

**РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ**

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

<b>«ПМ.01 РАЗРАБОТКА И КОРРЕКТИРОВА ЭЛЕКТРОННЫХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ИЗДЕЛИЙ, ЧЕРТЕЖЕЙ И/ИЛИ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ».....</b>	<b>2</b>
<b>«ПМ.02 ПОДГОТОВКА, ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ НА УЧАСТКАХ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА».....</b>	<b>16</b>
<b>«ПМ.03 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ» .....</b>	<b>36</b>
<b>«ПМ.04* ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО ОДНОЙ ИЛИ НЕСКОЛЬКИМ ПРОФЕССИЯМ РАБОЧИХ, ДОЛЖНОСТЯМ СЛУЖАЩИХ».....</b>	<b>50</b>

**Рабочая программа профессионального модуля**  
**«ПМ.01 РАЗРАБОТКА И КОРРЕКТИРОВА ЭЛЕКТРОННЫХ МОДЕЛЕЙ**  
**НА ОСНОВЕ ИЗДЕЛИЙ, ЧЕРТЕЖЕЙ И/ИЛИ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ**  
**С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ»**

**СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

<b>1. Общая характеристика профессионального модуля .....</b>	<b>4</b>
1.1 Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной программы.....	4
1.2 Планируемые результаты освоения профессионального модуля.....	4
1.3 Обоснование часов вариативной части ОПОП-П .....	6
<b>2. Структура и содержание профессионального модуля .....</b>	<b>6</b>
2.1. Трудоемкость освоения модуля .....	6
2.2. Структура профессионального модуля .....	6
2.3. Содержание профессионального модуля .....	7
2.4. Курсовой проект (работа) .....	13
<b>3. Условия реализации профессионального модуля .....</b>	<b>14</b>
3.1. Материально-техническое обеспечение.....	14
3.2. Учебно-методическое обеспечение .....	14
3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания.....	14
<b>4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля .....</b>	<b>14</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»

### 1.1 Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной программы

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

Профессиональный модуль включен в *обязательную часть* образовательной программы

### 1.2 Планируемые результаты освоения профессионального модуля

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

В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
ОК.01 ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3. ПК 1.4.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте</li> <li>- выбирать систему бесконтактной оцифровки в соответствии с поставленной задачей и особенностями объекта;</li> <li>- осуществлять наладку и калибровку систем бесконтактной оцифровки;</li> <li>- производить подготовку объекта к сканированию;</li> <li>- выбирать средства измерений;</li> <li>- определять уровень детализации при сканировании и полигонизации;</li> <li>- сканировать объекты с использованием устройств бесконтактной оцифровки;</li> <li>- оценивать точность оцифровки;</li> <li>- применять контрольно-измерительные приборы и инструменты;</li> <li>- измерять и контролировать параметры изделий;</li> <li>- подготавливать технологическую модель для изготовления с учетом особенностей оборудования и технологии изготовления изделия;</li> <li>- выполнять геометрические</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;</li> <li>- устройства для трехмерного сканирования и области их применения;</li> <li>- принцип действия различных систем бесконтактной оцифровки;</li> <li>- правила калибровки и проверки на точность устройств для трехмерного сканирования;</li> <li>- требования к электронным моделям, предназначенным для реверсивного инжиниринга и производства на аддитивных установках;</li> <li>- виды, методы и средства измерений;</li> <li>- методы проекционно-го черчения;</li> <li>- приемы выполнения геометрических построений;</li> <li>- правила выполнения чертежей, технических рисунков, эскизов и схем;</li> <li>- правила оформления и чтения конструкторской и технологической доку-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- сканирования физических объектов;</li> <li>- применения измерительных инструментов;</li> <li>- проверки соответствия готовых изделий техническому заданию;</li> <li>- работы в системах автоматизированного проектирования (САПР);</li> <li>- разработки трехмерных моделей изделий для целей аддитивного производства;</li> <li>- подготовки трехмерных моделей изделия для переноса в устройства числового программного управления аддитивных установок;</li> <li>- создания редактируемых параметрических моделей, пригодных</li> </ul>

	<p>построения в ручной и машинной графике;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять эскизы, технические рисунки и чертежи деталей, их элементов и узлов;</li> <li>- читать и оформлять конструкторскую и технологическую документацию;</li> <li>- выбирать САПР в соответствии с поставленными задачами на основании их функциональных возможностей;</li> <li>- моделировать объекты, предназначенные для последующего аддитивного производства с помощью САПР, используя инструменты выдавливания, вращения, операции по плоскостям, сдвиг;</li> <li>- осуществлять проверку и исправление ошибок в электронных моделях;</li> <li>- определять пригодность полигональной модели для реверсивного инжиниринга;</li> <li>- выравнивать полигональную модель в 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 от исходного изделия</li> </ul>	<p>ментации;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования к электронным моделям, предназначенным для производства на аддитивных установках;</li> <li>- критерии качества изделия по точности размеров и формы, структуре материала;</li> <li>- требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Единой системы технологической документации (ЕСТД);</li> <li>- методика моделирования трехмерной объемной конструкции с использованием САПР;</li> <li>- специализированное программное обеспечение для реверсивного инжиниринга;</li> <li>- требования к полигональным моделям для целей реверсивного инжиниринга;</li> <li>- методы определения необходимого для полигональной модели уровня детализации и оптимизации полигональной сети в соответствии с ним;</li> <li>- способы определения необходимых секущих плоскостей для выровненных полигональных моделей и применения этих плоскостей для построения векторных сечений полигональных моделей;</li> <li>- способы разделения полигональных моделей на сегменты в соответствии с кривизной исходных поверхностей;</li> </ul>	<p>для аддитивного производства, на основе полигональных моделей изделий;</p> <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>
--	---	---	---

### 1.3 Обоснование часов вариативной части ОПОП-П

№ № п/п	Дополнительные профессиональные компетенции	Дополнительные знания, умения, навыки	№, наименования темы	Объем часов	Обоснование включения в рабочую программу
1	Дополнительные компетенции по мере запроса работодателей	Навыки, знания и умения в рамках программы «Профессионалитет»	Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование	144	Значимость МДК в освоении специальности

## 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	114	42
Курсовая работа (проект)	30	30
Самостоятельная работа	-	-
Практика, в т.ч.:	252	252
учебная	108	108
производственная	144	144
Промежуточная аттестация, в том числе: МДК 01.01 в форме дифференцированного зачета МДК 01.02 в форме дифференцированного зачета УП 01 в форме дифференцированного зачета ПП 01 в форме дифференцированного зачета ПМ 01 в форме экзамена	-	-
<b>Всего</b>	<b>396</b>	<b>324</b>

### 2.2. Структура профессионального модуля

Код ОК, ПК	Наименования разделов профессионального модуля	Всего, час.	В т.ч. в форме практической подготовки	Обучение по МДК, в т.ч.:	Учебные занятия	Курсовая работа (проект)	Самостоятельная работа	Учебная практика	Производственная практика
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОК.1	Раздел 1 Методы создания и корректировки электронных моделей	90	22	90	60	30	-		
ПК 1.1									
ПК 1.2	Раздел 2 Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование	54	20	54	54	-	-		
ПК 1.3									
ПК 1.4									
	Учебная практика	108	108					108	
	Производственная практика	144	144						144
	Промежуточная аттестация								
	<b>Всего:</b>	<b>396</b>	<b>294</b>		<b>114</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>108</b>	<b>144</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) (если предусмотрены)	Объем, акад. ч / в том числе в форме практической подготовки, акад ч	Код ПК, ОК
<b>Раздел 1 Методы создания и корректировки электронных моделей</b>			
<b>МДК. 01.01. Методы создания и корректировки электронных моделей</b>		90/22	
<b>Введение</b>	<b>Содержание</b> Цели и задачи оцифровки реальных объектов		
<b>Тема 1.1.</b> Технологии оптического 3D - сканирования	Процесс получения компьютерной модели на основе геометрии исследуемого изделия Сравнение цифровой модели, полученной с помощью сканирования и САД-модели на базе ЧПУ или на 3D-принтере. Технологии сканирования физических объектов	12	
<b>Тема 1.2</b> Бесконтактное сканирование лазерным 3D-сканером	<b>Содержание</b> Применение Технические характеристики Принцип действия Калибровка и проверка на точность Предварительные работы по оцифровки изделия Техника безопасности при работе со сканером	12	
	<b>Практические занятия</b> Подготовка 3D сканера к работе; настройка программного обеспечения; калибровка 3D сканера; сканирование модели; обработка погрешностей 3D сканирования; подготовка цифровой модели к печати	8	ОК 1 ПК 1.1 - 1.2
<b>Тема 1.3</b> Бесконтактное сканирование времяпролетным 3D-сканером	<b>Содержание</b> Применение Технические характеристики Принцип действия Калибровка и проверка на точность Предварительные работы по оцифровки изделия Техника безопасности при работе со сканером	12	
	<b>Практические занятия</b> Подготовка 3D сканера к работе; настройка программного обеспечения; калибровка 3D сканера; сканирование модели; обработка погрешностей 3D сканирования; подготовка цифровой модели к печати	8	
<b>Тема 1.4</b> Бесконтактное сканирование триангуляционным 3D-сканером	<b>Содержание</b> Применение Технические характеристики Принцип действия Калибровка и проверка на точность Предварительные работы по оцифровки изделия	12	ОК 1 ПК 1.1 - 1.2

	Техника безопасности при работе со сканером		
	<b>Практические занятия</b> Подготовка 3D сканера к работе; настройка программного обеспечения; калибровка 3D сканера; сканирование модели; обработка погрешностей 3D сканирования; подготовка цифровой модели к печати	8	
<b>Тема 1.5</b> Бесконтактное сканирование фотограмметрической установкой	<b>Содержание</b> Применение Технические характеристики Принцип действия Калибровка и проверка на точность Предварительные работы по оцифровки изделия Техника безопасности при работе с установкой	12	ОК 1 ПК 1.1 - 1.2
	<b>Практические занятия</b> Подготовка 3D сканера к работе; настройка программного обеспечения; калибровка 3D сканера; сканирование модели; обработка погрешностей 3D сканирования; подготовка цифровой модели к печати	8	
<b>Тема 1.6</b> Бесконтактное сканирование 3D сканером с LED подсветкой	<b>Содержание</b> Применение Технические характеристики Принцип действия Калибровка и проверка на точность Предварительные работы по оцифровки изделия Техника безопасности при работе со сканером	12	ОК 1 ПК 1.1 - 1.2
	<b>Практические занятия</b> Подготовка 3D сканера к работе; настройка программного обеспечения; калибровка 3D сканера; сканирование модели; обработка погрешностей 3D сканирования; подготовка цифровой модели к печати	8	
<b>Тема 1.7</b> Бесконтактное сканирование 3D SL сканером	<b>Содержание</b> Применение Технические характеристики Принцип действия Калибровка и проверка на точность Предварительные работы по оцифровки изделия Техника безопасности при работе со сканером	12	ОК 1 ПК 1.1 - 1.2
	<b>Практические занятия</b> Подготовка 3D сканера к работе; настройка программного обеспечения; калибровка 3D сканера; сканирование модели; обработка погрешностей 3D сканирования; подготовка цифровой модели к печати	10	
<b>Тема 1.8.</b> Бесконтактное сканирование МРТ сканером	<b>Содержание</b> Применение МРТ-сканера. Принцип действия. Калибровка и проверка на точность. Предварительные работы по оцифровки изделия. Техника безопасности при работе со сканером	12	ОК 1 ПК 1.1 - 1.2
	<b>Практические занятия</b> Подготовка 3D сканера к работе; настройка программного обеспечения; калибровка 3D сканера; сканирование модели; обработка погрешностей 3D сканирования; подготовка цифровой модели к печати	10	

