моделирование: основные понятия. Классификация моделей. Виды моделирования. Особенности компьютерного моделирования. Этапы компьютерного моделирования. Восходящее, нисходящее моделирование: алгоритмы и принципы.	2
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие №31. Определение оптимального дерева построения модели (построение простой детали или ее элементов, и выбор оптимального способа)	2
<b>Тема 2.3. Растровая, векторная и 3D-графика</b>	<b>Содержание</b>	
	Компьютерная графика: понятия и направления использования. Растровая графика. Векторная графика. Трехмерная графика. Фрактальная графика.	4
	Самостоятельная работа	2
<b>Тема 2.4. Системы автоматизированного проектирования</b>	<b>Содержание</b>	
	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.	2
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие №32 Геометрическое моделирование простых объектов с помощью примитивов	2
	<b>Содержание</b>	
	Основные понятия параметрического моделирования.	2

<b>Тема 2.5. Параметрическое моделирование</b>	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.	
	Самостоятельная работа	2
<b>Тема 2.6. Пространственная привязка. Системы координат</b>	<b>Содержание</b>	
	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.	4
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие №33. Определение эскизов при использовании привязок. Практическое занятие №34 Задание точек согласно различным систем координат.	4
<b>Тема 2.7. Создание и редактирование эскизов в элементах модели</b>	<b>Содержание</b>	
	Использование примитивов при формировании двумерного эскиза. Инструменты редактирования элементов эскиза. Использование и наложение зависимостей эскиза.	2
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие №35. Редактирование эскиза при помощи инструментов форматирования	2
<b>Тема 2.8. Базовые элементы для построения модели</b>	<b>Содержание</b>	
	Инструменты добавления и удаления материала. Дополнительные конструктивные элементы. Условные обозначения элементов.	2
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие №36. Создание твердотельной модели	2
<b>Тема 2.9. Структура графического интерфейса программного</b>	<b>Содержание</b>	
	Создание проекта. Лента и расположение команд. Панель навигации. Основные сведения о шаблонах файлов, использование проектов.	4

<b>обеспечения САПР. Шаблоны файлов. Браузер</b>	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.	
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие № 37. Настройка пользовательского интерфейса программного обеспечения. Создание проекта. Сохранение комплекта файлов Практическое занятие №38. Создание пользовательского шаблона чертежа Практическое занятие № 39. Построение сложного эскиза. Построение эскиза посредством проецирования геометрии	6
<b>Тема 2.10 Рабочие элементы: точки, оси и плоскости. Массивы</b>	<b>Содержание</b>	
	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.	4
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие № 40. Выполнение массива и зеркального отображения элементов эскиза, твердого тела	4
<b>Тема 2.11 Построение твердотельной модели детали</b>	<b>Содержание</b>	
	Основные функции построения твердотельной модели. Функция выдавливания. Функция вращения. Функции выдавливания по сечениям и траектории.	2
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие № 41. Построение твердотельной модели с использованием функций выдавливания, вращения Практическое занятие № 42. Построение твердотельной модели с использованием функций выдавливания по сечениям, по траектории	4
	<b>Содержание</b>	

<b>Тема 2.12.</b> <b>Статические и динамические взаимосвязи при формировании сборочной единицы. Библиотеки компонентов</b>	Использование команды «соединение» для определения и управления связями. Типы и варианты статических зависимостей. Установка предельных значений зависимости. Особенности динамических зависимостей. Типы динамических зависимостей. Порядок наложения динамических зависимостей. Основные понятия и определения библиотеки компонентов. Пользовательская библиотека. Процесс поиска стандартного компонента. Использование мастера подбора стандартных компонентов.	4
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие № 43. Создание сборочной единицы с применением функции «соединение» и статических взаимосвязей Практическое занятие № 44. Создание сборочной единицы с применением динамических зависимостей	4
<b>Тема 2.13.</b> <b>Использование проектировочных модулей</b>	<b>Содержание</b>	
	Генератор компонентов вала. Генератор компонентов болтового соединения. Генератор компонентов цилиндрического и конического зубчатых зацеплений.	2
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие № 45. Построение компонентов вала с помощью генератора. Практическое занятие № 46. Построение болтового соединения с помощью генератора. Физическое построение болтового соединения Практическое занятие № 47. Построение цилиндрического зубчатого зацепления с помощью генератора	6
<b>Тема 2.14. Создание ассоциативного чертежа</b>	<b>Содержание</b>	
	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.	2
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие № 48. Выполнение ассоциативного чертежа детали	4
<b>Тема 2.15. Создание анимации и схемы сборки-разборки</b>	<b>Содержание</b>	
	Выбор среды для создания анимации работы механизма. Приемы создания и облета камеры. Воспроизведение динамических зависимостей. Настройка видимости объектов. Параметры при выводе анимации в видеоформатах.	4

