

**Приложение  
к ОПОП СПО 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**

**2024 год**

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ</b>	<b>3</b>
<b>2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ</b>	<b>7</b>
<b>3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ</b>	<b>24</b>
<b>4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ</b>	<b>25</b>

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

## 1.1. Область применения профессионального модуля

Рабочая программа профессионального модуля ПМ.01. Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования, является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО 15.02.09 Аддитивные технологии.

**1.2. Место профессионального модуля в структуре ОПОП:** профессиональный модуль ПМ.01. Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования входит в профессиональный цикл образовательной программы.

## 1.3. Цель и планируемые результаты освоения профессионального модуля

В результате изучения профессионального модуля студент должен освоить основной вид деятельности «Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования» и соответствующие ему общие компетенции и профессиональные компетенции:

### 1.3.1. Перечень общих компетенций

Код	Наименование общих компетенций
ОК 1.	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам

### 1.3.2. Перечень профессиональных компетенций

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ВД 1	Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования
ПК 1.1	Применять средства бесконтактной оцифровки и ручные измерительные инструменты для разработки электронной модели изделия, входного и выходного контроля изделия
ПК 1.2	Разрабатывать и корректировать с помощью систем автоматизированного проектирования трехмерные электронные модели изделий
ПК 1.3	Производить обратное проектирование (реверсивный инжиниринг) изделий на основе данных бесконтактной оцифровки и/или данных, снятых вручную
ПК 1.4	Создавать чертежи для целей разработки электронной модели изделия и на основе электронной модели изделия

В результате освоения профессионального модуля студент должен:

Владеть навыками/иметь практический опыт	<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 трехмерные модели изделия для переноса в устройства числового программного управления аддитивных установок;</li></ul>
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– создания редактируемых параметрических моделей, пригодных для аддитивного производства, на основе 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>
Уметь	<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>– 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> <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> <li>– выполнять геометрические построения в ручной и машинной графике;</li> <li>– читать конструкторскую и технологическую документацию;</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>– 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> <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> <li>– выполнять графические изображения в ручной и машинной графике;</li> <li>– выполнять эскизы, технические рисунки и чертежи деталей, их элементов и узлов;</li> <li>– читать чертежи, спецификации и технологическую документацию по профилю специальности;</li> <li>– оформлять технологическую и конструкторскую документацию</li> </ul>
Знать	<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> </ul>

- требования к электронным моделям, предназначенным для реверсивного инжиниринга и производства на аддитивных установках;
- виды, методы, объекты и средства измерений;
- методы и приемы проекционного черчения;
- правила оформления и чтения конструкторской и технологической документации;
- требования к электронным моделям, предназначенным для производства на аддитивных установках;
- критерии качества изделия по точности размеров и формы, структуре материала;
- требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации;
- виды, методы и средства измерений;
- основы взаимозаменяемости и нормирование точности;
- система допусков и посадок;
- квалитеты и параметры шероховатости;
- методы определения погрешностей измерений;
- назначение основных компонентов систем автоматизированного проектирования;
- возможности и методы практического применения программных средств систем автоматизированного проектирования;
- методика моделирования трехмерной объемной конструкции, оформления чертежей и текстовой конструкторской документации;
- специализированное программное обеспечение для реверсивного инжиниринга;
- требования к полигональным моделям для целей реверсивного инжиниринга;
- методы определения необходимого для полигональной модели уровня детализации и оптимизации полигональной сети в соответствии с ним;
- способы определения необходимых секущих плоскостей для выровненных полигональных моделей и применения этих плоскостей для построения векторных сечений полигональных моделей;
- способы разделения полигональных моделей на сегменты в соответствии с кривизной исходных поверхностей;
- методы восстановления геометрии сегментов полигональных моделей с помощью поверхностей-примитивов и поверхностей свободной формы;
- методы проекционного черчения;
- приемы выполнения геометрических построений;
- правила выполнения чертежей, технических рисунков, эскизов и схем;
- принципы нанесения размеров;
- порядок и последовательность деталирования сборочных чертежей;
- правила нанесения допусков, посадок, параметров шероховатости поверхности, геометрических отклонений формы и расположения поверхностей на чертежах при деталировке;
- правила оформления и чтения конструкторской и технологической документации;
- типы и назначение спецификаций, правила их чтения и составления;
- требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации

#### **1.4. Количество часов, отводимое на освоение профессионального модуля**

Всего – 522 часов, в том числе:

- максимальная учебная нагрузка обучающегося – 228 часов, включая:
  - обязательную аудиторную учебную нагрузку обучающегося – 224 часа;
  - самостоятельную работу обучающегося – 4 часа;
- учебная практика – 108 часов;
- производственная практика – 144 часа.
- курсовое проектирование – 30 часов.

