

**Приложение 1.2**

**к ОПОП-П по специальности  
15.02.09 Аддитивные технологии**

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

**2025 г.**

**СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

<b>1. Общая характеристика РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ .....</b>	<b>3</b>
1.1. <i>Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной программы</i>	3
1.2. <i>Планируемые результаты освоения профессионального модуля.....</i>	3
<b>2. Структура и содержание профессионального модуля .....</b>	<b>11</b>
2.1. <i>Трудоемкость освоения модуля.....</i>	11
2.2. <i>Структура профессионального модуля.....</i>	11
2.3. <i>Содержание профессионального модуля .....</i>	12
<b>3. Условия реализации профессионального модуля.....</b>	<b>25</b>
3.1. <i>Материально-техническое обеспечение .....</i>	26
<b>4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля .....</b>	<b>27</b>

## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

### **«ПМ.02 ПОДГОТОВКА, ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ НА УЧАСТКАХ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА»**

код и наименование модуля

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

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

Профессиональный модуль включен в обязательную часть общепрофессионального цикла основной профессиональной образовательной программы среднего профессионального образования по специальности 15.02.09 «Аддитивные технологии».

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

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

В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
ОК 01	<p>распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части</p> <p>определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы</p> <p>выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы</p> <p>владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах</p> <p>оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)</p>	<p>актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить</p> <p>структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях</p> <p>основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте</p> <p>методы работы в профессиональной и смежных сферах</p> <p>порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности</p>	-
ПК 2.1	<p>- оценивать соответствие исходного материала для изготовления изделий аддитивного производства предъявляемым технологическим требованиям по химическому составу и форме;</p> <p>- снимать данные о текущем значении расхода исходного материала с датчиков аддитивных установок</p>	<p>порядок контроля расхода исходного материала в аддитивном производстве;</p> <p>- методика проверки исходных материалов для использования в аддитивных установках;</p> <p>- типы материалов, используемых в качестве исходных для аддитивного производства;</p> <p>- виды форм и состояний исходного материала для аддитивного производства</p>	<p>выполнения операций по входному контролю исходного сырья и определению расхода сырья</p>
ПК 2.2	<p>- осуществлять предпусковую калибровку и после эксплуатационную чистку оборудования;</p> <p>- загружать исходные материалы в аддитивную установку, устанавливая технологическую подложку (платформу);</p>	<p>- принципы формообразования в аддитивном производстве;</p> <p>- типовая структура изделия, созданного методом послойного синтеза;</p> <p>- виды дефектов изделий, созданных методом послойного синтеза;</p>	<p>- подготовки аддитивных установок к запуску;</p> <p>- подготовки и загрузки рабочих материалов;</p> <p>- контроля процесса создания изделия на аддитивной установке;</p>

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
	<ul style="list-style-type: none"> <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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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>- порядок работ при изготовлении изделия на аддитивной установке;</li> <li>- правила безопасной эксплуатации аддитивных установок;</li> </ul>	
ПК 2.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- рационально организовывать рабочие места, определять задачи для исполнителей, обеспечивать их предметами и средствами труда;</li> <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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности обеспечения работы различных видов аддитивных установок;</li> <li>- нормативная документация, регулирующая технологические процессы аддитивного производства;</li> <li>- основы организации производства, мотивации и управления персоналом;</li> <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>- основные правила ведения производственной документации (ВЧ);</li> <li>- правила работы на автоматизированных рабочих местах (ВЧ).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- управления процессами аддитивного производства;</li> <li>- организации работы участка аддитивного производства</li> </ul>