<b>Тема 1.9.</b> Сравнение систем бесконтактной оцифровки	<b>Содержание</b> Сравнение систем бесконтактной оцифровки по условиям: точности, габаритам объекта, подвижности или неподвижности объекта, световозвращающей способностью объекта	10	ОК 1 ПК 1.1 - 1.2
	<b>Практические занятия</b> Выбор сканера и проведение оцифровки крупногабаритных объектов; Выбор сканера и проведение оцифровки малых объектов с необходимой точностью	8	
<b>Курсовая работа (проект)</b>		30	
<b>Раздел 2 Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование</b>			
<b>МДК. 01.02. Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование</b>		54/20	
<b>Введение</b>	<b>Содержание</b> Цели и задачи создания и корректировки компьютерных моделей	2	
<b>Тема 2.1</b> Графическая система 3DS MAX	<b>Содержание</b> Интерфейс программы 3DS MAX. Начало работы. Файлы. Настройка конфигурации видовых окон. Панель с кнопками управления видовыми окнами. Перемещение объекта. Масштабирование Системы координат. Центр преобразования. Клонирование объектов	10	ОК 1 ПК 1.3 - 1.4
	<b>Практические занятия</b> Изменение масштаба изображения. Установка единиц измерения. Настройка параметров сетки. Настройка параметров отображения моделей объектов	4	
<b>Тема 2.2</b> Массивы объектов в 3DS MAX	<b>Содержание</b> Радиальный массив. Зеркальное отображение объектов Группы объектов. Слои Единицы измерения. Сетка координат. Привязки. Выравнивание объектов Выделение объектов. Командная панель. Внедрение в сцену объектов из других файлов Визуализация и сохранение растрового изображения. Настройка параметров графического интерфейса	6	
	<b>Практические занятия</b> Установка привязок. Пример создания деревьев из примитивов. Изучение основных команд, упражнение «Собираем спички тремя способами» Создание колоннады. Просмотр сцены в видовых окнах. Рендеринг	4	
<b>Тема 2.3</b> Моделирование объектов в трехмерной среде 3DS MAX	<b>Содержание</b> Создание простых объектов. Единицы измерения Привязка к сетке. Массивы Основные команды. Работа со стандартными примитивами Стандартные примитивы. Создание конструкций из примитивов, рендеринг Модификаторы. Сплаины, тела вращения Выдавливание, фаски, лофтинг. Простые ландшафты. Булева операция вычитания. Создание системы стен Булевы операции. Три простых объекта Составные объекты. Объект типа Scatter. Модификатор Edit Poly. Caddy-интерфейс. Editable Poly. Деформация раскраской.	20	

	<p>Модификаторы. NURBS Curves. Архитектурные объекты.</p> <p><b>Практические занятия</b>          Построение моделей объектов. Создание ландшафта. Построение сплайнов. Визуализация сплайнов          Типы вершин сплайна Line. Задание типов вершин сплайна Line. Преобразование сплайна в редактируемый сплайн          Редактирование сплайна. Создание тела вращения. Построение модели фонтана.          Создание объемной модели с помощью модификатора Extrude. Модификатор Bevel          Построение объемных моделей методом лофтинга.          Создание поверхности переменного сечения. Создание простого ландшафта          Изучение булевой операции вычитания. Построение системы стен          Создание модели пуговицы. Создание модели иголки          Построение модели катушки с нитками. Создание поляны, гриба. Распределение грибов на поляне          Применение модификатора Edit Poly. Работа с Caddy-интерфейсом.          Построение экрана телевизора. Моделирование задней стенки телевизора. Скругление острых углов          Деформация кистью. Раскраска полигонов          Построение модели колбы. Построение модели резьбы с помощью модификатора Displace и карты Checker. Построение модели вольфрамовой нити          Создание модели шторы с помощью двух NURBS-кривых</p>	10	
<p><b>Тема 2.4</b>          Создание внешнего вида проектируемой модели в среде 3DS MAX</p>	<p><b>Содержание</b>          Редактор материалов. Compact Material Editor. Slate Material Editor          Настройки материала Standard. Материал Standard. 9 сфер          Составные материалы. Многокомпонентный материал Multi/Sub-Object          Материалы типа Raytrace и Multi/Sub-Object          Работа с текстурными картами, параметр Amount и канал Bump          Подробнее о каналах. Текстуры карты. Параметрическое проецирование текстурных карт          Применение модификатора UVW Map. Материал Multi/Sub-Object и модификатор UVW Map          Проецирование текстурной карты на текстуру Checker          Модификаторы Unwrap UVW, Reactor, Panda          Работа с текстурными картами. Gallon</p>	20	ОК 1 ПК 1.3 - 1.4
	<p><b>Практические занятия</b>          Задание типа затенения. Настройка параметров материала Standard. Настройка параметров материалов сцены. Создание материала "Синий пластик". Создание материала "Стекло обычное", "Стекло тонированное" и "Капля водяная". Изучение материалов Top/Bottom, Double Sided, Blend          Изучение параметров материала Raytrace. Создание материалов "Вода чистая" и "Вода тяжелая"          Создание многокомпонентного материала для колбы. Создание материала для стойки          Применение текстурной карты. Применение произвольных графических файлов в качестве текстурных карт. Настройка параметров текстурной карты          Применение текстурных карт в каналах Diffuse Color и Bump. Создание полупрозрачной стены          Изучение каналов Diffuse Color, Bump, Opacity, Self-Illumination, Reflection, Flat Mirror на канале Reflection, Raytrace, Raytrace, Refraction</p>	18	

	<p>Создание многокомпонентного материала для объекта QBottle. Создание областей для наложения материала. Применение модификатора UVW Map</p> <p>Наложение карты Checker на область малого цилиндра, большого цилиндра, верхний торец большого цилиндра, плоскую часть модели, стороны квадратной полости модели</p> <p>Изучение модификатора Unwrap UVW. Создание модели объекта. Применение модификатора Unwrap UVW. Настройка параметров модификатора Unwrap UVW</p> <p>Применение модификатора Unwrap UVW. Настройка развертки граней. Корректировка положения текстурной карты. Корректировка желтых окаймлений. Корректировка смещения текстуры</p> <p>Создание развертки граней модели. Редактирование координат развертки. Создание текстуры.</p> <p>Создание набора именованных выделений. Назначение способов наложения текстуры. Разнесение именованных участков граней. Корректировка развертки поверхности головы, поверхности штанишек, поверхности ног, области пояса.</p> <p>Размещение элементов развертки. Построение шаблона текстуры</p>		
<p><b>Тема 2.5</b> Системы автоматического проектирования (САПР) и форматы представления данных для прототипирования</p>	<p><b>Содержание</b>          CAD/CAM/CAE для систем прототипирования          STL формат данных          Проблемы STL формата          Дизайн в прототипировании (ориентация изделия, создание и удаление поддержек, вырезы в изделии, удаление включений и другие производственные ограничения, условия блокировки, уменьшение расчетов по дизайну изделия и его сборке)          Расщепление и объединение, стиль и шаг решетки при послойном синтезе          Методики сканирования и последовательность построения годных и негодных ячеистых (мозаичных) моделей (Методика WEAVE, Методика STAR-WEAVE, Методика Quick-Cast)          Новые форматы данных для прототипирования          Точность и ошибки воспроизведения 3D изделий средствами САПР, оценка качества и вопросы стандартизации</p>	20	<p>ОК 1          ПК 1.3 - 1.4</p>
<p><b>Тема 2.6</b> Программное обеспечение 3D сканеров          Photomodeler Scanner</p>	<p><b>Содержание</b>          Аддитивные возможности          Изучение интерфейса</p> <p><b>Практические занятия</b>          Установки и настройка Photomodeler Scanner на виртуальную машину          Сканирование объекта 3D сканером в Photomodeler Scanner</p>	8	
		6	
<p><b>Тема 2.7</b> Программное обеспечение 3D сканеров Polygon Edition Too</p>	<p><b>Содержание</b>          Аддитивные возможности          Изучение интерфейса</p> <p><b>Практические занятия</b>          Установки и настройка Polygon Edition Too на виртуальную машину          Сканирование объекта 3D сканером в Polygon Edition Too</p>	8	<p>ОК 1          ПК 1.3 - 1.4</p>
		6	
<p><b>Тема 2.8</b> Программное обеспечение 3D</p>	<p><b>Содержание</b>          Аддитивные возможности</p>	8	

сканеров VxScan	Изучение интерфейса		
	<b>Практические занятия</b> Установки и настройка VxScan на виртуальную машину Сканирование объекта 3D сканером в VxScan	6	
<b>Тема 2.9</b> Программное обеспечение 3D сканеров Geomagic Studio	<b>Содержание</b> Аддитивные возможности Изучение интерфейса	8	ОК 1 ПК 1.3 - 1.4
	<b>Практические занятия</b> Установки и настройка Geomagic Studio на виртуальную машину Сканирование объекта 3D сканером в Geomagic Studio	6	
<b>Тема 2.10</b> Осуществление проверки и исправление ошибок после 3D сканирования	Программы для исправления и корректировки ошибок при 3D моделирование (SketchUp, Meshlab, Accutrans, Accutrans3D) Настройка программного обеспечения	10	
	<b>Практические занятия</b> Установки и настройка SketchUp, Meshlab, Accutrans, Accutrans3D на виртуальную машину Корректировка STL моделей полученных при 3D сканирование	6	
<b>Тема 2.11</b> Подготовка STL файлов к 3d печати Netfabb Studio 6.4	<b>Содержание</b> Интерфейс программы. Исправление нормалей Закрытие отверстий. Сращивание оболочек Булевы операции. Создание полостей. Упрощение сетки	10	
	<b>Практические занятия</b> Установки и настройка Netfabb Studio 6.4 на виртуальную машину Подготовка откорректированных моделей STL к печати	6	
<b>Учебная практика</b> (по профилю специальности)	<b>Виды работ</b> Создание анимации в автоматическом режиме. Редактирование кривых Curve Editor Изучение контроллеров анимации. Предварительный просмотр анимации Создание анимации в ручном режиме. Создание анимации страницы книги Изучение RAM Player. Изучение редактора кривых. Подключение звукового сопровождения Создание анимации перемещения пера вдоль траектории. Создание анимация системы частиц Изучение деформации Forces (Силы) в системах частиц. Создание анимации взрыва Изучение прямой кинематики Изучение модуля MassFX. Создание анимации «Скачущий шар» Создание 3D макета «Неваляшка». Изучение ограничений MassFX constraint Настройка параметров глобального освещения. Изучение источника света Omni Изучение источников света Target Spot, Free Spot и Skylight. Наложение текстур на источники света и на тень Создание тени от прозрачной части рюмки. Создание подводной сцены Создание трехточечной системы света Изучение фотометрических источников света	108/108	ОК 1 ПК 1.1 - 1.4

<b>Производственная практика</b> (по профилю специальности)	<b>Виды работ</b> Изучение техники безопасности при работе с аддитивными установками на производстве Изучение видов производственных сканеров предприятия Изучение специфики сборки 3D сканеров предприятия Изучение программного обеспечения 3D сканеров Изучение программного обеспечения предприятия для моделирования 3D прототипов Сканирование на производственных 3D сканерах Создание в программном обеспечении предприятия 3D прототипа модели, соответствующего заданию руководителя практики Изучение программного обеспечения проверки цифровой модели отсканированного объекта, для печати на 3D принтере Применение полученных навыков и знаний для создания 3D модели самостоятельно без помощи Подготовка 3D модели в формате STL и технической документации для защиты отчета по практике	144/144	ОК 1 ПК 1.3 - 1.4
<b>Промежуточная аттестация</b>		<b>396</b>	
<b>Всего:</b>			

#### 2.4. Курсовой проект (работа)

*Выполнение курсового проекта (работы) по модулю является обязательным.*

Примерная тематика курсовых проектов (работ)

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.

### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

#### 3.1. Материально-техническое обеспечение

Лаборатории «Бесконтактной оцифровки и технических средств информатизации создания цифровых моделей», оснащенные в соответствии с приложением 3 ОПОП-П. Оснащенные базы практики в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

#### 3.2. Учебно-методическое обеспечение

##### 3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Непомнящий О. В. Проектирование сенсорных микропроцессорных систем управления: Монография / О. В. Непомнящий, Е. А. Вейсов. - Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2018. - 149 с.
2. Экономика-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учебное пособие / И. В. Орлова, В. А. Половников. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2016. - 389 с.:
3. <http://znanium.com/catalog/product/442126>
4. <http://znanium.com/catalog/product/324780>
5. <http://can-touch.ru/3d-scanning/> Принципы работы 3D сканеров
6. <http://www.3d-format.ru/3dscanning/> Виды и модификации сканеров
7. Башкатов А. М. Моделирование в OpenSCAD: на примерах : учебное пособие / А.М. Башкатов. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 333 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-016162-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1084915> (дата обращения: 28.12.2021).

