

## **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**

<b>1. Общая характеристика РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ .....</b>	<b>3</b>
1.1. <i>Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной программы</i>	3
1.2. <i>Планируемые результаты освоения профессионального модуля .....</i>	3
<b>2. Структура и содержание профессионального модуля .....</b>	<b>12</b>
2.1. <i>Трудоемкость освоения модуля .....</i>	12
2.2. <i>Структура профессионального модуля .....</i>	12
2.3. <i>Содержание профессионального модуля .....</i>	13
<b>3. Условия реализации профессионального модуля .....</b>	<b>29</b>
3.1. <i>Материально-техническое обеспечение .....</i>	30
<b>4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля .....</b>	<b>31</b>

## **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»**

код и наименование 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 общепрофессионального цикла основной профессиональной образовательной программы среднего профессионального образования по специальности 15.02.09 «Аддитивные технологии».

#### **1.2. Планируемые результаты освоения профессионального модуля**

Результаты освоения профессионального модуля соотносятся с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представленными в матрице компетенций выпускника (п. 4.3 ОПОП-П).

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	-
ПК 1.1	- выбирать систему бесконтактной оцифровки в соответствии с поставленной задачей и особенностями объекта; - проверять состояние оборудования для сканирования (ВЧ); - осуществлять наладку и калибровку систем бесконтактной оцифровки; - производить подготовку объекта к сканированию; - выбирать средства измерений; - определять уровень детализации при сканировании и полигонизации;	- особенности аддитивных технологий по сравнению с традиционными методами формообразования несложных изделий машиностроения (ВЧ); - этапы проектирования несложных изделий, изготавливаемых аддитивными методами (ВЧ); - понятия, основные методы, используемые материалы аддитивных производств (ВЧ); - методика сбора и оцифровки информации (ВЧ);	- сканирования физических объектов: - калибровки 3D-сканера для сканирования физических объектов; - подготовки физических объектов для 3D-сканированию; - применения измерительных инструментов; - измерения геометрии физических объектов на 3D-сканера (стационарном, мобильном); - измерения пространственной геометрии физических объектов;

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- измерять и контролировать параметры изделий с применением контрольно-измерительных приборов и инструментов;</li> <li>- сканировать объекты с использованием устройств бесконтактной оцифровки;</li> <li>- оценивать точность оцифровки;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- устройства для трехмерного сканирования и области их применения;</li> <li>- принцип действия различных систем бесконтактной оцифровки;</li> <li>- методы трехмерного сканирования объектов;</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, объекты и средства измерений;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обработки результатов измерения с построением облака точек после сканирования геометрии;</li> <li>- <i>преобразования результатов сканирования в 3D-модель (ВЧ);</i></li> <li>- проверки соответствия готовых изделий техническому заданию: <ul style="list-style-type: none"> <li>- сравнения с базовой 3D-моделью геометрии физического объекта;</li> <li>- построения каты отклонения размеров и формы в 3D-модели,</li> <li>- контроля формы и определение погрешности в сечениях;</li> <li>- внесения результатов контроля пространственной геометрии в контрольную карту (технологический паспорт);</li> </ul> </li> </ul>
ПК 1.2	<p>читать конструкторскую и технологическую документацию;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать САПР в соответствии с поставленными задачами на основании их функциональных возможностей;</li> <li>- подготавливать технологическую модель для изготовления с учетом особенностей оборудования и технологии изготовления изделия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методы и приемы проекционного черчения;</li> <li>- методика моделирования трехмерной объемной конструкции, оформления чертежей и текстовой конструкторской документации</li> <li>- требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации;</li> </ul>	<p>проектирования конструкции несложного изделия (ВЧ);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проектирования необходимой технологической оснастки для аддитивного производства (ВЧ);</li> <li>- выбора исходного материала для изготовления несложного изделия методами аддитивных технологий в зависимости от заданных эксплуатационных свойств (ВЧ);</li> </ul>

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять геометрические построения несложных изделий и технологической оснастки с использованием САПР;</li> <li>- моделировать объекты, предназначенные для последующего аддитивного производства с помощью аппаратных и программных средств систем автоматизированного проектирования;</li> <li>- осуществлять проверку и исправление ошибок в электронных моделях;</li> <li>- анализировать документацию на проектирование несложного изделия аддитивного производства (ВЧ);</li> <li>- формулировать требований к конструкции несложного изделия на основе технического задания на его разработку(ВЧ);</li> <li>- выбирать металлические, керамические и полимерные материалы для изготовления несложных изделий методами аддитивных производств (ВЧ);</li> <li>- определять необходимое для изготовления несложного изделия исходное состояние материала: в виде листа, проволоки, порошка, воска, пленки или суспензии (ВЧ);</li> <li>- выполнять компоновочные расчеты несложных изделий, изготавливаемых</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- правила оформления и чтения конструкторской и технологической документации;</li> <li>- требования к электронным моделям, предназначенным для производства на аддитивных установках;</li> <li>- единая система допусков и посадок</li> <li>- критерии качества изделия по точности размеров и формы, структуре материала;</li> <li>- виды, методы и средства измерений;</li> <li>- основы взаимозаменяемости и нормирование точности;</li> <li>- качества и параметры шероховатости;</li> <li>- методы определения погрешностей измерений;</li> <li>- назначение основных компонентов систем автоматизированного проектирования;</li> <li>- методика применения систем автоматизированного проектирования при разработке конструкции, изготавливаемых аддитивными методами;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- определения необходимого исходного состояния материала для реализации выбранной технологии изготовления несложного изделия аддитивного производства (ВЧ);</li> <li>- работы в системах автоматизированного проектирования (САПР);</li> <li>- разработки трехмерных моделей изделий для целей аддитивного производства;</li> <li>- подготовки трехмерные модели изделия для переноса в устройства числового программного управления аддитивных установок</li> </ul>