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- защищать свои права и права работников в соответствии с гражданским и трудовым законодательством Российской Федерации</li> </ul>		
ПК 2.4	<ul style="list-style-type: none"> <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> <li>- осуществлять текущий контроль выполнения требований технологии при помощи датчиков технологического оборудования, дополнительных средств измерений и видеонаблюдения (ВЧ);</li> <li>- снимать данные о текущем значении расхода исходного материала с датчиков технологического оборудования (ВЧ);</li> <li>- измерять температуру нагрева изделия при помощи термоэлектрических преобразователей и пирометров (ВЧ);</li> <li>- измерять скорость охлаждения расплава при помощи датчиков технологического оборудования аддитивного производства и дополнительных средств измерений температуры (ВЧ);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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>- принципы функционирования автоматизированных систем управления технологическим процессом;</li> <li>- состав и принцип работы мехатронных модулей;</li> <li>- типы привода (электрический, гидравлический, пневматический);</li> <li>- типы и назначение датчиков</li> <li>- виды и возможности средств контроля процессов аддитивных технологий (ВЧ);</li> <li>- виды технологических процессов аддитивного производства (ВЧ);</li> <li>- виды и конструкции технологического оборудования для аддитивного производства (ВЧ);</li> <li>- методики использования датчиков и средств визуального контроля в аддитивном производстве (ВЧ);</li> <li>- системы и методы локального мониторинга в режиме реального времени содержания кислорода, температуры,</li> </ul>	<p>контроля технологического процесса аддитивной установки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подготовки средств измерения к проведению измерений для определения действительных значений контролируемых параметров;</li> <li>- контроля мощности источника энергии технологического оборудования;</li> <li>- контроля расхода исходного материала;</li> <li>- контроля температуры расплава материала;</li> <li>- контроля в аддитивном производстве толщины слоя, наносимого за один проход;</li> <li>- контроля скорости охлаждения изделий;</li> <li>- контроля химического состава газовой среды в рабочей камере технологического оборудования;</li> </ul>

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- определять химический состав газовой среды при помощи датчиков технологического оборудования и дополнительных газоанализаторов (ВЧ);</li> <li>- использовать компьютерно-измерительные системы для контроля основных технологических параметров аддитивных производств (ВЧ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>мощности термического нагрева, выходной мощности лазера и электронного луча технологического оборудования аддитивного производства (ВЧ);</li> <li>- методы выявления отклонений от требуемого режима обработки при помощи видеомониторинга по люминесценции и излучению гранул обрабатываемых материалов (ВЧ);</li> <li>- методы контроля технологических параметров аддитивного производства (ВЧ);</li> <li>- правила эксплуатации компьютерно-измерительных систем контроля основных технологических параметров аддитивных производств (ВЧ);</li> </ul>	
ПК 2.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- определять оптимальные методы контроля качества;</li> <li>- выявлять дефекты изделий;</li> <li>- анализировать причины дефектов изделий;</li> <li>- выбирать технологическое оборудование, инструменты для финишной обработки изделий, полученных методами аддитивных технологий;</li> <li>- анализировать структурные и конструкционные недостатки изделия, погрешности изготовления и обработки;</li> <li>- определять оптимальный технологический процесс финишной обработки изделия;</li> <li>- выбирать средства измерений;</li> <li>- выполнять измерения и контроль параметров изделий;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- причины брака, дефектов изделий;</li> <li>- критерии качества изделия по точности размеров и форме, структуре материала;</li> <li>- методы финишной обработки изделий, созданных посредством аддитивных технологий;</li> <li>- технические параметры, характеристики и особенности современных токарных и фрезерных станков с ЧПУ, координатно-расточных станков, установок гидроабразивной обработки, обработки сжатым воздухом, пескодробеструйной обработки;</li> <li>- методы работы с аппаратами обработки сжатым воздухом, пескодробеструйной обработки;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проведения испытаний несложных изделий аддитивных производств (ВЧ);</li> <li>- проведения исследований несложных изделий аддитивного производства при помощи методов неразрушающего контроля (ВЧ);</li> <li>- выполнения работ по доводке и финишной обработке изделий, полученных посредством аддитивных технологий с применением станков, в том числе с ЧПУ, установок и аппаратов механической обработки, ручного инструмента;</li> <li>- проверки соответствия готовых изделий технической документации с применением измерительных инструментов</li> </ul>