##### 3.2.2. Дополнительные источники

1. Красильников Н., Цифровая обработка 2D - и 3D - изображений, - СПб.: БХВ - Петербург, 2014.
2. Муленко В.В. Компьютерные технологии и автоматизированные системы в машиностроении.- Москва: РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина,, 2015. – 72с.
3. Непомнящий О. В. Проектирование сенсорных микропроцессорных систем управления:Монография / О. В. Непомнящий, Е. А. Вейсов. - Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2015. - 149с.
4. Шишковский И. В. Основы аддитивных технологий высокого разрешения. – СПб. Изд-во Питер, 2015. 348с.

### 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Код ПК, ОК	Критерии оценки результата (показатели освоения компетенций)	Формы контроля и методы оценки
ОК.01 ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3. ПК 1.4.	Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; Актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить Выполняет работы по сканированию объектов; Проводит измерение изделия при помощи ручных измерительных инструментов Проводит оценку годности изделия на основании измерений Разрабатывает трехмерные модели изделий для целей аддитивного производства Производит подготовку трехмерных моделей	Итоговые работы, зачеты, квалификационные испытания, защита курсовых и дипломных проектов (работ), экзамены. Интерпретация результатов выполнения практических и лабораторных заданий, оценка решения ситуационных задач,

	<p>изделия для переноса в устройства числового программного управления аддитивных установок</p> <p>Создает редактируемые параметрические модели, пригодные для аддитивного производства, на основе полигональных моделей изделий.</p> <p>Проводит проверку и исправление ошибок полигональной модели.</p> <p>Осуществляет анализ отклонений построенной параметрической модели от исходной полигональной и исходного изделия</p> <p>Разрабатывает рабочие чертежи детали в соответствии с требованиями ЕСКД.</p> <p>Разрабатывает сборочные чертежи и спецификации в соответствии с требованиями ЕСКД.</p>	оценка тестового контроля.
--	--	----------------------------

**Рабочая программа профессионального модуля**  
**«ПМ.02 ПОДГОТОВКА, ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ НА**  
**УЧАСТКАХ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА»**

**СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

<b>1. Общая характеристика профессионального модуля .....</b>	<b>18</b>
1.1 Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной программы.....	18
1.2 Планируемые результаты освоения профессионального модуля.....	18
1.3 Обоснование часов вариативной части ОПОП-П .....	21
<b>2. Структура и содержание профессионального модуля .....</b>	<b>21</b>
2.1. Трудоемкость освоения модуля .....	21
2.2. Структура профессионального модуля .....	22
2.3. Содержание профессионального модуля .....	23
<b>3. Условия реализации профессионального модуля .....</b>	<b>34</b>
3.1. Материально-техническое обеспечение.....	34
3.2. Учебно-методическое обеспечение .....	34
3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания.....	34
<b>4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля .....</b>	<b>34</b>

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

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

### 1.1 Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной программы

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

Профессиональный модуль включен в *обязательную часть* образовательной программы.

### 1.2 Планируемые результаты освоения профессионального модуля

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

В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
ОК.01 ПК 2.1. ПК 2.2. ПК 2.3. ПК 2.4. ПК 2.5. ПК 2.6. ПК 2.7	<p>Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять предпусковую калибровку и после-эксплуатационную чистку оборудования;</li> <li>- анализировать качество исходного сырья;</li> <li>- подготовки и загрузки рабочих материалов;</li> <li>- загружать исходные материалы в аддитивную установку, устанавливая технологическую подложку (платформу);</li> <li>- выполнять экстренный останов процесса производства изделия и продолжение работы после экстренного останова;</li> <li>- извлекать изделия из рабочей зоны аддитивной установки;</li> <li>- выполнять измерения и контроль параметров изделий;</li> <li>- определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации;</li> <li>- рационально организовывать рабочие места, участвовать в расстановке</li> </ul>	<p>Актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;</p> <p>показатели качества исходного сырья и методы входного контроля;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы формообразования в аддитивном производстве;</li> <li>- типовая структура изделия, созданного методом послойного синтеза;</li> <li>- виды дефектов изделий, созданных методом послойного синтеза;</li> <li>- назначение и область применения существующих типов аддитивных установок и используемые в них материалы;</li> <li>- технические параметры, характеристики и особенности различных типов аддитивных установок;</li> <li>- конструкции аддитивных установок;</li> <li>- особенности обеспечения работы различных видов аддитивных установок;</li> <li>- основы организации производства, мотивации и управления персоналом;</li> <li>- основы менеджмента в области профессиональной</li> </ul>	<p>подготовки аддитивных установок к запуску;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнения операций по входному контролю исходного сырья и определению расхода сырья;</li> <li>- подготовки и загрузки рабочих материалов;</li> <li>- контроля процесса создания изделия на аддитивной установке;</li> <li>- управления процессами аддитивного производства;</li> <li>- организации работы участка аддитивного производства;</li> <li>- контроля технологического процесса аддитивной установки;</li> <li>- выполнения работ по доводке и финишной обработке изделий, полученных посредством аддитивных технологий с применением станков, в том числе с ЧПУ, ручного инст-</li> </ul>

	<p>кадров, обеспечивать их предметами и средствами труда;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать показатели, характеризующие эффективность работы основного и вспомогательного оборудования;</li> <li>- оптимизировать загрузку оборудования;</li> <li>- принимать и реализовывать управленческие решения;</li> <li>- мотивировать работников на решение производственных задач;</li> <li>- управлять конфликтными ситуациями, стрессами и рисками;</li> <li>- определять опасные и вредные факторы в сфере профессиональной деятельности;</li> <li>- оценивать состояние техники безопасности на производственном объекте;</li> <li>- проводить инструктаж по технике безопасности;</li> <li>- защищать свои права и права работников в соответствии с гражданским и трудовым законодательством Российской Федерации;</li> <li>- анализировать виды и последствия потенциальных отказов оборудования и нарушения технологических процессов;</li> <li>- анализировать визуальную сигнализацию контрольных приборов аддитивной установки;</li> <li>- выявлять нарушение параметров технологического процесса;</li> <li>- правильно эксплуатировать электрооборудование;</li> <li>- использовать электронные приборы и устройства;</li> </ul>	<p>деятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы, формы и методы организации производственного и технологического процессов;</li> <li>- принципы делового общения в коллективе;</li> <li>- правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности;</li> <li>- особенности обеспечения безопасных условий труда в сфере профессиональной деятельности;</li> <li>- порядок работ при изготовлении изделия на аддитивной установке;</li> <li>- правила безопасной эксплуатации аддитивных установок;</li> <li>- причины брака, дефектов изделий;</li> <li>- методы контроля процесса создания изделий на аддитивных установках;</li> <li>- проблемы совместимости исходных материалов, технологического оборудования и технологических режимов;</li> <li>- устройство систем оптического контроля процесса и принципы их работы, признаки наличия ошибок, методы их выявления</li> <li>- критерии качества изделия по точности размеров и форме, структуре материала;</li> <li>- методы финишной обработки изделий, созданных посредством аддитивных технологий;</li> <li>- причины брака, дефектов изделий;</li> <li>- технические параметры, характеристики и особенности современных токарных и фрезерных станков с ЧПУ, координатно-расточных станков, установок гидроабразивной обра-</li> </ul>	<p>румента;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проверки соответствия готовых изделий техническому заданию с применением измерительных инструментов;</li> <li>- выявления и устранения неисправностей аддитивных установок;</li> <li>- диагностического контроля технического состояния аддитивных установок;</li> <li>- проведения операций технического обслуживания аддитивных установок</li> </ul>
--	--	--	---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать технологическое оборудование, инструменты для финишной обработки изделий, полученных методами аддитивных технологий;</li> <li>- выявлять дефекты изделий;</li> <li>- анализировать структурные и конструкционные недостатки изделия, погрешности изготовления и обработки;</li> <li>- анализировать причины дефектов изделий;</li> <li>- определять оптимальный технологический процесс финишной обработки изделия;</li> <li>- выбирать средства измерений;</li> <li>- выполнять измерения и контроль параметров изделий;</li> <li>- определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации;</li> <li>- определять оптимальные методы контроля качества;</li> <li>- осуществлять финишную обработку изделий, изготовленных на аддитивных установках, на станках, механизированным инструментом и ручную;</li> <li>- использовать аппараты обработки сжатым воздухом, пескоструйной обработки;</li> <li>- проводить визуальную проверку механических и оптических узлов аддитивной установки;</li> <li>- проводить проверку электронных узлов аддитивной установки посредством средств автоматизированного контроля;</li> <li>- прогнозировать отказы и обнаруживать неисправ-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ботки, обработки сжатым воздухом, пескоструйной обработки;</li> <li>- методы работы с аппаратами обработки сжатым воздухом, пескоструйной обработки;</li> <li>- правила безопасной эксплуатации механического оборудования;</li> <li>- физические процессы, протекающие при создании изделий на аддитивных установках различных типов;</li> <li>- конструкция, принцип действия, типовые неисправности аддитивных установок разных типов;</li> <li>- устройство систем оптического контроля процесса и принципы их работы, признаки наличия ошибок, методы их выявления;</li> <li>- алгоритм выявления и устранения неисправностей аддитивных установок;</li> <li>- приемы диагностического контроля технического состояния аддитивных установок</li> <li>- электроизмерительные приборы, их назначение и правила использования;</li> <li>- профилактические мероприятия по охране окружающей среды, технике безопасности и производственной санитарии;</li> <li>- физические принципы работы, конструкцию, технические характеристики, правила технического обслуживания аддитивных установок;</li> <li>- элементы систем автоматики, основные характеристики и принципы их применения в аддитивных установках и вспомогательном оборудовании;</li> <li>- регламент технического обслуживания аддитивных установок различных ти-</li> </ul>	
--	---	---	--

	ности аддитивных установок, осуществлять технический контроль при их эксплуатации; - производить диагностику оборудования и определение его ресурсов; - организовывать и выполнять наладку, регулировку и проверку аддитивных установок; - менять сменные элементы оборудования; - проводить смазку/ зарядку/ заправку маслом и иными специальными жидкостями, и газами; - эффективно использовать материалы и оборудование; - заполнять технологическую документацию	пов; - методы повышения долговечности оборудования; - приемы проведения операций по техническому обслуживанию аддитивных установок различных типов; - требования охраны труда, пожарной и экологической безопасности	
--	---	---	--

### 1.3 Обоснование часов вариативной части ОПОП-П

№ № п/п	Дополнительные профессиональные компетенции	Дополнительные знания, умения, навыки	№, наименования темы	Объем часов	Обоснование включения в рабочую программу
1	Дополнительные компетенции по мере запроса работодателей	Навыки, знания и умения в рамках программы «Профессионалитет»	Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование	144	Значимость МДК в освоении специальности

## 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	286	126
Курсовая работа (проект)	-	-
Самостоятельная работа	-	-
Практика, в т.ч.:	288	288
учебная	144	144
производственная	144	144
Промежуточная аттестация, в том числе: МДК 02.01 в форме экзамена МДК 02.02 в форме дифференцированного зачета МДК 02.03 в форме экзамена МДК 02.04 в форме экзамена УП 02 в форме дифференцированного зачета ПП 02 в форме дифференцированного зачета ПМ 02 в форме экзамена	-	-
Всего	574	414

## 2.2. Структура профессионального модуля

Код ОК, ПК	Наименования разделов профессионального модуля	Всего, час.	В т.ч. в форме практической подготовки	Обучение по МДК, в т.ч.:	Учебные занятия	Курсовая работа (проект)	Самостоятельная работа	Учебная практика	Производственная практика
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОК.01 ПК 2.1. ПК 2.2.	Раздел 1. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий	<b>64</b>	<b>36</b>	<b>64</b>	64		-		
ПК 2.3. ПК 2.4.	Раздел 2. Ведение технологического процесса на аддитивных установках	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	60	-	-		
ПК 2.5. ПК 2.6.	Раздел 3. Техническое обслуживание аддитивных установок	<b>98</b>	<b>40</b>	<b>98</b>	98				
ПК 2.7	Раздел 4. Методы финишной обработки и контроля качества изделий аддитивного производства	<b>64</b>	<b>20</b>	<b>64</b>	64				
	Учебная практика	<b>144</b>	<b>144</b>					<b>144</b>	
	Производственная практика	<b>144</b>	<b>144</b>						<b>144</b>
	Промежуточная аттестация								
	<b>Всего:</b>	<b>574</b>	<b>414</b>		<b>286</b>	-	-	<b>144</b>	<b>144</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	Код ПК, ОК
<b>Раздел 1. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий</b>			
<b>МДК. 02.01 Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий</b>		64/36	
<b>Введение</b>	<b>Содержание</b> Цели и задачи профессионального модуля. Межпредметные связи. Значение ПМ в профессиональной деятельности	2	
<b>Тема 1.1. Основы прототипирования</b>	<b>Содержание</b> Общие термины Преимущества и проблемы реализации аддитивных технологий Классификация методов, систем и установок аддитивных технологий Основы автоматизации процесса послойного создания изделия Обобщенная схема операций при послойном создании изделия Специфика работы на разных аддитивных установках Пути повышения точности воспроизведения моделей и качества поверхности Тесты производительности и контроля Сравнительная оценка аддитивных установок по размерам рабочей камеры, точности и времени воспроизведения Применение аддитивных технологий в различных отраслях промышленности, в образовании, сфере услуг, медицине Дорожная карта развития аддитивных технологий	4	ОК.01 ПК 2.1
<b>Тема 1.2</b> Технология 3D печати методом послойного наплавления	<b>Содержание</b> Подача пластика в экструдер Расплавление пластика в экструдере Послойное нанесение расплавленного пластика Достоинства и недостатки применяемой технологии Печать простейших прототипов и функциональных изделий из пластика <b>Практические занятия</b> Обработки трехмерной цифровой модели Деление STL на слои Ориентирование подходящим образом модели для печати Генерация поддерживающей структуры Выбор материала для печати (ABS, PLA, поликарбонаты, полиамиды, полистирол, лигнин)	2     6	ОК.01 ПК 2.1

	Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов Финишная обработка модели после печати		
<b>Тема 1.3</b> Технология 3D печати методом стереолитографии	<b>Содержание</b>	2	OK.01 ПК 2.1
	Технологическое применение SLA		
	Технологическое применение DLP		
	Полимеризация пластика в ультрафиолетовой печи. Жидкие фотополимеры		
	Печать высококачественных и детализированных прототипов		
	Печать моделей для литья по выжигаемым моделям		
<b>Тема 1.4</b> Технология 3D печати методом многоструйного моделирования	<b>Практические занятия</b> Обработки трехмерной цифровой модели Деление STL на слои Ориентирование подходящим образом модели для печати Генерация поддерживающие структуры Подготовка к печати модели из одного и нескольких материала Финишная обработка модели после печати	6	OK.01 ПК 2.1
	<b>Содержание</b>		
	Нанесение на платформу печатающей головкой через большое количество форсунок жидкого фотополимера		
	Послойное отверждение ультрафиолетовым проектором		
	Печать высококачественных и детализированных прототипов		
	Печать моделей для литья по выжигаемым и выплавляемым моделям		
<b>Тема 1.5</b> Технология 3D печати методом цветного склеивания порошкового материала	<b>Практические занятия</b> Обработки трехмерной цифровой модели Деление STL на слои Ориентирование подходящим образом модели для печати Генерация поддерживающие структуры Выбор материала для печати (термопластик, воск и фотополимерные смолы) Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов Финишная обработка модели после печати	6	OK.01 ПК 2.1
	<b>Содержание</b>		
	Раскатывание ракелем или роликом по рабочей поверхности		
	Нанесением на слой специального связующего вещества		
	Склеивание в цельную деталь		
	Выбор материала для печати (VisiJet PXL Core, полистирол, лигнин)		
<b>Тема 1.5</b> Технология 3D печати методом цветного склеивания порошкового материала	<b>Содержание</b>	4	OK.01 ПК 2.1
	Раскатывание ракелем или роликом по рабочей поверхности		
	Нанесением на слой специального связующего вещества		
<b>Тема 1.5</b> Технология 3D печати методом цветного склеивания порошкового материала	<b>Практические занятия</b> Обработки трехмерной цифровой модели Деление STL на слои Ориентирование подходящим образом модели для печати Генерация поддерживающие структуры Выбор материала для печати (VisiJet PXL Core, полистирол, лигнин)	6	OK.01 ПК 2.1
	<b>Содержание</b>		
	Раскатывание ракелем или роликом по рабочей поверхности		

	Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов Финишная обработка модели после печати		
<b>Тема 1.6.</b> Технология 3D печати методом селективного лазерного спекания	<b>Содержание</b>	4	ОК.01 ПК 2.1
	Разравнивание порошка ракелем по рабочей поверхности		
	Заштриховывание контура детали при помощи импульсного излучения		
	Воздействием высокоэнергетического лазерного луча для спекания шаровидных пластиковых гранул между собой		
	Создание конечных изделий сложной геометрии	6	
	Легковесные конструкции		
	Функционально интегрированные детали		
	<b>Практические занятия</b> Обработки трехмерной цифровой модели Деление STL на слои Ориентирование подходящим образом модели для печати Генерация поддерживающие структуры Выбор материала для печати Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов Финишная обработка модели после печати		
<b>Тема 1.7</b> Технология 3D печати методом селективного лазерного плавления	<b>Содержание</b>	4	ОК.01 ПК 2.1
	Разравнивание порошка ракелем по рабочей поверхности		
	Заштриховывание контура детали при помощи импульсного излучения		
	Воздействием высокоэнергетического лазерного луча для спекания сферических с металлическим наполнением гранул между собой		
	Создание конечных изделий сложной геометрии	6	
	Изготовление форм для литья пластика		
	<b>Практические занятия</b> Анализ повреждения модели Ориентирование подходящим образом модели для печати Генерация поддерживающие структуры Выбор материала для печати Восстановление трещины на модели Финишная обработка модели после печати		
<b>Тема 1.8</b> Прототипирование в индустрии	<b>Содержание</b>	4	ОК.01 ПК 2.1
	Выбор материала для приложения и метода проектирования		
	Конструирование и дизайн		
	Построение моделей в архитектуре Примеры применений в машиностроении, анализ и планирование		

	Производство оснастки в промышленности		
	Аэрокосмические приложения		
	Моделирование и создание беспилотных летательных аппаратов		
	Автомобильная индустрия		
<b>Раздел 2. Ведение технологического процесса на аддитивных установках</b>			
<b>МДК. 02.02 Ведение технологического процесса на аддитивных установках</b>		60/30	
<b>Тема 2.1</b> Выбор технологий аддитивного производства на основе технического задания	<b>Содержание</b>	12	ОК.01 ПК 2.2. ПК 2.3.
	Основания для выбора конкретных аддитивных технологий		
	Характеристики вещества, используемого для создания моделей		
	Размеры рабочей зоны для установления габаритов формируемого объекта		
	Выбор аддитивной установки с учетом области использования будущих моделей		
Производители аддитивных установок различных типов			
<b>Тема 2.2</b> Эксплуатация 3D- принтера FDM-типа (расплавление пластиковой нити)	<b>Содержание</b>	12	ОК.01 ПК 2.2. ПК 2.3.
	Применение в машиностроительном производстве		
	Технические характеристики		
	Технологические особенности печати		
	Программное обеспечение принтера		
	Настройка и калибровка		
	Методы финишной обработки модели напечатанной на стереолитографическом 3D принтере		
<b>Практические занятия:</b> Побор программного обеспечения для разработки модели Установка и настройка программного обеспечения на виртуальную машину Разработка модели высокой точности для печати на стереолитографическом 3D принтере Проверка модели в программном обеспечении на наличие дефектов Подготовка модели к печати	8		
<b>Тема 2.3</b> Эксплуатация фотополимерных аддитивных установок	<b>Содержание</b>	12	ОК.01 ПК 2.2. ПК 2.3.
	Применение в машиностроительном производстве		
	Технические характеристики		
	Технологические особенности печати		
	Программное обеспечение принтера		
	Настройка и калибровка		
	Методы финишной обработки изделия созданного на фотополимерных аддитивных установках		
	Установка и настройка программного обеспечения		
<b>Практические занятия:</b> Настройка установки для создания изделия Проверка цифровой модели в программе на наличие дефектов Подготовка модели к печати Печать изделия	6		

<b>Тема 2.4</b> Эксплуатация установок лазерного спекания порошкового пластика	<b>Содержание</b>	12	ОК.01 ПК 2.2. ПК 2.3.
	Применение в машиностроительном производстве		
	Технические характеристики		
	Технологические особенности печати		
	Программное обеспечение принтера		
	Настройка и калибровка		
	Методы финишной обработки модели напечатанной на промышленной SLM установке EOSINT M 280		
<b>Практические занятия:</b> Выбор программного обеспечения для разработки модели Установка и настройка программного обеспечения на виртуальную машину Разработка модели полой металлической структуры высокой геометрической сложности для печати Проверка модели в программном обеспечении на наличие дефектов Подготовка модели к печати	8		
<b>Тема 2.5</b> 3D принтер послойного наплавления	<b>Содержание</b>	12	ОК.01 ПК 2.2. ПК 2.3.
	Применение в машиностроительном производстве		
	Технические характеристики		
	Технологические особенности печати		
	Программное обеспечение принтера		
	Настройка и калибровка		
	Методы финишной обработки модели напечатанной на 3D принтере		
<b>Практические занятия:</b> Выбор программного обеспечения для разработки модели Установка и настройка программного обеспечения на виртуальную машину Разработка модели для печати на 3D принтере Проверка модели на наличие в программном обеспечении дефектов Подготовка модели к печати	8		
<b>Раздел 3 Техническое обслуживание и ремонта аддитивных установок</b>			
<b>МДК 02.03 Техническое обслуживание и ремонта аддитивных установок</b>		98/40	
<b>Введение</b>	Цели и задачи профессионального модуля. Межпредметные связи. Значение ПМ в профессиональной деятельности	2	ОК.01 ПК 2.4.
<b>Тема 3.1.</b> Оборудование и контрольно-	<b>Содержание</b>	16	ПК 2.6. ПК 2.7
	Паяльное оборудование		

измерительные приборы для ремонта аддитивных установок	Приспособления для фиксации плат и паяльного оборудования при радиомонтажных работах, Вакуумные пинцеты Механические экстракторы припоя Антистатический инструмент,		
	Ручной инструмент (отвертки, пинцеты, бокорезы, пассатижи, лупы и т.п)		
	Лампы для радиомонтажных работ		
	Устройства ультразвуковой очистки печатных плат		
	Программаторы, кабели и адаптеры для программаторов		
	Контрольно-измерительные приборы		
	<b>Практические занятия</b> Работа с паяльным оборудованием Работа с оборудованием фиксации плат Работа с вакуумными пинцетами Работа с механическими экстрактами припоя Работа с антистатическим инструментом Работа с ручным инструментом Работа с лампами радиомонтажных работ Работа с устройством ультразвуковой очистки печатных плат Работа с программатором Подключение к программатору кабелей и адаптеров Работа со следующими кип: мультиметры, анализаторы спектра, пирометры и термометры Измерители влажности. Измерители мощности Измерители параметров электробезопасности, токовые клещи, кабель-тестеры, калибраторы портативные, мегаомметры и омметры, измерители шума и вибрации		
<b>Тема 3.2</b> Устройство шагового двигателя	<b>Содержание</b>	16	ОК.01 ПК 2.4. ПК 2.6. ПК 2.7
	Основы работы шагового двигателя		
	Волновое управление или полношаговое управление одной обмоткой		
	Полношаговый режим управления		
	Полушаговый режим		
	Режим микрошага		
	Шаговый двигатель с постоянным магнитом		
	Шаговый двигатель с переменным магнитным сопротивлением		
	Гибридный шаговый двигатель		
<b>Практические занятия</b>	4		

	Моделирование в 3DS MAX деталей шагового двигателя Моделирование в AutoCad деталей шагового двигателя Перенос модели из AutoCad в 3DS MAX для наложения анимации Доводка готовой модели Создание прототипа шагового двигателя на 3D принтере		
<b>Тема 3.3</b> Устройство печатающей головки FDM-принтера (Экструдер)	<b>Содержание</b> Принцип действия Прижимной механизм Корпус Подающая шестеренка Термоизолятор Спираль нагревателя Сопло экструдера	22	ОК.01 ПК 2.4. ПК 2.6. ПК 2.7
	<b>Практические занятия</b> Моделирование в 3DS MAX деталей экструдера Моделирование в AutoCad деталей экструдера Перенос модели из AutoCad в 3DS MAX для наложения анимации Доводка готовой модели Создание прототипа экструдера на 3D принтере		
<b>Тема 3.4</b> Устройство электронной схемы RepRap 3D принтера	<b>Содержание</b> Описание схемы RepRap Виды контроллеров схемы RepRap (Arduino Mega, Arduino Nano, RAMPS, Generation Electronics, Sanguinololu) Программирование контроллера G-кодом Схема подключения устройств к контроллеру Подключение к контроллеру ЖК дисплея Подключение к контроллеру шаговых двигателей Установка переменного резистора для регулирования напряжения Установка концевых датчиков Подключение термисторов	16	ОК.01 ПК 2.4. ПК 2.6. ПК 2.7
	<b>Практические занятия</b> Подбор контроллера. Программирование контроллера G-кодом Настройка в программном обеспечении Marlin Тестирование контроллера		
<b>Тема 3.5</b> Профилактика аддитивных установок	<b>Содержание</b> Настройка прецизионных механизмов Настройка заводские юстировок механизмов Основы профилактики работы с экструдера	16	ОК.01 ПК 2.4. ПК 2.6. ПК 2.7