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
	<p><i>методами аддитивных технологий, с использованием САПР (ВЧ);</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>- выполнять компоновочные расчеты технологической оснастки с использованием САПР (ВЧ);</i></li> <li><i>- разрабатывать необходимую технологическую оснастку при помощи САПР (ВЧ);</i></li> <li><i>- работать с 3D-моделями в системах автоматизированного проектирования: загружать модели, строить карты отклонений размеров и формы в 3D-модели, контролировать форму и определять погрешность в сечениях, выполнять дополнительные построения, делать выноски размеров, просматривать технические требования (ВЧ)</i></li> </ul>		
ПК 1.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- определять пригодность полигональной модели для реверсивного инжиниринга;</li> <li>- проверять и исправлять ошибки в трехмерных моделях;</li> <li>- выравнивать полигональную модель в заданной системе координат;</li> <li>- выравнивать отдельные полигональные модели фрагментов изделия в единой системе координат с применением вспомогательной геометрии и построений;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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> <li>- способы определения необходимых секущих плоскостей для выровненных</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- создания редактируемых параметрических моделей, пригодных для аддитивного производства, на основе полигональных моделей изделий</li> </ul>

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
	<ul style="list-style-type: none"> <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 исходного изделия.</li> </ul>	<p>полигональных моделей и применения этих плоскостей для построения векторных сечений полигональных моделей;</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>	
ПК 1.4	<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>- принципы нанесения размеров;</li> <li>- порядок и последовательность детализации сборочных чертежей;</li> <li>- правила нанесения допусков, посадок, параметров шероховатости поверхности, геометрических отклонений формы и расположения поверхностей на чертежах при детализовке;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять чертежи несложных изделий с использованием САПР;</li> <li>- выполнять эскизы, технические рисунки и чертежи деталей, их элементов и узлов;</li> <li>- <i>создавать чертежи технологической оснастки с использованием САПР (ВЧ);</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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>

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- правила оформления и чтения конструкторской и технологической документации;</li> <li>- типы и назначение спецификаций, правила их чтения и составления;</li> <li>- требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации</li> </ul>		

### 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		Уметь: выполнять компоновочные расчеты несложных изделий и технологической оснастки с использованием САПР; создавать чертежи оснастки; работать с 3D-моделями (загрузка, анализ отклонений, контроль формы, размеров, технических требований); разрабатывать оснастку в САПР	Тема 1.15. Создание анимации и схемы сборки-разборки	10	Развитие навыков визуализации сборочных процессов и подготовки конструкторской документации. Необходима для формирования умений по созданию интерактивных инструкций и анимационных моделей в рамках цифрового производства.
2		Знать: особенности аддитивных технологий по сравнению с традиционными методами. Уметь: выбирать материалы (металлические, керамические, полимерные), определять исходное	Тема 1.16. Создание фотореалистичного изображения	4	Формирует умение визуализировать 3D-модели с высокой степенью реалистичности для презентации

		состояние материала, анализировать документацию, формулировать требования к конструкции на основе технического задания			проектных решений, оценки внешнего вида изделий и взаимодействия с заказчиком.
3		Знать: принципы бионического дизайна. Уметь: применять природные аналоги для оптимизации конструкций, повышения эффективности и снижения массы изделий	Тема 1.21. Бионический дизайн	4	Развивает креативное и системное мышление, способствует созданию инновационных решений в проектировании.
4		Комплекс умений и знаний по проектированию изделий с использованием систем автоматизированного проектирования, аддитивных технологий и бионического дизайна	Курсовое проектирование МДК 01.01	12	Предусмотрено для углубленного освоения студентами методов проектирования изделий с применением САПР и аддитивных технологий. Является практико-ориентированной формой реализации компетенций, формируемых в рамках МДК 01.01.
5		Комплекс навыков: преобразование данных сканирования в 3D-модель, проверка оборудования, разработка конструкторской документации, выбор материалов, анализ технического задания и т. д.	Курсовое проектирование МДК 01.02	16	Направлено на интеграцию знаний и умений в области цифрового проектирования, аддитивного производства и визуализации. Позволяет сформировать у обучающихся целостное представление о жизненном цикле изделия в условиях цифрового производства.

6		Способность самостоятельно оценивать качество проектирования, владение методами промежуточной аттестации в образовательном процессе	Промежуточная аттестация (3-й семестр)	2	Обеспечивает контроль за освоением образовательных результатов по завершении 3-го семестра. Необходима для объективной оценки уровня сформированности компетенций.
7		Способность самостоятельно оценивать качество проектирования, владение методами промежуточной аттестации в образовательном процессе	Промежуточная аттестация (4-й семестр)	2	Обеспечивает итоговый контроль по завершении 4-го семестра, подтверждает готовность обучающегося к дальнейшему освоению учебного материала и прохождению практик.

## 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	194	94
Курсовая работа (проект)	28	28
Самостоятельная работа	2	-
Практика, в т.ч.:	282	282
учебная	144	144
производственная	138	138
Промежуточная аттестация, в том числе: МДК 01.01: в форме: 3, 4 семестр -проверочной работы 5 семестр – комплексного экзамена МДК 01.02 в форме: 4 семестр – проверочной работы 5 семестр – комплексного экзамена УП 01 ПП 01 ПМ 01 (экзамен по модулю))	24	6
Всего	530	410

### 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	Лабораторные и практические занятия	Курсовая работа (проект)	Самостоятельная работа	Учебная практика	Производственная практика
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ОК 01, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3 ПК1.4	МДК.01.01 Методы создания и корректировки электронных моделей	134	68	134	64	56	12	2	-	-
	МДК 01.02 Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование	84	54	84	30	38	16			
	Учебная практика	144	144						144	
	Производственная практика	138	138							138
	Промежуточная аттестация	18	6							
	Экзамен по модулю	12	-	6	6					
	<b>Всего:</b>	<b>530</b>	<b>410</b>	<b>224</b>	<b>100</b>	<b>94</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>144</b>	<b>138</b>