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации;</li> <li>- осуществлять финишную обработку изделий, изготовленных на аддитивных установках, на станках, механизированным инструментом и вручную;</li> <li>- использовать аппараты обработки сжатым воздухом, пескоструйной обработки;</li> <li>- проверять правильность последующей обработки изделий аддитивных производств: дополнительной очистки, удаления вспомогательных поверхностей, грунтовки и покраски (ВЧ);</li> <li>- применять методики испытаний на прочность несложных изделий аддитивного производства (ВЧ);</li> <li>- оценивать основные показатели качества несложных изделий аддитивного производства (ВЧ);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- правила безопасной эксплуатации механического оборудования;</li> <li>- методы определения причин дефектов несложных изделий аддитивного производства;</li> <li>требования, предъявляемые к изделию аддитивного производства, подвергнутого последующей типовой обработке (ВЧ);</li> <li>- порядок испытаний эксплуатационных свойств, исследований структуры несложных изделий аддитивного производства (ВЧ);</li> <li>- устройство, возможности, принцип действия оборудования для испытаний прочности, правила работы на нем (ВЧ);</li> <li>- зависимости эксплуатационных свойств несложных изделий аддитивного производства от технологических параметров обработки (ВЧ);</li> <li>- последовательность действий при оценке качества несложных изделий аддитивного производства (ВЧ);</li> </ul>	
ПК 2.6	<ul style="list-style-type: none"> <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 неисправности аддитивных установок, осуществлять технический контроль при их эксплуатации;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выявления и устранения неисправностей аддитивных установок;</li> <li>- диагностического контроля технического состояния аддитивных установок;</li> </ul>

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- производить диагностику оборудования и определение его ресурсов;</li> <li>- организовывать и выполнять наладку, регулировку и проверку аддитивных установок;</li> <li>- правильно эксплуатировать электрооборудование;</li> <li>- проводить электроизмерения;</li> <li>- читать принципиальные электрические схемы устройств/установок</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- признаки наличия ошибок при изготовлении изделий на аддитивных установках, 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>- правила электробезопасности;</li> <li>- профилактические мероприятия по охране окружающей среды, технике безопасности и производственной санитарии</li> </ul>	
ПК 2.7	<ul style="list-style-type: none"> <li>- менять сменные элементы аддитивных установок;</li> <li>- проводить смазку/ зарядку/ заправку аддитивных установок специальными жидкостями и газами;</li> <li>- эффективно использовать материалы и оборудование;</li> <li>- заполнять технологическую документацию</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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 типов;</li> <li>- методы повышения долговечности оборудования;</li> <li>- приемы проведения операций по техническому обслуживанию аддитивных установок различных типов;</li> <li>- требования охраны труда, пожарной и экологической безопасности</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проведения операций технического обслуживания аддитивных установок</li> </ul>

## 1.1. 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		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Умение проводить подготовку аддитивной установки к запуску (калибровка платформы, загрузка материала, проверка сопла и датчиков)</li> <li>- Навык запуска технологического процесса по управляющей программе</li> <li>- Умение контролировать процесс печати в реальном времени (визуально и по показаниям системы)</li> <li>- Способность выявлять отклонения (забитое сопло, проскальзывание экструдера, коробление слоя) и корректировать параметры</li> <li>- Умение вести технологическую документацию (журнал работы установки, отчёт о процессе)</li> </ul>	Курсовое проектирование МДК 02.02	24	По запросу работодателей. Формирует у студентов практические навыки, востребованные на реальных производственных участках аддитивного производства. Включение 24 часов обусловлено необходимостью отработать полный цикл: от запуска установки до контроля качества и ТО оборудования. Формирует умения не только запускать печать, но и оперативно реагировать на отклонения, устранять дефекты и поддерживать оборудование в работоспособном состоянии.