	<p>Основы профилактики узлов трения</p> <p>Основы регулировки лазеров</p> <p>Основы профилактики линз лазера</p> <p>Основы профилактики шагового мотора</p> <p>Основы профилактики электронных плат</p> <p><b>Практические занятия</b></p> <p>Профилактика работы с экструдера</p> <p>Профилактика узлов трения</p> <p>Регулировка лазеров</p> <p>Профилактика линз лазера</p> <p>Регулировка лазеров</p> <p>Профилактика линз лазера</p> <p>Профилактика шагового мотора</p> <p>Профилактика электронных плат</p>	8	
<p><b>Тема 3.6</b> Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт аддитивных установок</p>	<p><b>Содержание</b></p> <p>Общая концепция системы технического обслуживания и ремонта аддитивных установок</p> <p>Производственная эксплуатация аддитивных установок</p> <p>Техническое обслуживание аддитивных установок</p> <p>Ремонт оборудования аддитивных установок</p> <p>Формы ремонтной документации аддитивных установок</p> <p>Типовая номенклатура работ при текущем ремонте аддитивных установок</p> <p>Техническое обслуживание</p> <p>Текущий ремонт</p> <p>Капитальный ремонт</p> <p>Нормативы периодичности, продолжительности и трудоемкости ремонта</p> <p>Охрана труда и промышленная безопасность при работе с аддитивными установками</p> <p><b>Практические занятия</b></p> <p>Формирование акта приема-передачи оборудования</p> <p>Формирование ремонтного журнала</p> <p>Формирование ведомости</p> <p>Формирование сметы</p> <p>Формирование акта на сдачу в капитальный ремонт</p> <p>Формирование акта на выдачу из капитального</p> <p>Формирование годового план – графика ТО и ремонта</p> <p>Формирование месячного план-графика отчета ТО и ремонта.</p> <p>Формирование месячного отчета о ТО и ремонте.</p> <p>Формирование ведомости годовых затрат на ремонт.</p> <p>Формирование паспорта основного оборудования</p>	16	<p>ОК.01</p> <p>ПК 2.4.</p> <p>ПК 2.6.</p> <p>ПК 2.7</p>
		12	

	Формирование акта о ликвидации оборудования		
<b>Раздел 4. Методы финишной обработки и контроля качества готовых изделий</b>			
<b>МДК. 02.04 Методы финишной обработки и контроля качества готовых изделий</b>			
<b>Введение</b>	Цели и задачи профессионального модуля. Значение ПМ в профессиональной деятельности	64/20	
<b>Тема 4.1</b> Проверка соответствия готовых изделий техническому заданию	<p><b>Содержание</b>  Задачи контроля изделия, полученного методом послойного синтеза  Применяемый ручной измерительный инструмент: виды, способ применения  Точность измерения, погрешность измерения  Применение систем бесконтактной оцифровки для проверки соответствия готовых изделий техническому заданию  Оптимальные методы контроля качества  Предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации;  Методы измерения параметров и определения свойств материалов  Способы обеспечения заданной точности и свойств при изготовлении деталей;</p> <p><b>Практические занятия</b>  проверка соответствия готовых изделий техническому заданию  - с применением ручного измерительного инструмента  - с применением систем бесконтактной оцифровки</p>	2	
<b>Тема 4.2</b> Финишная обработка изделий на фрезерных и токарных станках	<p><b>Содержание</b>  Применение токарных и фрезерных станков с числовым программным управлением для финишной обработки изделий, полученных посредством аддитивных технологий  Технологическое оборудование, станки, инструменты и оснастка для финишной обработки изделий;  Оптимальный технологический цикл финишной обработки изделия;</p> <p><b>Практические занятия</b>  Выполнения работ по доводке изделий, полученных посредством аддитивных технологий на фрезерных и токарных станках с ЧПУ</p>	12	OK.01 ПК 2.5.
<b>Тема 4.3</b> Финишная обработка изделий на гидроабразивных установках	<p><b>Содержание</b>  Технические параметры, характеристики и особенности современных установок гидроабразивной обработки,  Особенности и требования технологий последующей обработки деталей на гидроабразивных установках  Приемы использования гидроабразивных установок для финишной обработки</p> <p><b>Практические занятия</b>  Выполнения работ по доводке изделий, полученных посредством аддитивных технологий на гидроабразивных установках</p>	4	
<b>Тема 4.4</b> Финишная обработка изделий на расточных станках и с помощью ручного	<p><b>Содержание</b>  Технические параметры, характеристики и особенности современных координатно-расточных станков,  Использование координатно-расточных станков для целей финишной обработки изделий, полученных на аддитивных установках</p>	12	OK.01 ПК 2.5.

инструмента	Ручные инструменты для финишной обработки, приемы работы		
	<b>Практические занятия</b> Анализ и подбор оборудования для реализации поставленного задания по обработке изделия Выполнения работ по доводке и, в соответствии с техническим заданием с, гидроабразивных установок, расточных станков и ручного инструмента	6	
<b>Тема 4.5</b> Прочие технологии финишной обработки изделий, полученных посредством аддитивных технологий	<b>Содержание</b> Прочие технологии финишной обработки изделий, полученных посредством аддитивных технологий: финишная полировка, химическая обработка, обработка лазером Область применения, применяемые материалы, используемые установки, Приемы использования. Охрана труда процесса финишной обработки изделий, полученных на аддитивных установках	14	ОК.01 ПК 2.5.
<b>Учебная практика</b> Создание технического задания для прототипа 3D принтера послойного наплавления Моделирование деталей 3D принтера в программном обеспечении AutoCad Моделирование деталей 3D принтера в программном обеспечении 3DS MAX Исправление ошибок полученных при 3D моделировании Конвертирование полученных моделей в STL формат Подготовка к печати 3D моделей Печать моделей на 3D принтере Ручная (финишная) обработка полученных моделей Сборка 3D принтера из полученных моделей Защита технического задания и созданного прототипа 3D принтера Диагностики 3D принтера Диагностика 3D сканера Профилактика 3D принтера Профилактика 3D сканера Замена шаговых двигателей 3D принтера Ремонт экструдера Замена лазера 3D сканера Создание деталей заменителей для 3D принтера в AutoCad Финишная обработка изделий и доводка изделий, полученных посредством аддитивных технологий, на фрезерных и токарных станках с ЧПУ, на гидроабразивных установках, с помощью ручного инструмента		144/144	ОК.01 ПК 2.1. ПК 2.2. ПК 2.3. ПК 2.4. ПК 2.5. ПК 2.6. ПК 2.7
<b>Производственная практика</b> Создание деталей заменителей для 3D сканера в AutoCad Печать моделей деталей заменителей Составление и заполнение акта приема-передачи оборудования Доводка и установка деталей заменителей Составление и заполнение ремонтного журнала Составление ведомости дефектов Составление акта на выдачу из капитального ремонта		144/144	ОК.01 ПК 2.1. ПК 2.2. ПК 2.3. ПК 2.4. ПК 2.5. ПК 2.6. ПК 2.7

Составление сметы затрат		
Составление паспорта основного оборудования		
Составление и заполнение акта о ликвидации оборудования		
Составление и заполнение акта на выдачу из капитального ремонта		
Изучение техники безопасности при работе с аддитивными установками на производстве		
Изучение видов производственных 3D принтеров предприятия		
Изучение программного обеспечения 3D принтеров		
Печать на производственных 3D принтерах		
Печать на предприятия 3D прототипа модели, соответствующего заданию руководителя практики		
Изучение программного обеспечения калибровки на 3D принтере		
Подготовка 3D прототипа и технической документации для защиты отчета по практике		
<i>Промежуточная аттестация</i>		
<b>Всего:</b>	<b>574</b>	

### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

#### 3.1. Материально-техническое обеспечение

Лаборатория «Материаловедения», оснащенные в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

Мастерские «Слесарная», «Участок механообработки», «Участок аддитивных установок», оснащенные в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

Оснащенные базы практики (мастерские/зоны по видам работ), оснащенная(ые) в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

#### 3.2. Учебно-методическое обеспечение

##### 3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

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

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

3. <http://can-touch.ru/3d-scanning/> Принципы работы 3D сканеров

4. <http://www.3d-format.ru/3dscanning/> Виды и модификации сканеров

5. Петрова А. М. Автоматическое управление : учебное пособие / А.М. Петрова. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 240 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-467-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1226456> (дата обращения: 28.12.2021).

##### 3.2.2. Дополнительные источники

1. Тодд Варфел, Прототипирование. Практическое руководство. – СПб.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 240с..

2. Феофанов А.Н. Организация ремонтных, монтажных и наладочных работ по промышленному оборудованию. В 2-х ч. Часть 1 - М.:Академия,2018г.

3. Феофанов А.Н. Организация ремонтных, монтажных и наладочных работ по промышленному оборудованию. В 2-х ч. Часть 2 – М.:Академия,2018г.

4. 1. Ящура И., Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования. — М.: НЦ ЭНАС, 2006. - 359с.

### 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Код ПК, ОК	Критерии оценки результата (показатели освоенности компетенций)	Формы контроля и методы оценки
ОК.01 ПК 2.1. ПК 2.2. ПК 2.3. ПК 2.4. ПК 2.5. ПК 2.6. ПК 2.7	Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; Актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить Оценивает соответствие исходного материала предъявляемым технологическим требованиям; Снимает данные о текущем значении расхода исходного материала с датчиков аддитивных установок Готовит аддитивные установки к запуску;	Итоговые работы, зачеты, квалификационные испытания, защита курсовых и дипломных проектов (работ), экзамены. Интерпретация результатов выполнения практических и лабо-

	<p>Готовит и загружает рабочие материалы;</p> <p>Рассчитывает показатели, характеризующие эффективность работы оборудования;</p> <p>Проводит инструктаж по технике безопасности; организовывает рабочие места, обеспечивать их предметами и средствами труда;</p> <p>Контролирует процесс создания изделия на аддитивной установке;</p> <p>Анализирует визуальную сигнализацию контрольных приборов аддитивной установки;</p> <p>Выявляет нарушение параметров технологического процесса;</p> <p>Выполняет доводку и финишную обработку изделий, полученных посредством аддитивных технологий с применением станков, установок и аппаратов механической обработки, ручного инструмента;</p> <p>Проверяет соответствие готовых изделий технической документации с применением измерительных инструментов</p> <p>Проводит визуальную проверку механических и оптических узлов аддитивной установки;</p> <p>Проводит проверку электронных узлов аддитивной установки посредством средств автоматизированного контроля;</p> <p>Производит диагностику оборудования</p>	<p>раторных заданий, оценка решения ситуационных задач, оценка тестового контроля.</p>
--	--	--

**Рабочая программа профессионального модуля**  
**«ПМ.03 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА**  
**ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

<b>1. Общая характеристика профессионального модуля .....</b>	<b>38</b>
1.1 Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной программы.....	38
1.2 Планируемые результаты освоения профессионального модуля.....	38
1.3 Обоснование часов вариативной части ОПОП-П .....	39
<b>2. Структура и содержание профессионального модуля .....</b>	<b>40</b>
2.1. Трудоемкость освоения модуля .....	40
2.2. Структура профессионального модуля .....	40
2.3. Содержание профессионального модуля .....	41
2.4. Курсовой проект (работа) .....	47
<b>3. Условия реализации профессионального модуля .....</b>	<b>48</b>
3.1. Материально-техническое обеспечение.....	48
3.2. Учебно-методическое обеспечение .....	48
3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания.....	48
<b>4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля .....</b>	<b>49</b>

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

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

### 1.1 Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной программы

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

Профессиональный модуль включен в *обязательную часть* образовательной программы.