### 2.3. Содержание профессионального модуля

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная учебная работа обучающихся, курсовая работа (проект)	Объем, акад. ч / в том числе в форме практической подготовки, акад. ч	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
<b>Раздел 1. Методы создания и корректировки электронных моделей</b>		<b>140/68</b>	
<b>МДК 01.01 Методы создания и корректировки электронных моделей</b>		<b>140/68</b>	
Тема 1.1. Введение	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Понятие модели и моделирования. Цели моделирования. Области применения компьютерных моделей	2	
Тема 1.2. Компьютерное моделирование. Виды и этапы	<b>Содержание учебного материала</b>	4/2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. 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 занятий и лабораторных работ</b>	2	
	Практическая работа №1 Определение оптимального дерева построения модели (построение простой детали или ее элементов, и выбор оптимального способа)	2	
Тема 1.3. Растровая, векторная и 3D-графика	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Компьютерная графика: понятия и направления использования. Растровая графика. Векторная графика. Трехмерная графика. Фрактальная графика	2	
Тема 1.4. Системы автоматизированного проектирования	<b>Содержание учебного материала</b>	4/2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. 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 занятий и лабораторных работ</b>	2	
	Практическая работа №2 Геометрическое моделирование простых объектов с помощью примитивов	2	
Тема 1.5. Параметрическое моделирование	<b>Содержание учебного материала</b>	4/0	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Основные понятия параметрического моделирования. Типы параметризации. Настройка параметризации	4	
	2. Работа с рабочими системами координат. Построение плоскостей. Работа с		

	объектами		
	3. Создание параметрических моделей		
	4. Задание ограничений. Задание по чертежу. Работа с эскизами. Построение кривых и сплайнов. Поверхности свободной формы		
	5. Создание и модификация чертежей на базе трехмерной геометрической модели		
Тема 1.6. Пространственная привязка. Системы координат	<b>Содержание учебного материала</b>	6/4	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Системы координат. Виды и способы пространственной привязки в системах автоматизированного проектирования	2	
	2. Понятие объектной привязки. Основные сведения о видах объектной привязки		
	3. Использование текущего режима объектной привязки. Виды координат: мировые координаты, видовые координаты, координаты проекции, экранные координаты		
	4. Координатные системы программного обеспечения		
	5. Преобразование координат программного обеспечения		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	4	
	Практическое занятие №3. Определение эскизов при использовании привязок	2	
Тема 1.7. Создание и редактирование эскизов в элементах модели	<b>Содержание учебного материала</b>	6/2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Использование примитивов при формировании двумерного эскиза	4	
	2. Инструменты редактирования элементов эскиза		
	3. Использование и наложение зависимостей эскиза		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	2	
	Практическое занятие №5. Редактирование эскиза при помощи инструментов форматирования	2	
Тема 1.8. Базовые элементы для построения модели	<b>Содержание учебного материала</b>	6/2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Инструменты добавления и удаления материала. Дополнительные конструктивные элементы. Условные обозначения элементов	4	
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	2	
	Практическое занятие №6. Создание твердотельной модели	2	
Тема 1.9. Структура графического интерфейса программного обеспечения САПР. Шаблоны	<b>Содержание учебного материала</b>	8/4	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. 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	4	

файлов. Браузер	2. Основные сведения о браузере. Вызов и основные настройки. Работа с браузером в различных средах моделирования		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	4	
	Практическое занятие № 7. Настройка пользовательского интерфейса программного обеспечения. Создание проекта. Сохранение комплекта файлов	4	
	Практическое занятие № 8. Создание пользовательского шаблона чертежа		
	Практическое занятие № 9. Построение сложного эскиза. Построение эскиза посредством проецирования геометрии		
Тема 1.10. Рабочие элементы: точки, оси и плоскости. Массивы	<b>Содержание учебного материала</b>	4	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Создание рабочих точек. Создание фиксированной рабочей точки. Создание рабочих осей. Создание рабочих плоскостей		
	2. Основные понятия об элементах массивов. Выбор элементов для массивов: требования и возможности. Создание эскизов. Зеркальное отражение		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	2	
	Практическое занятие № 10. Выполнение массива и зеркального отображения элементов эскиза, твердого тела		
<b>Самостоятельная работа</b>		<b>2</b>	
<b>Промежуточная аттестация (проверочная работа)</b>		2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
Тема 1.11. Построение твердотельной модели детали	<b>Содержание учебного материала</b>	8/4	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Основные функции построения твердотельной модели. Функция выдавливания. Функция вращения. Функции выдавливания по сечениям и траектории	4	
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	4	
	Практическое занятие № 11. Построение твердотельной модели с использованием функций выдавливания, вращения	2	
	Практическое занятие № 12. Построение твердотельной модели с использованием функций выдавливания по сечениям, по траектории	2	
Тема 1.12. Статические и динамические взаимосвязи при формировании сборочной единицы. Библиотеки компонентов	<b>Содержание учебного материала</b>	8/6	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. 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	2	
	2. Основные понятия и определения библиотеки компонентов. Пользовательская библиотека. Процесс поиска стандартного компонента. Использование мастера		