## 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	184	90
Курсовая работа (проект)	24	24
Самостоятельная работа	12	4
Практика, в т.ч.:	318	318
учебная	144	144
производственная	174	174
Промежуточная аттестация, в том числе: МДК 02.01, МДК 02.02, МДК 02.03: в форме: комплексного экзамена МДК 02.04 в форме дифференцированного зачета УП 02, ПП 02 ПМ 02 (экзамен по модулю))	20	6
<b>Всего</b>	<b>558</b>	<b>442</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	Лабораторные и практические занятия	Курсовая работа (проект)	Самостоятельная работа	Учебная практика	Производственная практика
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ОК 01, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3	МДК.02.01 Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий	52	24	52	20	24		8	-	-
ПК 2.4	МДК 02.02 Ведение технологического процесса на аддитивных установках	80	56	80	24	28	24	4		
ПК 2.5	МДК 02.03 Техническое обслуживание аддитивных установок	46	20	46	26	20				
ПК 2.6	МДК 02.04 Методы финишной обработки и контроля качества готовых изделий	30	18	30	12	18				
ПК 2.7	Учебная практика	144	144						144	
	Производственная практика	174	174							174
	Промежуточная аттестация	14	6							
	Экзамен по модулю	18	-		12					
	<b>Всего:</b>	<b>558</b>	<b>442</b>	<b>208</b>	<b>94</b>	<b>90</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>144</b>	<b>174</b>

## 2.3. Содержание профессионального модуля

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятия, курсовой проект	Объем, ак. ч. / в том числе в форме практической подготовки, ак. ч.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
<b>Раздел 1. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий</b>		<b>54</b>	
<b>МДК 02.01 Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий</b>		<b>54</b>	
Введение	<b>Содержание учебного материала</b> 1. Значение ПМ в профессиональной деятельности	2 2	
Тема 1.1. Основы прототипирования	<b>Содержание учебного материала</b>	6	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
	1. Общие термины	6	
	2. Преимущества и проблемы реализации аддитивных технологий		
	3. Классификация методов, систем и установок аддитивных технологий		
	4. Основы автоматизации процесса послойного создания изделия		
	5. Обобщенная схема операций при послойном создании изделия		
	6. Специфика работы на разных аддитивных установках		
	7. Пути повышения точности воспроизведения моделей и качества поверхности		
	8. Тесты производительности и контроля		
	9. Сравнительная оценка аддитивных установок по размерам рабочей камеры, точности и времени воспроизведения		
	10. Применение аддитивных технологий в различных отраслях промышленности, в образовании, сфере услуг, медицине		
11. Дорожная карта развития аддитивных технологий			
Тема 1.2. Технология 3D печати методом послойного наплавления	<b>Содержание учебного материала</b>	6	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
	1. Подача пластика в экструдер	2	
	2. Расплавление пластика в экструдере		
	3. Послойное нанесение расплавленного пластика		
	4. Достоинства и недостатки применяемой технологии		
	5. Печать простейших прототипов и функциональных изделий из пластика		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	4	
Практическая работа №1. Подготовка и изготовление изделия на 3D-принтере методом послойного наплавления 1. Обработки трехмерной цифровой модели 2. Деление STL на слои 3. Ориентирование подходящим образом модели для печати 4. Генерация поддерживающей структуры	4		