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

### 2.1. Структура профессионального модуля

Коды ПК, ОК	Наименования разделов профессионального модуля	Суммарный объем нагрузки, час	самостоятельная учебная работа	Объем профессионального модуля, ак. часов							
				Работа обучающихся во взаимодействии с преподавателем							
				Обучение по МДК				В том числе			
				Консультации	Всего	Теоретическое обучение	Лабораторные и практические	Курсовые	Промежуточная, аттестация	Практики	Производственная
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01	<b>Раздел 1. Методы создания и корректировки электронных моделей</b>	<b>144</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>134</b>	<b>70</b>	<b>64</b>	-	<b>6</b>		
	<b>Раздел 2. Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование</b>	<b>114</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>104</b>	<b>14</b>	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>6</b>		
	<b>Производственная практика (по профилю специальности), часов</b>	<b>252</b>								<b>108</b>	<b>144</b>
	<b>Экзамен по модулю</b>	<b>12</b>							<b>12</b>		
	<b>Всего:</b>	<b>522</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>238</b>	<b>84</b>	<b>124</b>	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>108</b>	<b>144</b>

## 2.2. Тематический план и содержание профессионального модуля (ПМ)

Наименование разделов ПМ, МДК и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающегося, курсовая работа	Объём часов	Коды ПК, ОК
<b>Раздел 1. Методы создания и корректировки электронных моделей</b>		<b>144</b>	
<b>МДК 01.01 Методы создания и корректировки электронных моделей</b>		<b>144</b>	
Тема 1.1. Введение	<b>Содержание учебного материала</b> <p>1. Понятие модели и моделирования. Цели моделирования. Области применения компьютерных моделей</p>	2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
Тема 1.2. Компьютерное моделирование. Виды и этапы	<b>Содержание учебного материала</b> <p>1. Моделирование: основные понятия. Классификация моделей. Виды моделирования. Особенности компьютерного моделирования. Этапы компьютерного моделирования. Восходящее, нисходящее моделирование: алгоритмы и принципы</p> <b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b> <p>Практическая работа №1 Определение оптимального дерева построения модели (построение простой детали или ее элементов, и выбор оптимального способа)</p>	2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
Тема 1.3. Растворная, векторная и 3D-графика	<b>Содержание учебного материала</b> <p>1. Компьютерная графика: понятия и направления использования. Растворная графика. Векторная графика. Трехмерная графика. Фрактальная графика</p> <b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b> <p>-</p>	2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
Тема 1.4. Системы автоматизированного проектирования	<b>Содержание учебного материала</b> <p>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</p> <b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b> <p>Практическая работа №2 Геометрическое моделирование простых объектов с помощью примитивов</p>	2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
Тема 1.5. Параметрическое моделирование	<b>Содержание учебного материала</b> <p>1. Основные понятия параметрического моделирования. Типы параметризации. Настройка параметризации</p>	8	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01

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

Структура графического интерфейса программного обеспечения Шаблоны файлов Браузер	САПР. файлов.	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	6	OK 01	
		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>			
		Практическое занятие № 7. Настройка пользовательского интерфейса программного обеспечения. Создание проекта. Сохранение комплекта файлов			
		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>	2	ПК 1.1- ПК 1.4; OK 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	2		
		<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>			
Тема 1.11. Построение твердотельной модели детали		Практическое занятие № 10. Выполнение массива и зеркального отображения элементов эскиза, твердого тела	2	ПК 1.1- ПК 1.4; OK 01	
		<b>Содержание учебного материала</b>			
		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>			
Тема 1.12. Статические и динамические взаимосвязи при формировании		Практическое занятие № 11. Построение твердотельной модели с использованием функций выдавливания, вращения	4	ПК 1.1- ПК 1.4; OK 01	
		Практическое занятие № 12. Построение твердотельной модели с использованием функций выдавливания по сечениям, по траектории			
		<b>Содержание учебного материала</b>			
		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			