	подбора стандартных компонентов		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	6	
	Практическое занятие № 13. Создание сборочной единицы с применением функции «соединение» и статических взаимосвязей	6	
	Практическое занятие № 14. Создание сборочной единицы с применением динамических зависимостей		
Тема 1.13. Использование проектировочных модулей	<b>Содержание учебного материала</b>	8/4	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Генератор компонентов вала	4	
	2. Генератор компонентов болтового соединения		
	3. Генератор компонентов цилиндрического и конического зубчатых зацеплений		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	4	
	Практическое занятие № 15. Построение компонентов вала с помощью генератора	4	
	Практическое занятие № 16. Построение болтового соединения с помощью генератора. Физическое построение болтового соединения		
	Практическое занятие № 17. Построение цилиндрического зубчатого зацепления с помощью генератора		
Тема 1.14. Создание ассоциативного чертежа	<b>Содержание учебного материала</b>	6/2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Метод создания чертежа по готовой трехмерной модели. Возможности и правила создания видов чертежа в среде САПР	4	
	2. Автоматическое извлечение параметров трехмерной модели и их использование в чертежах		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	2	
	Практическое занятие № 18. Выполнение ассоциативного чертежа детали	2	
<b>Промежуточная аттестация (проверочная работа)</b>		2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
<b>Вариативная часть</b> Тема 1.15. Создание анимации и схемы сборки-разборки	<b>Содержание учебного материала</b>	10/6	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Выбор среды для создания анимации работы механизма. Приемы создания и облета камеры. Воспроизведение динамических зависимостей. Настройка видимости объектов.	4	
	2. Параметры при выводе анимации в видеоформатах. Выбор среды для создания анимации сборки-разборки сборочной единицы. Настройка траекторий перемещения и вращения компонентов. Настройка видимости объектов. Вывод анимации в видеоформате		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	6	

	Практическое занятие № 19. Выполнение анимации работы механизма	6	
	Практическое занятие № 20. Создание схемы сборки-разборки. Вывод анимации		
<b>Вариативная часть</b> Тема 1.16. Создание фотореалистичного изображения	<b>Содержание учебного материала</b>	4/2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Механизм визуализации: основные понятия и определения. Установка источников света, настройка окружения. Вывод изображения согласно требуемым параметрам	2	
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	2	
	Практическое занятие №21. Выполнение фотореалистичного изображения	2	
Тема 1.17. Корректировка пропорций электронной модели	<b>Содержание учебного материала</b>	6/2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Методы корректировки электронных моделей для аддитивного производства с учетом усадки материала. Корректировка линейных размеров для аддитивного производства	4	
	2. Определение пропорции, формы и размера отверстий в зависимости от установки изделия при изготовлении		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	2	
	Практическое занятие №22. Построение твердотельной модели изделия с учетом корректировки пропорций для аддитивного производства	2	
Тема 1.18. Преобразование данных САПР в поверхностные модели и универсальные форматы твердотельного моделирования	<b>Содержание учебного материала</b>	8/4	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Цель и назначение поверхностных моделей. Параметры при преобразовании в формат поверхностной модели. Исправление ошибок поверхностной модели		
	2. Цель и назначение преобразования данных САПР в универсальные форматы. Нейтральные форматы. Качество обмена данными		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	4	
	Практическое занятие №23. Создание и анализ файлов поверхностной модели	2	
	Практическое занятие №24. Создание и анализ файлов твердотельного моделирования различных типов	2	
Тема 1.19. Анализ напряжений	<b>Содержание учебного материала</b>	4/2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Создание моделирования при анализе напряжений. Запуск моделирования. Устранение предупреждений и ошибок моделирования	2	
	2. Подготовка к анализу. Визуальное представление результатов анализа. Публикация результатов анализа напряжений		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	2	
	Практическое занятие №25. Выполнение анализа напряжений детали	2	
Тема 1.20. Кинематика	<b>Содержание учебного материала</b>	8/4	ПК 1.1- ПК 1.4;

динамического моделирования	1. Динамическое моделирование: основные понятия, определения и назначение. Преобразование зависимостей в среде динамического моделирования. Подготовка к динамическому моделированию: упрощения, внесение изменений. Выбор параметров динамического моделирования	4	ОК 01
	2. 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		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	4	
	Практическое занятие №26. Выполнение динамического моделирования узла	4	
<b>Вариативная часть</b> Тема 1.21. Бионический дизайн	<b>Содержание учебного материала</b>	4/2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Основные определения, цель и назначение генеративного бионического дизайна. Задание нагрузок, фиксация неподвижных компонентов. Выбор геометрии, ограничивающих перемещение	2	
	2. Назначение материалов, коэффициента запаса прочности и метод создания изделия. Публикация результата генеративного дизайна		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	2	
	Практическое занятие №27. Выполнение бионического генеративного дизайна детали	2	
<b>Вариативная часть</b> <b>Курсовое проектирование</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	12	ОК 01, ПК1.1.-1.4
	Тема: Оцифровка, обработка и создание электронной модели детали методом обратного проектирования Этапы выполнения (начало п.1-7 в МДК 01.02) : 8. Анализ пригодности модели для аддитивного производства (толщины стенок, свесы, необходимость поддерживающих структур). 9. Внесение конструктивных изменений (доработка модели для улучшения технологичности). 10. Создание рабочего чертежа по ЕСКД (размеры, допуски, шероховатость, технические требования). 11. Выбор материала и метода аддитивного производства (FDM, SLA, SLS и др.) с обоснованием. 12. Подготовка модели к печати. Форма отчетности: пояснительная записка, 3D-модель, чертеж, презентация	12	