### 1.2 Планируемые результаты освоения профессионального модуля

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

В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
ОК.01 ОК.03 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3	<p>Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте</p> <p>- анализировать технологическую документацию стандартного изделия аддитивного производства;</p> <p>- анализировать конструктивно-технологические характеристики детали, исходя из ее служебного назначения;</p> <p>- работать с текстовыми и графическими редакторами, системами инженерной графики (CAD), системами инженерных расчетов (CAE), системами подготовки производства (CAM), системами автоматизированной технологической подготовки производства (CAPP)</p> <p>- проектировать технологические операции, включая операции аддитивного производства;</p> <p>- выбирать схемы базирования, формировать маршрут технологического процесса;</p> <p>- разрабатывать и оформлять технологическую документацию;</p> <p>- согласовывать технологические требования при выполнении технологических операций;</p> <p>- осуществлять поиск в электронном архиве справочной информации, конструкторских и</p>	<p>Актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;</p> <p>- требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации;</p> <p>- порядок согласования технологической документации;</p> <p>- правила чтения конструкторской и технологической документации;</p> <p>- приемы применения систем автоматизированного проектирования при разработке конструкции изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий;</p> <p>- требования к электронным моделям, предназначенным для производства на аддитивных установках;</p> <p>- устройство технологического, измерительного и исследова-</p>	<p>- использования конструкторской документации для проектирования маршрутного технологического процесса;</p> <p>- составления технологических маршрутов изготовления деталей и проектирования технологических операций в зависимости от требований, предъявляемых к изделию;</p> <p>- оформления технологической документации на операции аддитивного производства;</p> <p>- проектирования операций аддитивного производства;</p> <p>- анализа проблем совместимости исходных материалов, технологического оборудования и техно-</p>

	<p>технологических документов о разрабатываемом технологическом процессе аддитивного производства</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- назначать оптимальные технологические режимы;</li> <li>- выполнять вычисления и обработку данных по разрабатываемому технологическому процессу аддитивного производства;</li> <li>- использовать вычислительную технику и программные средства для оформления производственной документации;</li> <li>- оформлять технологическую документацию на процессы изготовления типовых изделия аддитивного производства;</li> <li>- подготавливать электронную модель для изготовления изделия с учетом особенностей оборудования, технологии изготовления и требований конструкторской документации;</li> <li>- осуществлять выбор параметров аддитивного технологического процесса для обеспечения заданных свойств и требуемой точности изделия;</li> <li>- разрабатывать управляющие программы;</li> <li>- читать конструкторскую и технологическую документацию;</li> </ul>	<p>тельного оборудования и принципы его работы;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы физических явлений формирования объектов с применением аддитивных технологий;</li> <li>- критерии качества изделия по точности размеров и формы, структуре материала;</li> <li>- система допусков и посадок;</li> <li>- квалитеты и параметры шероховатости;</li> <li>- взаимовлияние параметров аддитивного технологического процесса;</li> <li>- влияние режимов технологического процесса аддитивного производства на качество получаемых изделий;</li> </ul>	<p>логических режимов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разработки управляющих программ создания изделий на аддитивных установках;</li> <li>- анализа конструкторской документации на технологичность конструкции;</li> <li>- подготовки электронной модели для изготовления с учетом особенностей оборудования и технологии изготовления</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	Дополнительные компетенции по мере запроса работодателей	Навыки, знания и умения в рамках программы «Профессионалитет»	Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование	108	Значимость МДК в освоении специальности
2	Компетенция цифровой экономики	Знание основ рыночной экономики	Основы бережливого производства	39	Учет потребностей регионального рынка труда

## 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	109	42
Курсовая работа (проект)	30	30
Самостоятельная работа	-	-
Практика, в т.ч.:	216	216
учебная	144	144
производственная	72	72
Промежуточная аттестация, в том числе: МДК 03.01 в форме экзамена МДК 03.02 в форме зачета УП 01 в форме дифференцированного зачета ПП 01 в форме дифференцированного зачета ПМ 01 в форме экзамена	-	-
<b>Всего</b>	<b>355</b>	<b>288</b>

### 2.2. Структура профессионального модуля

Код ОК, ПК	Наименования разделов профессионального модуля	Всего, час.	В т.ч. в форме практической подготовки	Обучение по МДК, в т.ч.:	Учебные занятия	Курсовая работа (проект)	Самостоятельная работа	Учебная практика	Производственная практика
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОК.01 ОК.03 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3	Раздел 1 Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок	<b>100</b>	<b>60</b>	<b>100</b>	70	30	-		
	Раздел 2 Основы бережливого производства	<b>39</b>	<b>12</b>	<b>39</b>	39	-	-		
	Учебная практика	<b>144</b>	<b>144</b>					<b>144</b>	
	Производственная практика	<b>72</b>	<b>72</b>						<b>72</b>
	Промежуточная аттестация								
	<b>Всего:</b>	<b>355</b>	<b>288</b>		<b>109</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>144</b>	<b>72</b>

## 2.3. Содержание профессионального модуля

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятия, курсовая работа (проект)	Объем, ак. ч. / в том числе в форме практической подготовки, ак. ч.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
<b>Раздел 1 Основы разработки технологических процессов производства изделий с применением аддитивных установок</b>			
<b>МДК.03.01 Основы разработки технологических процессов производства изделий с применением аддитивных установок</b>		100/30	
<b>Тема 1.1.</b> Качество изделий	<b>Содержание:</b> Критерии качества изделия по точности размеров и формы, структуре материала. Понятие о точности. Понятие качества поверхности. Параметры шероховатости поверхности по ГОСТ. Система допусков и посадок. Квалитеты. Влияние режимов технологического процесса аддитивного производства на качество получаемых изделий. Понятие надежности	6	ОК.01 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3
	<b>В том числе практических занятий</b> Анализ изделия по точности размеров и формы, структуре материала. Определение годности детали	2	
<b>Тема 1.2.</b> Технологичность изделий	<b>Содержание</b> Понятие и показатели технологичности изделия. Методы оценки технологичности, качественный и количественный. Технологичность конструкции изделий. Анализ технологичности изделия.	6	ОК.01 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b> Оценка технологичности конструкции изделия Определение способов повышения технологичности изделия	2	
<b>Тема 1.3.</b> Базирование изделий	<b>Содержание</b> Понятия базирования и баз при проектировании и изготовлении изделий машиностроения. Виды баз: конструкторская, измерительная и технологическая. Схемы базирования Погрешности базирования	6	ОК.01 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3
	<b>В том числе практических занятий</b> Выбор технологической базы детали Составление схемы базирования изделия	4	

<b>Тема 1.4.</b> Исходная информация для проектирования технологических процессов	<b>Содержание</b> Понятие технологического процесса, термины и определения. Характеристика типов производства. Структура предприятия. Виды технологических процессов. Требования отраслевых стандартов. Справочная информация. Базовая конструкторская информация. Формулировка требований к конструкции изделия аддитивного производства на основе технического задания на его разработку. Проблемы совместимости исходных материалов, технологического оборудования и технологических режимов. Взаимовлияние параметров аддитивного технологического процесса.	8	ОК.01 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3
	<b>В том числе практических занятий</b> Анализ исходных данных для проектирования технологического процесса типового изделия, изготавливаемого на участке аддитивного производства	2	
<b>Тема 1.5.</b> Технологические операции	<b>Содержание</b> Понятия: операция, установ, переход, позиция. Техническая документация по технологической операции. Вспомогательные и контрольные операции. Взаимосвязь операций и влияние их выбора на качество изделия. Порядок проектирования технологических операций, включая операции аддитивного производства; Составление управляющих программ для операций аддитивного производства	6	ОК.01 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b> Разработка операции аддитивного производства Составление управляющей программы для операции аддитивного производства	4	
<b>Тема 1.6.</b> Последовательность проектирования технологического процесса	<b>Содержание</b> Порядок анализа документации на проектирование стандартного изделия аддитивного производства. Выбор параметров режима аддитивной технологии изготовления изделия: мощности источника энергии, расхода материала, толщины слоя, скорости охлаждения. Определение траектории движения лазерного или электронного луча. Применяемые в аддитивных производствах виды поддержек, фиксаторов, их назначение и конструкция. Технологии удаления поддерживающего материала. Прикладные программы для теплотехнических расчетов: порядок выполнения тепловых расчетов процессов изготовления несложных изделий аддитивных производств Методы составления маршрута изготовления изделия.	8	ОК.01 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b> Анализ исходных данных для составления маршрута изготовления изделия	2	

<p><b>Тема 1.7.</b> Типовые технологические процессы</p>	<p><b>Содержание</b>          Типовые технологические процессы аддитивного производства.          Электронные справочные системы и библиотеки: наименования, возможности. Порядок поиска данных об изделиях, изготавливаемых методами аддитивных технологий, в электронных справочных системах и библиотеках, с использованием информационно-телекоммуникационной сети "Интернет".          Данные о технологической оснастке в электронных справочных системах и библиотеках.          Выявление сходных технических решений аддитивных производств с помощью баз данных по конструкциям изделий.</p> <p><b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>          Выбор типового технологического процесса аддитивного производства          Выполнение поиска данных в электронных справочных системах и библиотеках о несложных изделиях, изготавливаемых методами аддитивных технологий</p>	<p>6</p> <p>4</p>	<p>ОК.01          ПК 3.1          ПК 3.2          ПК 3.3</p>
<p><b>Тема 1.8.</b> Производственный цикл</p>	<p><b>Содержание</b>          Производственные и операционные партии, цикл технологической операции, такт, ритм выпуска изделия.          Сборочные процессы. Особенности сборки, как заключительного этапа изготовления изделия          Методы внедрения, производственной отладки технологических процессов, контроля за соблюдением технологической дисциплины.</p>	<p>6</p>	<p>ОК.01          ПК 3.1          ПК 3.2          ПК 3.3</p>
<p><b>Тема 1.9.</b> Единые требования по оформлению документов на технологические процессы</p>	<p><b>Содержание</b>          Нормативные документы, ГОСТы          Единая система конструкторской документации          Единая система допусков и посадок          Единая система технологической документации          Единая система технологической подготовки производства          Технологическая документация: определение, составляющие. Виды технологической документации.          Разработка технологической документации на процессы изготовления изделий на оборудовании аддитивного производства</p>	<p>8</p>	<p>ОК.01          ПК 3.1          ПК 3.2          ПК 3.3</p>
<p><b>Тема 1.10.</b> Применение систем автоматизированного проектирования для оформления технологической документации</p>	<p><b>Содержание</b>          Системы автоматизированного проектирования технологического процесса в машиностроительном производстве: особенности, задачи САПР.          Автоматизированная технологическая подготовка производства. Виды САПР (Computer-Aided Process Planning) систем для проектирования технологических процессов и оформления технологической документации.          Взаимодействие САПР систем с системами инженерной графики (CAD), системами инженерных расчетов (CAE), системами автоматизации подготовки и управления производства (CAM).</p>	<p>12</p>	<p>ОК.01          ПК 3.1          ПК 3.2          ПК 3.3</p>

	<p>Работа в системе автоматизированного проектирования: основные компоненты, интерфейс, панели, настройка, типы документов. Работа с библиотеками. Эскизные прорисовки, оформление технологической документации.</p> <p>Моделирование конструктивных решений и структурно-компоновочных вариантов изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий.</p> <p>Порядок выполнения компоновочных расчетов несложных изделий.</p> <p>Порядок проектирование необходимой технологической оснастки для аддитивного производства.</p> <p>Использование системы автоматизированной технологической подготовки производства для редактирования типовых и аналогичных технологических процессов.</p> <p>Порядок разработки технологических инструкций по изготовлению несложных изделий аддитивного производства.</p> <p>Порядок оформления технологических карт последующей обработки несложного изделия аддитивного производства.</p> <p>Правила согласования технологической документации</p>		
	<p><b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b></p> <p>Оформление маршрутной карты технологического процесса изготовления изделия в САРР-системе</p> <p>Оформление операционной карты технологического процесса изготовления в САРР-системе</p> <p>Оформление карты эскизов в САРР-системе</p>	4	
<p><b>Тема 1.11.</b> Параметры изготовления изделий на аддитивных установках</p>	<p><b>Содержание</b></p> <p>Параметры влияющие на качество изделия для различных типов аддитивных установок.</p> <p>Методика расчета и оптимизации параметров изготовления изделия.</p> <p>Порядок выбора параметров аддитивного технологического процесса для обеспечения заданных свойств и требуемой точности изделия.</p> <p>Разработка технологических процессов последующей обработки изделия аддитивного производства.</p>	6	<p>ОК.01 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3</p>
	<p><b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b></p> <p>Расчет параметров изготовления изделия заданной точности на аддитивной установке</p>	2	
<p><b>Тема 1.12.</b> Основы технического нормирования</p>	<p><b>Содержание</b></p> <p>Техническое нормирование. Термины и определения. Задачи технического нормирования</p> <p>Виды нормируемых процессов.</p> <p>Нормирование технологических операций изготовления несложных изделий аддитивного производства с помощью системы автоматизированной технологической подготовки производства.</p> <p>Расчет норм расхода технологических газов и энергии с помощью системы автоматизированной технологической подготовки производства.</p>	6	<p>ОК.01 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3</p>