сборочной единицы. Библиотеки компонентов	2. Основные понятия и определения библиотеки компонентов. Пользовательская библиотека. Процесс поиска стандартного компонента. Использование мастера подбора стандартных компонентов	8	
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>		
	Практическое занятие № 13. Создание сборочной единицы с применением функции «соединение» и статических взаимосвязей		
Тема 1.13. Использование проектировочных модулей	Практическое занятие № 14. Создание сборочной единицы с применением динамических зависимостей		
	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	1. Генератор компонентов вала		
	2. Генератор компонентов болтового соединения		
	3. Генератор компонентов цилиндрического и конического зубчатых зацеплений		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	6	
	Практическое занятие № 15. Построение компонентов вала с помощью генератора		
	Практическое занятие № 16. Построение болтового соединения с помощью генератора. Физическое построение болтового соединения		
	Практическое занятие № 17. Построение цилиндрического зубчатого зацепления с помощью генератора		
	<b>Содержание учебного материала</b>	4	
Тема 1.14. Создание ассоциативного чертежа	1. Метод создания чертежа по готовой трехмерной модели. Возможности и правила создания видов чертежа в среде САПР		ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	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		
	<b>Содержание учебного материала</b>		
Тема 1.15. Создание анимации и схемы сборки-разборки	1. Выбор среды для создания анимации работы механизма. Приемы создания и облета камеры. Воспроизведение динамических зависимостей. Настройка видимости объектов.	8	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	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>	8	
	Практическое занятие № 19. Выполнение анимации работы механизма		
	<b>Содержание учебного материала</b>		

	Практическое занятие № 20. Создание схемы сборки-разборки. Вывод анимации			
Тема 1.16. Создание фотореалистичного изображения	<b>Содержание учебного материала</b>	4	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			
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	2		
	Практическое занятие №21. Выполнение фотореалистичного изображения			
Тема 1.17. Корректировка пропорций электронной модели	<b>Содержание учебного материала</b>	4	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			
	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		
Тема 1.18. Преобразование данных САПР в поверхностные модели и универсальные форматы твердотельного моделирования	Практическое занятие №22. Построение твердотельной модели изделия с учетом корректировки пропорций для аддитивного производства		ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01	
	<b>Содержание учебного материала</b>	2		
	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			
Тема 1.19. Анализ напряжений	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	4	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01	
	Практическое занятие №23. Создание и анализ файлов поверхностной модели			
	Практическое занятие №24. Создание и анализ файлов твердотельного моделирования различных типов			
	<b>Содержание учебного материала</b>	4		
Тема 1.20. Кинематика динамического моделирования	1. Создание моделирования при анализе напряжений. Запуск моделирования. Устранение предупреждений и ошибок моделирования	2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01	
	2. Подготовка к анализу. Визуальное представление результатов анализа. Публикация результатов анализа напряжений			
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>			
	Практическое занятие №25. Выполнение анализа напряжений детали	4		
<b>Содержание учебного материала</b>	1. Динамическое моделирование: основные понятия, определения и назначение. Преобразование зависимостей в среде динамического моделирования. Подготовка к		ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01	

	динамическому моделированию: упрощения, внесение изменений. Выбор параметров динамического моделирования		
	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		
Тема 1.21. Бионический дизайн	<b>Содержание учебного материала</b> 1. Основные определения, цель и назначение генеративного бионического дизайна. Задание нагрузок, фиксация неподвижных компонентов. Выбор геометрии, ограничивающих перемещение 2. Назначение материалов, коэффициента запаса прочности и метод создания изделия. Публикация результата генеративного дизайна	4	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	2	
	Практическое занятие №27. Выполнение бионического генеративного дизайна детали		
<b>Самостоятельная работа</b>		2	
<b>Консультация</b>		2	
<b>Промежуточная аттестация: Экзамен</b>		6	
<b>Раздел 2. Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование</b>		114	
<b>МДК 01.02 Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование</b>		114	
<b>4 СЕМЕСТР</b>			
Тема 2.1. Области применения 3D-сканирования	<b>Содержание учебного материала</b> 1. Применение 3D-сканирования для оптимизации производств в машиностроении, автомобилестроении, судостроении и т.д. 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. <b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b> -	2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
Тема 2.2.	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ПК 1.1- ПК 1.4;