<b>Промежуточная аттестация (комплексный экзамен)</b>		<b>2</b>	ОК 01, ПК1.1.-1.4
<b>Раздел 2. Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование</b>		90/54	
<b>МДК 01.02 Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование</b>		90/54	
Тема 2.1. Области применения 3D-сканирования	<b>Содержание учебного материала</b>	1	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Применение 3D-сканирования для оптимизации производств в машиностроении, автомобилестроении, судостроении и т.д.	1	
	2. Применение 3D-сканирования в медицине для создания протезов, стоматологических шаблонов, подготовительных этапов перед операциями, для выбора метода лечения и т.д.		
	3. Применение 3D-сканирования для сохранения объектов искусства, исторических артефактов, для работ по восстановлению архитектурных объектов, для создания цифровых экскурсий и т.д.		
Тема 2.2. Виды оцифровки	<b>Содержание учебного материала</b>	1	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Понятия «Контактная оцифровка» и «Бесконтактная оцифровка». Методы измерения: ручные, измерения на приборах, измерения на станках с ЧПУ	1	
	2. Виды сканеров. Сканеры с кареткой, с манипулятором, координатно-измерительные машины (КИМ)		
	3. Оцифровка активными сканерами, основные методы и их различия. Оцифровка пассивными сканерами, основные методы и их различия. Основные преимущества и недостатки измерений сканерами		
Тема 2.3. Ручной измерительный инструмент	<b>Содержание учебного материала</b>	1	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Виды ручного измерительного инструмента. Методы измерения ручным аналоговым измерительным инструментом. Методы измерения ручным цифровым измерительным инструментом. Основные преимущества и недостатки таких измерений	1	
Тема 2.4. Координатно-измерительные машины	<b>Содержание учебного материала</b>	1	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Принцип работы и устройство координатно-измерительных машин (КИМ). Процесс сканирования на координатно-измерительных машинах	1	
	2. Программное обеспечение, создание управляющей программы, редактирование программы. Ограничения объектов для измерения		
	3. Устройство портальной системы, основные элементы. Пульт управления, функции кнопок. Вспомогательные инструменты для крепления объектов		

	измерения и калибровки		
Тема 2.5. Кругломеры, контурографы, профилометры и видеоизмерительные машины	<b>Содержание учебного материала</b>	1	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Контурограф с ручным управлением и с ЧПУ: принцип работы, устройство, необходимые вспомогательные инструменты для закрепления объекта	1	
	2. Кругломер с ручным управлением и с ЧПУ: принцип работы, устройство, необходимые вспомогательные инструменты для закрепления объекта		
	3. Профилометр с ручным управлением и с ЧПУ: принцип работы, устройство, необходимые вспомогательные инструменты для закрепления объекта		
	4. Видеоизмерительные машины с ручным управлением и с ЧПУ: принцип работы, устройство, необходимые вспомогательные инструменты для закрепления объекта (видеомикроскопов, проекционных измерительных машин)		
	5. Процесс сканирования на контурографе, кругломере, видеоизмерительных машинах и профилометре. Программное обеспечение для данных установок, создание управляющей программы, редактирование программы		
Тема 2.6. Бесконтактные активные и пассивные сканеры	<b>Содержание учебного материала</b>	1	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Виды бесконтактных активных, пассивных сканеров и их устройство	1	
	2. Триангуляционные сканеры, принцип их работы		
	3. Сканеры со структурированным светом, принцип их работы. Понятие «паттерны»		
	4. Времяпролетные сканеры: принцип работы, область применения		
	5. Стереоскопические системы, принцип их работы		
	6. Силуэтные сканеры, принцип их работы, возможные недостатки при сканировании		
	7. Фотометрические сканеры, принцип их работы, возможные недостатки при сканировании		
Тема 2.7. Требования к объектам и помещению при сканировании	<b>Содержание учебного материала</b>	1	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Общие требования к сканируемым объектам: их форма, поверхность, цвет	1	
	2. Специальные требования к большим объектам при сканировании бесконтактным и контактными методами. Специальные требования к маленьким объектам при сканировании бесконтактным и контактными методами		
	3. Общие требования к освещению помещения для бесконтактного сканирования. Общие требования к фону вокруг сканируемого объекта бесконтактным методом		
	4. Требования к расположению объекта при сканировании бесконтактным и контактными методами		

	5. Общие требования к помещению для контактных сканеров		
Тема 2.8. Оцифровка изделий ручным сканером с лазерной подсветкой	<b>Содержание учебного материала</b>	5	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Ручной сканер с лазерной подсветкой: программное обеспечение, его интерфейс и основные окна для работы. Вкладки и функции для сканирования	1	
	2. 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		
	3. Нанесение меток (маркеров). Процесс сканирования и совмещения сканов. Удаление дефектов. Экспорт скана. Возможные форматы вывода облака точек		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	4	
	Практическое занятие № 1. Проведение калибровки триангуляционного сканера. Оцифровка простейшего объекта без использования дополнительных средств	1	
	Практическое занятие № 2. Полная оцифровка объекта сложной геометрии триангуляционным сканером с последующей сшивкой отдельных групп в единую модель	1	
	Практическое занятие № 3. Полная оцифровка объекта сложной геометрии триангуляционным сканером с использованием дополнительных ручных средств, позволяющих оцифровать весь объект в одной единственной группе	1	
Тема 2.9. Оцифровка изделий сканером, использующим структурированный свет	<b>Содержание учебного материала</b>	8/6	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. 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	2	
	2. Калибровочный шаблон и требования к его расположению и освещению. Вкладка калибровки и необходимые функции. Процесс калибровки, распространенные ошибки		
	3. Размещение объектов и вспомогательные инструменты для сканирования. Процесс сканирования и совмещения сканов. Удаление дефектов. Экспорт скана. Возможные форматы вывода облака точек		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	6	
	Практическое занятие № 4. Проведение работ по калибровке сканера, использующего структурированный свет. Оцифровка простейшего объекта	1	