<p><b>Тема 1.13.</b> Состав технической нормы времени</p>	<p><b>Содержание</b>          Структура и классификация затрат рабочего времени. Виды норм труда.          Методика расчета вспомогательного и штучного времени.          Порядок определения затрат машинного времени.          Метод определения норматива времени на операцию.          Организация технико-нормативной работы на машиностроительном предприятии.          Оценка затрат на изготовление несложного изделия выбранным методом аддитивных технологий. Построение маршрута последовательности изготовления изделия          Запуск изделия в серийное производство</p>	8	<p>ОК.01          ПК 3.1          ПК 3.2          ПК 3.3</p>
<p><b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>          Расчет машинного времени аддитивной установки          Расчет вспомогательного времени на операции аддитивного производства          Расчет штучного времени на операции аддитивного производства</p>	4		
<p><b>Тема 1.14.</b> Патентный поиск</p>	<p><b>Содержание</b>          Условия патентоспособности изобретения, полезной модели и промышленного образца.          Федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий регулирование в сфере авторского права и смежных прав. Порядок подачи заявки о регистрации объекта интеллектуальной собственности.          Патентный поиск аналогичных объектов интеллектуальной собственности.</p>	8	<p>ОК.01          ПК 3.1          ПК 3.2          ПК 3.3</p>
<p><b>Курсовой проект</b></p>		30	
<p><b>Раздел 2 Основы бережливого производства</b></p>			
<p><b>МДК 03.02* Основы бережливого производства</b></p>		39/12	
<p><b>Тема 2.1.</b> Введение в философию и методологию бережливого производства</p>	<p><b>Содержание</b>          Предпосылки формирования концепции бережливого производства. Японский опыт разработки, внедрения, совершенствования систем управления качеством. Принципы и концепция системы БП. Система ДАО Тойота: 14 принципов менеджмента компании. Взаимоотношение Заказчик - Поставщик. Люди - самый ценный актив компании. Кайдзен - непрерывное совершенствование.</p>	2	<p>ОК.01,          ОК.02,          ПК 3.3</p>
<p><b>Тема 2.2.</b> Виды потерь и методы их устранения.</p>	<p><b>Содержание</b>          Потери первого, второго и третьего рода. Потери, неравномерность, перегрузка и взаимосвязь между ними.          Причины образования потерь. Природа потерь. Виды потерь, их источники и способы их устранения. Потери: перепроизводство, лишние движения, ненужная транспортировка, излишние запасы, избыточная обработка, ожидание, переделка/ брак.</p>	4	
<p><b>Тема 2.3.</b> Нормативная - правовая база БП.</p>	<p><b>Содержание</b>          Нормативная - правовая база БП. ГОСТ Р 56407-2015, ГОСТ Р 56020-2020, ГОСТ Р 56404-2021, ГОСТ Р 56908-2016, ГОСТ Р 57524-2017, ГОСТ Р 56906-2016, ГОСТ Р 56907-2016          Стандарты качества и стандарты процесса. Стандартизированная работа. Хрономет-</p>	2	
		2	

	раж. Бланки стандартизированной работы. Рабочий стандарт и его разработка.		
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	<b>2</b>	
	Работа с нормативно-правовой базой БП. Основные понятия БП	2	
<b>Тема 2.4.</b> Национальный проект «Производительность труда».	<b>Содержание</b>	<b>2</b>	
	Концепция и основные положения национального проекта «Производительность труда». ФЦК, РЦК. Результаты реализации проекта в Хабаровском крае.	2	
<b>Тема 2.5.</b> Картирование производственных процессов.	<b>Содержание</b>	<b>6</b>	
	Выталкивающая и вытягивающая системы управления материальными потоками. Поток единичных изделий. Поток создания ценности. Описание потока создания ценности. Поток единичных изделий. Картирование производственных процессов. Жизненный цикл продукта. Время такта, время цикла, время протекания процесса. Хейдзунка – выравнивание производства	4	
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	<b>2</b>	
	Моделирование производственного процесса. Картирование процесса, выявление потерь.	2	
<b>Тема 2.6.</b> Методы анализа производственного процесса.	<b>Содержание</b>	<b>4</b>	
	Методы анализа производственного процесса. Понятия "проблема", "контрмера", "коренная причина проблемы". Листы и доски производственного анализа как инструменты информирования о проблемах. Метод «5 почему». Диаграмма Ишикавы. Источники потерь, способы устранения. Анализ производственного процесса. Диаграмма 4M2S	4	OK.01, OK.02, ПК 3.3
<b>Тема 2.7.</b> Инструменты бережливого производства.	<b>Содержание</b>	<b>6</b>	
	Инструменты бережливого производства. Канбан, «точно во время», ячеистое и точное производство. Визуализация, система 5 S, метод ярлыков, метод теней, стандартизация, быстрая переналадка SMED, TPM - всеобщее обслуживание оборудования.	4	
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	<b>2</b>	
	Система 5С, визуализация, стандартизация.	2	
<b>Тема 2.8.</b> Классические и новые статистические методы контроля качества.	<b>Содержание</b>	<b>4</b>	
	Цель, задачи, этапы, методы и виды контроля. Семь классических инструментов: контрольные листки, диаграмма Парето, причинно-следственная диаграмма, метод расслоения (стратификация), гистограмма, диаграммы рассеяния, контрольные карты.	2	
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	<b>2</b>	
	Анализ и выбор наиболее эффективных решений по устранению потерь с использованием диаграммы Ишикавы, диаграммы Парето, метода «5 Почему», оценки сложности и эффективности предложенных мероприятий	2	
<b>Тема 2.9.</b> Расчет эко-	<b>Содержание</b>	<b>8</b>	OK.01,

номической эффективности процесса	Прибыль маржинальная, прибыль от реализации продукции, выработка, трудоемкость, рентабельность, производительность. Расчет численности основного производственного персонала (ОПР).	4	ОК.02, ПК 3.3
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	<b>4</b>	
	Моделирование и анализ производственного процесса. Кайдзен предложения. Внедрение улучшений. Экономическая эффективность	4	
<b>Итоговое занятие.</b>	<b>Содержание</b>	<b>1</b>	
	Подведение итогов. Итоговое тестирование Рефлексия.	1	
<b>Учебная практика</b> Составление рабочего чертежа детали Выбор технологических баз изделия Оформление технологического процесса в САПР Оформление операционной карты технологического процесса. Оформление маршрутно-операционной карты технологического процесса Определение технологичности изделия Определение методов изготовления изделия Расчет параметров изготовления изделия Составление технологической документации		144/144	ОК.01, ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3
<b>Производственная практика</b> Анализ исходных данных Составление управляющей программы для операций аддитивного производства Подбор измерительного инструмента Оформление технологических операций в САПР Оформление маршрута изготовления изделия в САПР Оформление карт эскизов в САПР Расчет затрат рабочего времени Расчет штучного времени Расчет параметров изготовления изделия на аддитивной установке		72/72	ОК.01, ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3
<b>Промежуточная аттестация</b>			
<b>Всего</b>			

#### 2.4. Курсовой проект (работа)

Выполнение курсового проекта (работы) по модулю является обязательным.

Примерная тематика курсовых проектов (работ)

1. Разработка технологического процесса изготовления детали “\_\_\_\_\_”
2. Разработка технологического процесса изготовления детали с применением аддитивных технологий

### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

#### 3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет «Общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей», оснащенный в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

Мастерские «Участок механообработки», «Участок аддитивных установок», оснащенные в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

Оснащенные базы практики в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

#### 3.2. Учебно-методическое обеспечение

##### 3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

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

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

3. ГОСТ Р 56407-2015 «Бережливое производство. Основные методы и инструменты»: приказ федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.05.2015 №448ст

4. ГОСТ Р 56020-2020 «Бережливое производство. Основные положения и словарь»: приказ федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19.08.2020 №513ст

5. ГОСТ Р 56404-2021 Бережливое производство. Требования к системам менеджмента: приказ федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.04.2021 №286ст

6. ГОСТ Р 56908-2016 Бережливое производство. Стандартизация работы: приказ федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31.03.2016 №233ст

7. ГОСТ Р 57524-2017 Бережливое производство. Поток создания ценности: приказ федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.06.2017 №649ст

8. ГОСТ Р 56906-2016 Бережливое производство. Организация рабочего пространства. (5S): приказ федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31.03.2016 №231ст

9. ГОСТ Р 56907-2016 Бережливое производство. Визуализация: приказ федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31.03.2016 №232ст

10. Давыдова Н. С. Основы бережливого производства: учебное издание / Давыдова Н. С., Гуськова, Ю. А., Куликова Е. С. - Москва : Академия, 2024. - 208 с. (Специальности среднего профессионального образования). - URL: <https://academia-moscow.ru>

11. Староверова, К. О. Основы бережливого производства: учебное пособие для среднего профессионального образования/ К. О. Староверова. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 74с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-16473-2. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/544921>

##### 3.2.3. Дополнительные источники

1. Джеффри К. Лайкер. Дао Тойота: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира. Альпина Бизнес Букс, 2017 г.

2. Масааки Имаи. КАЙДЗЕН: Ключ к успеху японских компаний. Альпина Бизнес Букс, 2016 г.

3. Дотлих, Д. 11 врагов руководителя: Модели поведения, способные разрушить карьеру и бизнес: Научно-популярное / Дотлих Д. - М.:Альпина Паблишер, 2018. - 186 с.: ISBN

978-5-9614-6912-7. - Текст: электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/1001957>

#### 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Код ПК, ОК	Критерии оценки результата (показатели освоения компетенций)	Формы контроля и методы оценки
ОК.01 ОК.02 ПК 3.1. ПК 3.2 ПК 3.3	<p>Обосновывает выбор и применяет методы и способы решения профессиональных задач</p> <p>Разрабатывает маршрутный технологический процесс изготовления изделия с применением САПР;</p> <p>Составляет комплект технологической документации</p> <p>Проектирует операции аддитивного производства;</p> <p>Разрабатывает управляющие программы для производства несложных изделий на участках аддитивного производства</p> <p>Подготавливает технологическую модель для изготовления изделия с учетом особенностей оборудования, технологии изготовления и требований конструкторской документации;</p> <p>Выбирает параметры аддитивного технологического процесса для обеспечения заданных свойств и требуемой точности изделия</p>	<p>Контрольные работы, зачеты, квалификационные испытания, защита курсовых и дипломных проектов (работ), экзамены. Интерпретация результатов выполнения практических и лабораторных заданий, оценка решения ситуационных задач, оценка тестового контроля.</p>

**Рабочая программа профессионального модуля**  
**«ПМ.04\* ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО ОДНОЙ ИЛИ НЕСКОЛЬКИМ ПРОФЕССИЯМ**  
**РАБОЧИХ, ДОЛЖНОСТЯМ СЛУЖАЩИХ»**

**СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

<b>1. Общая характеристика профессионального модуля .....</b>	<b>52</b>
1.1 Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной программы.....	52
1.2 Планируемые результаты освоения профессионального модуля.....	52
1.3 Обоснование часов вариативной части ОПОП-П .....	52
<b>2. Структура и содержание профессионального модуля .....</b>	<b>53</b>
2.1. Трудоемкость освоения модуля .....	53
2.2. Структура профессионального модуля .....	53
2.3. Содержание профессионального модуля .....	54
<b>3. Условия реализации профессионального модуля .....</b>	<b>57</b>
3.1. Материально-техническое обеспечение.....	57
3.2. Учебно-методическое обеспечение .....	57
3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания.....	57
<b>4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля .....</b>	<b>57</b>

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

## ПМ.04\* «ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО ОДНОЙ ИЛИ НЕСКОЛЬКИМ ПРОФЕССИЯМ РАБОЧИХ, ДОЛЖНОСТЯМ СЛУЖАЩИХ»

### 1.1 Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной программы

Цель модуля: освоение вида деятельности «Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих»

Профессиональный модуль включен в *вариативную часть* образовательной программы.