Виды оцифровки	1. Понятия «Контактная оцифровка» и «Бесконтактная оцифровка». Методы измерения: ручные, измерения на приборах, измерения на станках с ЧПУ	2	OK 01
	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		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>		
Тема 2.3. Ручной измерительный инструмент	Практическая работа №1 Выбор бесконтактного сканера в зависимости от поставленной задачи	2	ПК 1.1- ПК 1.4; OK 01
	<b>Содержание учебного материала</b>		
	1. Виды ручного измерительного инструмента. Методы измерения ручным аналоговым измерительным инструментом. Методы измерения ручным цифровым измерительным инструментом. Основные преимущества и недостатки таких измерений		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>		
Тема 2.4. Оцифровка изделий ручным сканером с лазерной подсветкой	Практическая работа №2 Выбор ручного измерительного инструмента для выполнения задачи	6	ПК 1.1- ПК 1.4; OK 01
	<b>Содержание учебного материала</b>		
	1. Ручной сканер с лазерной подсветкой: программное обеспечение, его интерфейс и основные окна для работы. Вкладки и функции для сканирования		
	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	6	ПК 1.1- ПК 1.4; OK 01
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</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	ПК 1.1- ПК 1.4; OK 01



	<p>2. Программное обеспечение для сканеров и программное обеспечение для фотограмметрии при отсутствии сканеров. Процесс фотограмметрического сканирования сканером или ручными инструментами</p> <p><b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b></p> <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>		
Тема 2.7. Оцифровка ручным измерительным инструментом	<p><b>Содержание учебного материала</b></p> <p>1. Ручной измерительный инструмент: виды, область применения. Выбор ручного измерительного инструмента в зависимости от поставленной задачи. Погрешность аналоговых и цифровых измерительных инструментов</p> <p>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</p> <p><b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b></p> <p>Практическое занятие № 12. Оцифровка корпусной детали с резьбами</p> <p>Практическое занятие № 13. Оцифровка детали – тела вращения</p>	-	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
Тема 2.8. Создание технологического эскиза на основе ручных измерений	<p><b>Содержание учебного материала</b></p> <p>1. Общие принципы создания технологического эскиза</p> <p>2. Допуски и погрешности при измерении ручным измерительным инструментом</p> <p>3. Расчет припусков и промежуточных технологических размеров</p> <p><b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b></p> <p>Практическое занятие № 14. Создание технологического эскиза на основе ручных измерений</p>	2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
Тема 2.9. Создание чертежа по оцифрованным моделям	<p><b>Содержание учебного материала</b></p> <p>1. Создание анимации по оцифрованному изделию</p> <p>2. Создание фотorealистичного изображения по оцифрованному изделию</p> <p>3. Создание чертежа по готовым объектам формата STL из открытых источников</p> <p>4. Работа с полигонами в чертеже</p> <p><b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b></p> <p>Практическое занятие № 15. Создание чертежа по обработанному скану</p>	2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01
Тема 2.10.	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ПК 1.1- ПК 1.4;