	Практическое занятие № 5 Оцифровка изделий сканером, использующим структурированный свет с использованием дополнительных ручных средств, таких как меловое покрытие, поддержки, маркировочные точки	1	
	Практическое занятие № 6. Оцифровка объекта сложной геометрии, с элементами с разной светоотражающей способностью (с глянцевыми, матовыми, транслюцентными и черными зонами) сканером, использующим структурированный свет	1	
	Практическое занятие № 7. 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	1	
	Практическое занятие № 8. 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	2	
Тема 2.10. Оцифровка с применением фотограмметрических систем	<b>Содержание учебного материала</b>	4/2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Фотограмметрия: общие принципы, область применения, технические средства. Наиболее распространенные системы для фотограмметрии. Фотограмметрические системы для точной оцифровки крупногабаритных объектов в комбинации с оптическими сканерами: создание опорных меток для последующего сканирования AICON, ATOS и др.	2	
	2. Программное обеспечение для сканеров и программное обеспечение для фотограмметрии при отсутствии сканеров. Процесс фотограмметрического сканирования сканером или ручными инструментами		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	2	
	Практическое занятие № 9. Оцифровка изделий методом фотограмметрии с помощью ручного 3D-сканера: создание опорных меток с помощью фотограмметрической системы и осуществление по ним сканирования оптическим сканером	2	
Тема 2.11. Оцифровка ручным измерительным инструментом	<b>Содержание учебного материала</b>	0/2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Ручной измерительный инструмент: виды, область применения. Выбор ручного измерительного инструмента в зависимости от поставленной задачи. Погрешность аналоговых и цифровых измерительных инструментов	-	
	2. Методика измерения ручным измерительным инструментом. Учет		

	овальности при измерении диаметров. Метод определения параметров внутренних и внешних резьб по шаблонам и оттискам. Определение направления резьб		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	2	
	Практическое занятие № 10. Оцифровка корпусной детали с резьбами	1	
	Практическое занятие № 11. Оцифровка детали – тела вращения	1	
Тема 2.12. Создание технологического эскиза на основе ручных измерений	<b>Содержание учебного материала</b>	4/2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Общие принципы создания технологического эскиза	2	
	2. Допуски и погрешности при измерении ручным измерительным инструментом		
	3. Расчет припусков и промежуточных технологических размеров		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	2	
	Практическое занятие № 12. Создание технологического эскиза на основе ручных измерений	2	
Тема 2.13. Создание чертежа по оцифрованным моделям	<b>Содержание учебного материала</b>	4/2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Создание анимации по оцифрованному изделию	2	
	2. Создание фотореалистичного изображения по оцифрованному изделию		
	3. Создание чертежа по готовым объектам формата STL из открытых источников		
	4. Работа с полигонами в чертеже		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	2	
	Практическое занятие № 13. Создание чертежа по обработанному скану	2	
Тема 2.14. Определение качества и точности скана	<b>Содержание учебного материала</b>	4/2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Понятие «Точность скана», основные критерии для определения точности. Определение качества скана и устранение внешних дефектов. Причины погрешности при сканировании и описание путей решения проблем	2	
	2. Контроль точности сканирования по эталонным или измеряемым элементам (сканирование объектов с использованием концевых мер, подшипников и др. для оценки точности сканирования)		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	2	
	Практическое занятие № 14. Оцифровка корпусной детали с включением в поле сканирования концевой меры или подшипника. Проведение работ с откалиброванным сканером и при расстроенной калибровке, сопоставление результатов	2	
Тема 2.15. Дефекты и ошибки при	<b>Содержание учебного материала</b>	4/2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Дефекты, которые возникают из-за некачественного скана. Способы решения	2	

сканировании	проблемы		
	2. Дефекты, которые возникают из-за несоблюдения требований к объекту и помещению. Способы решения проблемы		
	3. Дефекты, которые возникают из-за отсутствия калибровки. Способы решения проблемы		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	2	
	Практическое занятие № 15. Определение возможных причин возникновения дефектов в предоставленном скане в программном обеспечении бесконтактного сканера	2	
<b>Промежуточная аттестация (проверочная работа)</b>		2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
Тема 2.16. Проверка и исправление ошибок в облаке точек внутри программного обеспечения для сканирования	<b>Содержание учебного материала</b>	4/2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Проверка и исправление ошибок в облаке точек посредством программного обеспечения триангуляционного сканера	2	
	2. Проверка и исправление ошибок в облаке точек внутри программного обеспечения сканера, использующего структурированный свет		
	3. Сшивание сканов и удаление артефактов в разных программах		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	2	
	Практическое занятие № 16. Исправление дефектов в предоставленном скане в программном обеспечении бесконтактного сканера		
	Практическое занятие № 17. Исправление ошибок в облаке точек. Исправление ошибок в твердотельной модели		
Тема 2.17. Обратное проектирование (реверсивный инжиниринг)	<b>Содержание учебного материала</b>	1	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Обратное проектирование (реверсивный инжиниринг) как комплексная задача создания изделий на основе имеющегося образца. Создание чертежей по облаку точек	1	
	2. Задача восстановления изделий: создания заменяющих изделий по отсканированным сломанным изделиям или их фрагментам		
	3. Применение обратного проектирования для создания инструментов, приспособлений и технологической оснастки		
	4. Применение обратного проектирования в медицине (протезирование, стоматология, хирургия и др.)		
Тема 2.18. Виды обратного	<b>Содержание учебного материала</b>	1	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Обратное проектирование по результатам обмера ручным измерительным	1	

проектирования	инструментом, включая использование проекционной измерительной машины		
	2. Обратное проектирование по результатам обмера координатно-измерительной машиной и/или контактными дигитайзерами		
	3. Обратное проектирование по результатам обмера на видеоизмерительной машине и/или видеомикроскопе		
	4. Обратное проектирование по изображениям для целей индустриального дизайна: ограничения, требования к исходным материалам		
	5. Обратное проектирование по твердотельной (полигональной) модели, его преимущества и недостатки		
	6. Различия и сходства разных методов, область их применения. Выбор метода обратного проектирования в зависимости от поставленной задачи		
Тема 2.19. Масштабирование и выравнивание моделей по системе координат	<b>Содержание учебного материала</b>	0/2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Масштабирование и корректировка размеров полигональных моделей, полученных в результате 3D сканирования	-	
	2. Приемы и инструменты выравнивания полигональных моделей, полученных в результате 3D сканирования		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	2	
	Практическое занятие № 18. Масштабирование и выравнивание моделей, полученных в результате 3D сканирования		
Тема 2.20. Операции по удалению и сшиванию полигонов	<b>Содержание учебного материала</b>	4/2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Функции для удаления полигонов в САПР. Функции сшивания и выравнивания полигонов в САПР. Функции увеличения или уменьшения количества полигонов в САПР	2	
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	2	
	Практическое занятие № 19. Сшивание и удаление полигонов в предоставленных сканах	2	
Тема 2.21. Обратное проектирование по изображению	<b>Содержание учебного материала</b>	4/2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Метод обратного проектирования по изображениям. Загрузка изображений в разные САПР программы. Применение функции масштабирования изображений для подгонки размеров	2	
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	4	
	Практическое занятие № 20. Обратное проектирование изделия по предоставленным рисункам проекций	1	