	Выбор среды для создания анимации сборки-разборки сборочной единицы. Настройка траекторий перемещения и вращения компонентов. Настройка видимости объектов. Вывод анимации в видеоформате.	
	Самостоятельная работа	2
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие № 49. Выполнение анимации работы механизма Практическое занятие № 50. Создание схемы сборки-разборки. Вывод анимации	4
<b>Тема 2.16. Создание фотореалистичного изображения</b>	<b>Содержание</b>	
	Механизм визуализации: основные понятия и определения. Установка источников света, настройка окружения. Вывод изображения согласно требуемым параметрам.	2
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие №51. Выполнение фотореалистичного изображения	4
<b>Тема 2.17. Корректировка пропорций электронной модели</b>	<b>Содержание</b>	
	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.	2
	Самостоятельная работа	2
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие №52. Построение твердотельной модели изделия с учетом корректировки пропорций для аддитивного производства	2
<b>Тема 2.18. Преобразование данных САПР в поверхностные модели и универсальные форматы твердотельного моделирования</b>	<b>Содержание</b>	
	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.	2
	<b>В том числе практических занятий</b>	
	Практическое занятие №53. Создание и анализ файлов поверхностной модели	4

	Практическое занятие №54. Создание и анализ файлов твердотельного моделирования различных типов.	
<b>Тема 2.19. Анализ напряжений</b>	<b>Содержание</b>	
	Создание моделирования при анализе напряжений. Запуск моделирования. Устранение предупреждений и ошибок моделирования. Подготовка к анализу. Визуальное представление результатов анализа. Публикация результатов анализа напряжений.	2
	Самостоятельная работа	2
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие №55. Выполнение анализа напряжений детали	2
<b>Тема 2.20. Кинематика динамического моделирования</b>	<b>Содержание</b>	
	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 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.	4
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие №56. Выполнение динамического моделирования узла	2
<b>Тема 2.21. Бионический дизайн</b>	<b>Содержание</b>	
	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.	2
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	
	Практическое занятие №57. Выполнение бионического генеративного дизайна детали	2
	Промежуточная аттестация – экзамен	4
<b>Учебная практика раздела 2</b>		
<b>Виды работ</b>		

<p>Выбор программного продукта в соответствии с техническим заданием</p> <p>Разработка эскиза/чертежа модели в соответствии с техническим заданием</p> <p>Поэтапное планирование разработки трехмерной модели изделия</p> <p>Создание файла объекта проектирования</p> <p>Задание параметров модели</p> <p>Сохранение файлов в соответствии с требованиями задания</p> <p>Создание твердотельной модели по эскизу/чертежу/техническому описанию</p> <p>Разработка сборочной единицы, установление взаимосвязей детали</p> <p>Создание фотореалистичного изображения</p> <p>Создание анимации</p> <p>Разработка комплекта чертежей</p> <p>Определение назначения и условий работы детали</p> <p>Проведение статистического и динамического анализа</p> <p>Разработка /внесение изменений в конструкцию трехмерной модели изделия для изготовления её на аддитивной установке</p>	
---	--

## **3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

### **3.1. Требование к минимальному материально-техническому обеспечению:**

Реализация программы предполагает наличия лабораторий «Аддитивные технологии» и «Лаборатория технических средств обучения и основ компьютерного моделирования»

Оборудование лаборатории:

- посадочные места по количеству обучающихся;
- рабочее место для преподавателя;
- комплект деталей, инструментов, приспособлений;
- комплект бланков технологической документации;
- комплект учебно-методической документации.

Технические средства обучения:

- компьютер с лицензионным программным обеспечением по количеству обучающихся;
- интерактивная доска;
- демонстрационные фильмы по профессии;
- Phrozen Sonic Mega 8K S
- Elegoo Jupiter SE
- Anycubic Photon Mono 4
- Elegoo Saturn 3 Ultra 12K
- Anycubic Photon M3 Max
- (FDM/FFF)-DIVA-1
- CREALITY CR-Scan Raptor
- RangeVision Neopoint
- Станции промывки и засветки Elegoo

### **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. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. САД : 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>

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 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Код ПК, ОК	Критерии оценки результата (показатели освоённости компетенций)	Формы контроля и методы оценки
ОК.01 ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3. ПК 1.4.	<p>Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;</p> <p>Актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить</p> <p>Выполняет работы по сканированию объектов;</p> <p>Проводит измерение изделие при помощи ручных измерительных инструментов</p> <p>Проводит оценку годности изделия на основании измерений</p> <p>Разрабатывает трехмерные модели изделий для целей аддитивного производства</p> <p>Производит подготовку трехмерных моделей изделия для переноса в устройства числового программного управления аддитивных установок</p> <p>Создает редактируемые параметрические модели, пригодные для аддитивного производства, на основе полигональных моделей изделий.</p> <p>Проводит проверку и исправление ошибок полигональной модели.</p> <p>Осуществляет анализ отклонений построенной параметрической модели от исходной полигональной и исходного изделия</p> <p>Разрабатывает рабочие чертежи детали в соответствии с требованиями ЕСКД.</p> <p>Разрабатывает сборочные чертежи и спецификации в соответствии с требованиями ЕСКД.</p>	<p>Контрольные работы, зачеты,</p> <p>квалификационные испытания, защита курсовых и дипломных проектов (работ), экзамены.</p> <p>Интерпретация результатов выполнения практических и лабораторных заданий, оценка решения ситуационных задач, оценка тестового контроля.</p>