Определение качества и точности скана	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	OK 01
	2. Контроль точности сканирования по эталонным или измеряемым элементам (сканирование объектов с использованием концевых мер, подшипников и др. для оценки точности сканирования)		
Тема 2.11. Дефекты и ошибки при сканировании	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</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	ПК 1.1- ПК 1.4; OK 01
	<b>Содержание учебного материала</b> 1. Дефекты, которые возникают из-за некачественного скана. Способы решения 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		
Тема 2.12. Проверка и исправление ошибок в облаке точек внутри программного обеспечения для сканирования	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b> Практическое занятие № 17. Определение возможных причин возникновения дефектов в предоставленном скане в программном обеспечении бесконтактного сканера	2	ПК 1.1- ПК 1.4; OK 01
	<b>Содержание учебного материала</b> 1. Проверка и исправление ошибок в облаке точек посредством программного обеспечения триангуляционного сканера 2. Проверка и исправление ошибок в облаке точек внутри программного обеспечения сканера, использующего структурированный свет 3. Сшивание сканов и удаление артефактов в разных программах		
Тема 2.13. Масштабирование и выравнивание моделей по системе координат	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</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	ПК 1.1- ПК 1.4; OK 01
	<b>Содержание учебного материала</b> 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 № 20. Масштабирование и выравнивание моделей, полученных в результате 3D сканирования			
Тема 2.14. Операции по удалению и сшиванию полигонов	<b>Содержание учебного материала</b>	-	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			
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	2		
	Практическое занятие № 21. Сшивание и удаление полигонов в предоставленных сканах			
Тема 2.15. Обратное проектирование по изображению	<b>Содержание учебного материала</b>	-	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			
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	4		
	Практическое занятие № 22. Обратное проектирование изделия по предоставленным рисункам проекций			
Тема 2.16. Обратное проектирование по полигональной модели	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ПК 1.1- ПК 1.4; ОК 01	
	1. Требования к полигональным моделям для целей обратного проектирования, основания для пригодности/непригодности модели			
	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>	14		
	Практическое занятие № 24. Обратное проектирование по полигональным моделям с пропуском данных простейших геометрических форм (куб, цилиндр, призма, конус, шар) и их комбинаций (куб с карманом и галтельями, цилиндр с кулачком, лыской и квадратным торцом с уклонами и др.)			

	<p>Практическое занятие № 25. Обратное проектирование по полигональной модели корпусной пластиковой детали с последующим перепроектированием для изготовления на аддитивных установках</p> <p>Практическое занятие № 26. Обратное проектирование по сохранившимся фрагментам изделия</p> <p>Практическое занятие № 27. 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, желательно 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>		
<b>Тематика курсовых проектов (работ)</b>	1. Оцифровка, доводка и создание прототипа детали посредством 3D моделирования Могут быть рассмотрены следующие детали: поршень автомобиля, коленчатый вал автомобиля, корпус телефона, штангенциркуля, корпус для розетки, вентилятор, свеча зажигания, корпус для компьютерной мыши и др.		
<b>Курсовое проектирование</b>	<p><b>Содержание учебного материала</b></p> <p>1. Введение</p> <p>2. Анализ исходных данных, описание изделия и её материала</p> <p>3. Выполнение необходимых замеров изделия</p> <p>4. Выбор и характеристика 3D-сканера</p> <p>5. Оцифровка изделия</p> <p>6. Редактирование поверхностей полигональной модели</p> <p>7. Создание модели детали в системах автоматизированного проектирования по полигональной модели</p> <p>8. Корректировка компьютерной модели детали по данным ручного обмера изделия</p> <p>9. Создание конструкторской документации детали</p> <p>10. Заключение</p>	30	
<b>Самостоятельная работа</b>		2	

<b>Консультация</b>	<b>2</b>	
<b>Промежуточная аттестация: Экзамен</b>	<b>6</b>	
<b>Учебная практика. Виды работ:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбор программного продукта в соответствии с техническим заданием</li> <li>2. Разработка эскиза/чертежа модели в соответствии с техническим заданием</li> <li>3. Поэтапное планирование разработки трехмерной модели изделия.</li> <li>4. Создание файла объекта проектирования.</li> <li>5. Задание параметров модели.</li> <li>6. Сохранение файлов в соответствии с требованиями задания.</li> <li>7. Создание твердотельной модели по эскизу/чертежу/техническому описанию.</li> <li>8. Разработка сборочной единицы, установление взаимосвязей детали.</li> <li>9. Создание фотorealистичного изображения.</li> <li>10. Создание анимации.</li> <li>11. Разработка комплекта чертежей.</li> <li>12. Определение назначение и условий работы детали.</li> <li>13. Проведение статистического и динамического анализа.</li> <li>14. Разработка /внесение изменений в конструкцию трехмерной модели изделия для изготовления её на аддитивной установке.</li> <li>15. Определение метода сканирования для решения поставленной задачи.</li> <li>16. Выполнение оцифровки ручным измерительным инструментом.</li> <li>17. Определение соответствия готового изделия техническому заданию.</li> <li>18. Калибровка сканера.</li> <li>19. Подготовка объекта сканирования к оцифровке.</li> <li>20. Доработка модели, полученной после обратного проектирования (реверсивного инжиниринга), сопряжение со стандартными элементами.</li> <li>21. Сканирование физического объекта.</li> <li>22. Выявление дефектов и ошибок сканирования.</li> <li>23. Проверка и исправление ошибок в облаке точек.</li> <li>24. Определение пригодности полигональной модели для реверсивного инжиниринга.</li> <li>25. Выявление и исправление ошибок модели.</li> <li>26. Выравнивание отдельных полигональных моделей в единой системе координат, сшивание модели.</li> </ol>	<b>108</b>	