	Практическое занятие № 21. Обратное проектирование рычажного механизма по фронтальной фотографии	1	
Тема 2.22. Обратное проектирование по полигональной модели	<b>Содержание учебного материала</b>	10/8	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Требования к полигональным моделям для целей обратного проектирования, основания для пригодности/непригодности модели	2	
	2. 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.		
	3. Импорт полигональных моделей в САПР и функции для обратного проектирования		
	4. Методы обратного проектирования по полигональным моделям		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	8	
	Практическое занятие № 22. 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.)	1	
	Практическое занятие № 23. Обратное проектирование по полигональной модели корпусной пластиковой детали с последующим перепроектированием для изготовления на аддитивных установках	1	
	Практическое занятие № 24. Обратное проектирование по сохранившимся фрагментам изделия	1	
	Практическое занятие № 25. Обратное проектирование по твердотельной модели деформированной корпусной детали	1	
	Практическое занятие № 26. Обратное проектирование по твердотельной модели детали и проектирование приспособления (оснастки) для быстрого крепления детали на столе КИМ	1	
	Практическое занятие № 27. Обратное проектирование по твердотельной модели с восстановлением резьб (в модели, как минимум, должны присутствовать дюймовые и метрические резьбы разного направления, желательно наличие упорных и конических резьб)	1	
	Практическое занятие № 28. Обратное проектирование по полигональной модели	2	

	корпусной пластиковой детали с последующим проектированием метаформ для тиражирования детали методом литья в силикон		
<b>Вариативная часть</b> <b>Курсовое проектирование</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	16	
	Тема: Оцифровка, обработка и создание электронной модели детали (указать деталь) методом обратного проектирования Этапы выполнения (окончание п.8-14 в МДК 01.01): 1. Выбор физического объекта для сканирования (портфель деталей: поршень, штангенциркуль, корпус мыши и др.). 2. Подготовка объекта к сканированию (очистка, нанесение матового покрытия). 3. Проверка и калибровка 3D-сканера. 4. Выполнение 3D-сканирования с нескольких ракурсов. 5. Обработка данных: сшивание сканов, удаление шумов, устранение дефектов, создание полигональной модели. 6. Импорт полигональной модели в САПР. 7. Построение параметрической 3D-модели по скану (поверхностное и твёрдотельное моделирование). Форма отчетности: пояснительная записка, 3D-модель, чертеж, презентация		
<b>Промежуточная аттестация (комплексный экзамен)</b>		<b>6</b>	
<b>Учебная практика. Виды работ:</b> 1. Выбор программного продукта в соответствии с техническим заданием 2. Разработка эскиза/чертежа модели в соответствии с техническим заданием 3. Создание файла объекта проектирования 4. Поэтапное планирование разработки трехмерной модели изделия 5. Создание твердотельной модели по эскизу/чертежу/техническому описанию 6. Разработка сборочной единицы, установление взаимосвязей детали 7. Создание фотореалистичного изображения 8. Создание анимации 9. Калибровка сканера 10. Сканирование физического объекта 11. Обработка результатов измерения с построением облака точек после сканирования геометрии 12. Проверка и исправление ошибок в облаке точек 13. Разработка комплекта чертежей		<b>144</b>	

14. Разработка комплекта чертежей (в составе документации) 15. Разработка комплекта чертежей 16. Определение назначения и условий работы детали 17. Выбор металлических, керамических и полимерных материалов 18. Подготовка объекта к сканированию 19. Проведение статистического и динамического анализа 20. Определение метода сканирования для решения поставленной задачи 21. Преобразование результатов сканирования в 3D-модель 22. Создание твердотельной параметрической модели на основе полигональной модели 23. Построение карты отклонения размеров и формы в 3D-модели 24. Выравнивание отдельных полигональных моделей в единой системе координат 25. Определение назначения и условий работы детали 26. Проведение статистического и динамического анализа 27. Разработка/внесение изменений в конструкцию трехмерной модели изделия 28. Определение соответствия готового изделия техническому заданию 29. Разработка комплекта чертежей 30. Создание анимации 31. Доработка модели, полученной после обратного проектирования 32. Защита проекта		
<b>Производственная практика. Виды работ:</b> 1. Чтение и анализ чертежей, составление спецификаций 2. Моделирование деталей по чертежам в САПР 3. Сборка моделей в САПР, проверка взаимодействий 4. Подготовка к сканированию, калибровка, сканирование 5. Преобразование полигональных моделей в параметрические 6. Измерение параметров, сравнение с ТЗ 7. Разработка чертежей на основе 3D-моделей	<b>144</b>	
<b>Экзамен по модулю</b>	<b>12</b>	ПК 1.1-ПК 1.4 ОК 01
<b>Всего</b>	<b>530/410</b>	

## 2.4. Курсовой проект (работа)

Выполнение курсового проекта по модулю является обязательным.