### 1.2 Планируемые результаты освоения профессионального модуля

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

В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
ОК.01 ПК 4.1 ПК 4.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять процесс обработки заготовки простой детали типа тела вращения на токарном универсальном станке с ЧПУ</li> <li>- контролировать визуально процесс обработки заготовки простой детали типа тела вращения на токарном универсальном станке с ЧПУ</li> <li>- запускать универсальный сверлильный, фрезерный или расточной станок с ЧПУ</li> <li>- запускать управляющую программу для обработки заготовки простой детали не типа тела вращения на универсальном сверлильном, фрезерном или расточном станке с ЧПУ</li> <li>- выполнять процесс обработки заготовки простой детали на универсальном сверлильном, фрезерном или расточном станке с ЧПУ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- назначение органов управления токарных универсальных станков с ЧПУ</li> <li>- правила технической эксплуатации токарных универсальных станков с ЧПУ и ухода за ними</li> <li>- основные механизмы и узлы универсальных сверлильных, фрезерных, расточных станков с ЧПУ и принципы их работы</li> <li>- назначение и правила применения режущих инструментов на сверлильных, фрезерных, расточных станках с ЧПУ</li> <li>- основные команды управления универсальными сверлильными, фрезерными, расточными станками с ЧПУ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- установка заготовки простой детали типа тела вращения в приспособление токарного универсального станка с ЧПУ</li> <li>- запуск управляющей программы для обработки заготовки простой детали типа тела вращения</li> <li>- контроль процесса изготовления простой детали типа тела вращения на токарном универсальном станке с ЧПУ</li> <li>- запуск универсального сверлильного, фрезерного или расточного станка с ЧПУ для изготовления простой детали не типа тела вращения</li> <li>- запуск управляющей программы для обработки заготовки простой детали не типа тела вращения на универсальном сверлильном, фрезерном или расточном станке с ЧПУ</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	Дополнительные компетенции по мере запроса работодателей	Навыки, знания и умения в рамках программы «Профессионалитет»	Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование	209	Значимость МДК в освоении специальности

## 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	65	30
Курсовая работа (проект)	-	-
Самостоятельная работа	-	-
Практика, в т.ч.:	144	144
учебная	144	144
производственная	-	-
Промежуточная аттестация, в том числе: МДК 04.01* в форме экзамена УП 04* в форме дифференцированного зачета	-	-
<b>Всего</b>	<b>209</b>	<b>174</b>

### 2.2. Структура профессионального модуля

Код ОК, ПК	Наименования разделов профессионального модуля	Всего, час.	В т.ч. в форме практической подготовки	Обучение по МДК, в т.ч.:	Учебные занятия	Курсовая работа (проект)	Самостоятельная работа	Учебная практика	Производственная практика
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОК.01 ПК 4.1 ПК 4.2	Раздел 1 Оператор станков с программным управлением	<b>65</b>	<b>30</b>	<b>65</b>	65	-	-		
	Учебная практика	<b>144</b>	<b>144</b>					<b>144</b>	
	Промежуточная аттестация								
	<b>Всего:</b>	<b>209</b>	<b>174</b>		<b>65</b>	-	-	<b>144</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	Код ПК, ОК
<b>Раздел 1 Оператор станков с программным управлением</b>		<b>65/30</b>	
<b>МДК 04.01* Оператор станков с программным управлением</b>			
<b>Ведение</b>	Основные понятия гибкой автоматизации производства	1	
<b>Тема 1.1</b> Охрана труда	<b>Содержание</b> Подготовки к работе и содержания рабочих мест оператора станка с программным управлением Требования охраны труда, производственной санитарии, пожарной безопасности и электробезопасности	2	ОК.01 ПК 4.1 ПК 4.2
<b>Тема 1.2</b> Станки с ЧПУ и обрабатывающие центры токарной группы	<b>Содержание</b> Основные понятия о гигиене труда. Гигиенические нормативы Производственная санитария, ее задачи. Санитарно-гигиенические нормы производственных помещений.	2	
<b>Тема 1.3</b> Станки с ЧПУ и обрабатывающие центры сверлильно - фрезерно-расточной группы	<b>Содержание</b> Профилактика профессиональных заболеваний и производственного травматизма. Краткая санитарно-гигиеническая характеристика условий труда на предприятии. Оказание первой помощи пострадавшим и самопомощь при травмах	4	
	<b>Практические занятия</b> 1. Составление таблицы с указанием кнопок пульта управления станков с ЧПУ сверлильно-фрезерно-расточной группы при выполнении на станках различных операций	2	
<b>Тема 1.4</b> Шлифовальные станки с ЧПУ	<b>Содержание</b> Назначение и устройство станков с ЧПУ шлифовальной группы. Классификация станков по виду выполняемых работ.	2	
	<b>Практические занятия</b> 1. Составление таблицы с указанием кнопок пульта управления токарного станка с ЧПУ при выполнении на станке различных операций	2	
<b>Тема 1.5</b> Устройства для замены деталей и режущих инструментов на станках с ЧПУ	<b>Содержание</b> Устройства для замены деталей на станках с ЧПУ. Магазины режущих инструментов. Механизмы автоматической смены инструментов	2	
	<b>Практические занятия</b> 1. Отработка навыков работы с устройством для автоматической замены деталей. 2. Отработка навыков работы с магазином для режущих инструментов. 3. Отработка навыков работы с устройством для автоматической смены инструментов	6	
<b>Тема 1.6</b>	<b>Содержание</b>	2	

Устройства для транспортирования стружки	Устройства для транспортирования стружки из рабочей зоны станков и обрабатывающих центров с ЧПУ		
	<b>Практические занятия</b> 1. Отработка навыков работы с устройствами для транспортирования стружки	2	
<b>Тема 1.7</b> Функциональные составляющие подсистемы обслуживания станков с ЧПУ	<b>Содержание</b> Функциональные составляющие подсистемы ЧПУ. Функционирование системы ЧПУ. Электроприводы и датчики станков с ЧПУ	2	
	<b>Практические занятия</b> 1. Отработка навыков работы с агрегатами и блоками систем с ЧПУ. 2. Отработка навыков работы с электроприводами и датчиками станков с ЧПУ	4	
<b>Тема 1.8</b> Гидроприводы, механические узлы и смазочная система станков с ЧПУ	<b>Содержание</b> 1. Гидравлические приводы, механические узлы станков. Неисправности. 2. Смазочная система. Физические свойства масел в гидравлических системах станков с ЧПУ.	4	
	<b>Практические занятия</b> 1. Отработка навыков работы с системами гидропривода и смазки станков	2	
<b>Тема 1.9</b> Виды профилактических работ при обслуживании станка с ЧПУ	Виды профилактических работ; опасные и вредные производственные факторы при техническом обслуживании станков с ЧПУ	2	
	<b>Практические занятия</b> 1. Выполнение регламентных работ по техническому обслуживанию станков с ЧПУ	2	
<b>Тема 1.10</b> Пульт управления станков с ЧПУ	<b>Содержание</b> Описание клавиатуры пульта управления. Описание экранного меню пульта управления	2	
	Системы координат станков и базовые точки.	2	
	Размерная привязка инструмента	2	
	<b>Практические занятия</b> 1. Отработка умений управления станками с ЧПУ с помощью пульта 2. Выполнение расчёта координат опорных точек контура детали	4	
<b>Тема 1.11</b> Проектирование технологических процессов при использовании оборудования с ЧПУ	<b>Содержание</b> 1. Общие сведения о проектировании технологических процессов при выполнении работ на металлорежущих станках с ЧПУ 2. Построение траектории рабочих и вспомогательных перемещений режущего инструмента.	4	
	<b>Практические занятия</b> 1. Составление карты наладки для токарного станка с ЧПУ. 2. Составление карты наладки для фрезерного станка с ЧПУ	4	
<b>Тема 1.12</b> Типовые технологические процессы	<b>Содержание</b> 1. Составление технологических процессов обработки деталей, изделий на металлорежущих станках с использованием оборудования с ЧПУ 2. Количество переходов при проектировании операций	4	
	<b>Практические занятия</b> 1. Разработка типовых технологических процессов обработки деталей на различных станках с ЧПУ	2	

<p><b>Учебная практика</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• выполнение работ на токарных станках с ЧПУ с помощью панели управления станками;</li> <li>• выполнение работ на станках с ЧПУ сверлильно - фрезерно-расточной и шлифовальной групп с помощью панели управления станками;</li> <li>• выполнение работ по приведению в рабочее положение вспомогательных систем станков с ЧПУ;</li> <li>• отработка команд, выполняемых с помощью пульта, при работе на станках с ЧПУ токарной, сверлильно - фрезерно - расточной и шлифовальной групп;</li> <li>• привязка нулевой точки детали для станков с ЧПУ токарной, сверлильно-фрезерно-расточной и шлифовальной групп;</li> <li>• размерная привязка инструмента станков с ЧПУ токарной, сверлильно-фрезерно-расточной и шлифовальной групп</li> <li>• наладка станка с ЧПУ токарной группы с применением инструментальной карты;</li> <li>• наладка станка с ЧПУ сверлильно-фрезерно-расточной группы с применением инструментальной карты;</li> <li>• установка и выверка приспособлений на станке с ЧПУ;</li> <li>• применение карты наладки при подготовке станка к работе;</li> <li>• выбор и пробный пуск управляющей программы</li> </ul>	<b>144</b>	
<b>Всего:</b>	<b>209</b>	

### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

#### 3.1. Материально-техническое обеспечение

Мастерские: «Слесарная», «Участок аддитивных установок», «Участок механообработки», оснащенные в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

Оснащенные базы практики в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

#### 3.2. Учебно-методическое обеспечение

##### 3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Быков А.В., Гаврилов В.Н., Рыжкова Л.М., Фадеев В.Я., Чемпинский Л.А. Компьютерные чертежно-графические системы для разработки конструкторской и технологической документации в машиностроении: Учебное пособие для нач. проф. образования / Под общей редакцией Чемпинского Л.А. - М.: Издательский центр "Академия", 2019.

2. Босинзон М.А. Современные системы ЧПУ и их эксплуатация. – М.: ОИЦ «Академия», 2019.

3. Карташов Г.Б., Дмитриев А.В. Основы работы на станках с ЧПУ. – М.: Дидактические системы, 20200.

4. Ключев А.С. Монтаж средств измерений и автоматизации: справочник – М.: Энергоатомиздат, 2020.

5. Надёжность систем автоматизации: конспект лекций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://gendocs.ru/v37929/лекции\\_автоматизация\\_технологических\\_процессов\\_и\\_производств](http://gendocs.ru/v37929/лекции_автоматизация_технологических_процессов_и_производств)

##### 3.2.2. Дополнительные источники

1. Быков А. В., Силин В. В., Семенников В. В., Феоктистов В. Ю. ADEM CAD/CAM/TDM. Черчение, моделирование, механообработка. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003.

2. Сибикин М. Ю. Технологическое оборудование. – М.: Инфра-М, Форум, 2005.

3. Справочник технолога машиностроителя. В 2 т. / Под ред. А. М. Дальского, А. Г. Сусллова, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 2001.

4. Шишмарев В. Ю. Автоматизация технологических процессов. – М.: ОИЦ «Академия», 2005.

### 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Код ПК, ОК	Критерии оценки результата (показатели освоённости компетенций)	Формы контроля и методы оценки
ОК.01 ПК 4.1 ПК 4.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять процесс обработки заготовки простой детали типа тела вращения на токарном универсальном станке с ЧПУ</li> <li>- контролировать визуально процесс обработки заготовки простой детали типа тела вращения на токарном универсальном станке с ЧПУ</li> <li>- запускать универсальный сверлильный, фрезерный или расточной станок с ЧПУ</li> <li>- запускать управляющую программу для обработки заготовки простой детали не типа тела вращения на универсальном сверлильном, фрезерном или расточном станке с ЧПУ</li> <li>- выполнять процесс обработки заготовки простой детали на универсальном сверлильном, фрезерном или расточном станке с ЧПУ</li> </ul>	Итоговые работы, зачеты, квалификационные испытания, защита курсовых и дипломных проектов (работ), экзамены. Интерпретация результатов выполнения практических и лабораторных заданий, оценка решения ситуационных задач, оценка тестового контроля.