27. Создание твердотельной параметрической модели на основе полигональной модели посредством построения поверхностей по сечениям (в том числе по полигональным моделям деформированных или частично разрушенных объектов).		
<b>Производственная практика. Виды работ:</b> 1. Работа с конструкторской документацией. 2. Создание (внесение корректировок) компьютерной модели изделия по чертежам (эскизам), предложенным руководителем практики на предприятии. 3. Создание (внесение корректировок) технологических сборок, предложенных руководителем практики на предприятии. 4. Чтение сборочных чертежей, деталирование. 5. Создание (внесение корректировок, оцифровка) чертежей изделий. 6. Подготовка модели к сканированию. 7. Калибровка сканера. 8. Сканирование изделия. 9. Преобразование отсканированных моделей в редактируемые параметрические модели, пригодные для аддитивного производства. 10. Контроль изделия согласно требований техническому заданию.	<b>144</b>	
<b>Экзамен по модулю</b>	<b>12</b>	
<b>Всего</b>	<b>522</b>	

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

#### **3.1. Для реализации программы профессионального модуля предусмотрены следующие специальные помещения:**

Кабинет технологии машиностроения, оснащённый оборудованием и техническими средствами обучения:

- комплект ученической мебели,
- компьютеры с лицензионным программным обеспечением 12 шт.,
- интерактивный комплекс,
- инструмент: резцы - 5 шт., сверла - 4 шт., фрезы-5 шт., протяжки-5 шт.
- угломеры -2 шт.
- устройства для расположения рабочих, контрольно-измерительных инструментов, технологической документации.
- набор контрольно-измерительного инструмента.

Участок аддитивных установок, оснащённый оборудованием и техническими средствами обучения:

- интерактивный комплекс,
- ноутбук,
- 3D сканер,
- компьютеры с лицензионным программным обеспечением 2 шт.,
- 3D принтеры – 3 шт.
- локальная сеть с выходом в Интернет.

#### **3.2. Информационное обеспечение обучения**

##### **3.2.1. Основные источники**

1. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. CAD : учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 220 с.

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. -

##### **3.2.3. Электронные 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

**4.1 Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий и лабораторных работ, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий**

Код и наименование профессиональных компетенций, формируемых в рамках модуля	Критерии оценки	Формы и методы оценки
ПК 1.1. Применять средства бесконтактной оцифровки и ручные измерительные инструменты для разработки электронной модели изделия, входного и выходного контроля изделия	Выполняет работы по сканированию объектов; Проводит измерение изделие при помощи ручных измерительных инструментов; Проводит оценку годности изделия на основании измерений	Экспертное наблюдение Выполнение практических работ Экзамен, Экзамен квалификационный
ПК 1.2. Разрабатывать и корректировать с помощью систем автоматизированного проектирования трехмерные электронные модели изделий	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, Экзамен квалификационный
ПК 1.3. Производить обратное проектирование (реверсивный инжиниринг) изделий на основе данных бесконтактной оцифровки и/или данных, снятых вручную	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, Экзамен квалификационный
ПК 1.4. Создавать чертежи для целей разработки электронной модели изделия и на основе электронной модели изделия	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, Экзамен квалификационный
ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.	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, Экзамен квалификационный

#### **4.2. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по профессиональному модулю**

Показатели и критерии оценивания компетенций отражены в комплекте контрольно - оценочных средств. (Приложение 1)

Перечень вопросов, контрольные и тестовые задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков характеризующих формирование компетенций представлены в комплекте контрольно-оценочных средств. (Приложение 1)

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих формирование компетенций представлены в методических рекомендациях по выполнению практических и лабораторных работ. (Приложение 2)

Методические рекомендации по курсовому проектированию (Приложение 3)