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Оцифровка, доработка и создание прототипа детали поршня автомобиля методом обратного проектирования
2. Оцифровка, доработка и создание прототипа детали коленчатого вала автомобиля методом обратного проектирования
3. Оцифровка, доработка и создание прототипа корпуса смартфона методом обратного проектирования
4. Оцифровка, доработка и создание прототипа штангенциркуля методом обратного проектирования
5. Оцифровка, доработка и создание прототипа корпуса электрической розетки методом обратного проектирования
6. Оцифровка, доработка и создание прототипа корпуса компьютерной мыши методом обратного проектирования
7. Оцифровка, доработка и создание прототипа крыльчатки вентилятора методом обратного проектирования
8. Оцифровка, доработка и создание прототипа свечи зажигания методом обратного проектирования
9. Оцифровка, доработка и создание прототипа дверной ручки автомобиля методом обратного проектирования
10. Оцифровка, доработка и создание прототипа корпуса наушников методом обратного проектирования
11. Оцифровка, доработка и создание прототипа зубчатого колеса редуктора методом обратного проектирования
12. Оцифровка, доработка и создание прототипа корпуса электрического выключателя методом обратного проектирования
13. Оцифровка, доработка и создание прототипа крышки маслозаливной горловины методом обратного проектирования
14. Оцифровка, доработка и создание прототипа держателя для смартфона в автомобиле методом обратного проектирования
15. Оцифровка, доработка и создание прототипа корпуса USB-флешки методом обратного проектирования
16. Оцифровка, доработка и создание прототипа шарнира автомобильного капота методом обратного проектирования
17. Оцифровка, доработка и создание прототипа крышки распределительного блока методом обратного проектирования
18. Оцифровка, доработка и создание прототипа корпуса зарядного устройства методом обратного проектирования
19. Оцифровка, доработка и создание прототипа детали тормозной колодки методом обратного проектирования
20. Оцифровка, доработка и создание прототипа корпуса ручного фонаря методом обратного проектирования
21. Оцифровка, доработка и создание прототипа рычага подвески автомобиля методом обратного проектирования
22. Оцифровка, доработка и создание прототипа корпуса Wi-Fi-роутера методом обратного проектирования

23. Оцифровка, доработка и создание прототипа рукоятки инструмента (например, отвёртки) методом обратного проектирования
24. Оцифровка, доработка и создание прототипа корпуса датчика давления методом обратного проектирования
25. Оцифровка, доработка и создание прототипа крышки радиатора охлаждения методом обратного проектирования
26. Оцифровка, доработка и создание прототипа корпуса электросчётчика методом обратного проектирования
27. Оцифровка, доработка и создание прототипа детали шарового крана методом обратного проектирования
28. Оцифровка, доработка и создание прототипа корпуса Bluetooth-колонки методом обратного проектирования
29. Оцифровка, доработка и создание прототипа крышки масляного фильтра методом обратного проектирования
30. Оцифровка, доработка и создание прототипа корпуса электрического разъёма (USB, HDMI) методом обратного проектирования

### **3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

#### **3.1. Материально-техническое обеспечение**

Для реализации программы профессионального модуля предусмотрены следующие специальные помещения, оснащенные в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.:

Кабинет «Общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей», оснащенный в соответствии с приложением 3 ОПОП-П: посадочные места по количеству обучающихся (столы, стулья), рабочее место преподавателя, компьютер с программным обеспечением для преподавателя (системный блок, монитор, клавиатура, мышь), экран (доска), мультимедиапроектор, комплект учебно-методических материалов.

Зона по виду работ «Аддитивные технологии», оснащенная в соответствии с приложением 3 ОПОП-П:

Общая зона: стол лабораторный, 3D принтер FDM –технологии, 3D принтер DLP, LCD – технологии, сушилка для изделий 3-D принтера DLP, LCD -технологии, 3D сканер стационарный, 3D сканер лазерный ручной, электрический гравёр, стеллаж, набор инструментов для постобработки 3D моделей.

Рабочая зона обучающегося: стол компьютерный, стул, компьютер в комплекте, программа САПР для создания трехмерных моделей

Рабочее место преподавателя: интерактивный комплекс, компьютер в комплекте, стол, кресло, программа САПР для создания трехмерных моделей

Зона по видам работ «Технический контроль»: посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя, интерактивный комплекс, стеллаж металлический, глубиномер микрометрический, нутромер, угломер с закрытым лимбом, штангензубомер, штангенрейсмас, набор концевых мер, набор образцов шероховатости, тестер шероховатости, твердомер электронный портативный, микроскоп цифровой измерительный, разметочный штангенциркуль

### 3.2. Информационное обеспечение реализации программы

#### 3.2.1. Основные печатные и 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.

2. Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б., Технологии аддитивного производства Трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство — М.: ТЕХНОСФЕРА, 2021. — 656 с.

#### 3.2.2. Дополнительные источники

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

2. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Консорциум «Кодекс». Форма доступа: <http://docs.cntd.ru>

## 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Код ПК, ОК	Критерии оценки результата (показатели освоения компетенций)	Формы контроля и методы оценки
ПК 1.1.	Выполняет работы по сканированию объектов; Проводит измерение изделия при помощи ручных измерительных инструментов; Проводит оценку годности изделия на основании измерений	Экспертное наблюдение Выполнение практических работ Экзамен
ПК 1.2	Разрабатывает трехмерные модели изделий для целей аддитивного производства; Производит подготовку трехмерных моделей изделия для переноса в устройства числового программного управления аддитивных установок	Экспертное наблюдение Выполнение практических работ Экзамен
ПК 1.3	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	Экспертное наблюдение Выполнение практических работ Экзамен
ПК 1.4	Разрабатывает рабочие чертежи детали в соответствии с требованиями ЕСКД; Разрабатывает сборочные чертежи и спецификации в соответствии с требованиями ЕСКД	Экспертное наблюдение Выполнение практических работ Экзамен
ОК 01	Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; Актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить	Экспертное наблюдение Выполнение практических работ Экзамен