	<p>5. Выбор материала для печати (ABS, PLA, поликарбонаты, полиамиды, полистирол, лигнин)</p> <p>6. Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов</p> <p>7. Финишная обработка модели после печати</p>		
Тема 1.3. Технология 3D печати методом стереолитографии	<b>Содержание учебного материала</b>	6	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
	1. Технологическое применение SLA	2	
	2. Технологическое применение DLP		
	3. Полимеризация пластика в ультрафиолетовой печи. Жидкие фотополимеры		
	4. Печать высококачественных и детализированных прототипов		
	5. Печать моделей для литья по выжигаемым моделям		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	4	
<p>Практическая работа №2. Подготовка и изготовление изделия на 3D-принтере методом стереолитографии</p> <p>1. Обработки трехмерной цифровой модели</p> <p>2. Деление STL на слои</p> <p>3. Ориентирование подходящим образом модели для печати</p> <p>4. Генерация поддерживающие структуры</p> <p>5. Подготовка к печати модели из одного и нескольких материала</p> <p>6. Финишная обработка модели после печати</p>	4		
Тема 1.4. Технология 3D печати методом многоструйного моделирования	<b>Содержание учебного материала</b>	6	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
	1. Нанесение на платформу печатающей головкой через большое количество форсунок жидкого фотополимера	2	
	2. Послойное отверждение ультрафиолетовым проектором		
	3. Печать высококачественных и детализированных прототипов		
	4. Печать моделей для литья по выжигаемым и выплавляемым моделям		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	4	
	<p>Практическая работа №3. Подготовка и изготовление изделия на 3D-принтере методом многоструйного моделирования</p> <p>1. Обработки трехмерной цифровой модели</p> <p>2. Деление STL на слои</p> <p>3. Ориентирование подходящим образом модели для печати</p> <p>4. Генерация поддерживающие структуры</p> <p>5. Выбор материала для печати (термопластик, воск и фотополимерные смолы)</p> <p>6. Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов</p> <p>7. Финишная обработка модели после печати</p>	4	
<b>Содержание учебного материала</b>	6		

Тема 1.5. Технология 3D печати методом цветного склеивания порошкового материала	1. Раскатывание ракелем или роликом по рабочей поверхности	2	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
	2. Нанесением на слой специального связующего вещества		
	3. Склеивание в цельную деталь		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	4	
	Практическая работа №4. Подготовка и изготовление изделия на 3D-принтере методом цветного склеивания порошкового материала 1. Обработки трехмерной цифровой модели 2. Деление STL на слои 3. Ориентирование подходящим образом модели для печати 4. Генерация поддерживающие структуры 5. Выбор материала для печати (VisiJet PXL Core, полистирол, лигнин) 6. Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов 7. Финишная обработка модели после печати	4	
Тема 1.6. Технология 3D печати методом селективного лазерного спекания	<b>Содержание учебного материала</b>	6	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
	1. Разравнивание порошка ракелем по рабочей поверхности	2	
	2. Заштриховывание контура детали при помощи импульсного излучения		
	3. Воздействием высокоэнергетического лазерного луча для спекания шаровидных пластиковых гранул между собой		
	4. Создание конечных изделий сложной геометрии		
	5. Легковесные конструкции		
	6. Функционально интегрированные детали	4	
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>		
Практическая работа №5. Подготовка и изготовление изделия на 3D-принтере методом селективного лазерного спекания 1. Обработки трехмерной цифровой модели 2. Деление STL на слои 3. Ориентирование подходящим образом модели для печати 4. Генерация поддерживающие структуры 5. Выбор материала для печати Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов 6. Финишная обработка модели после печати	4		
Тема 1.7. Технология 3D печати методом селективного лазерного плавления	<b>Содержание учебного материала</b>	6	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
	1. Разравнивание порошка ракелем по рабочей поверхности	2	
	2. Заштриховывание контура детали при помощи импульсного излучения		
	3. Воздействием высокоэнергетического лазерного луча для спекания сферических с металлическим наполнением гранул между собой		
	4. Создание конечных изделий сложной геометрии		

	5. Изготовление форм для литья пластика		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	4	
	Практическая работа №6. Подготовка и изготовление изделия на 3D-принтере методом селективного лазерного плавления 1. Анализ повреждения модели 2. Ориентирование подходящим образом модели для печати 3. Генерация поддерживающие структуры 4. Выбор материала для печати 5. Восстановление трещины на модели 6. Финишная обработка модели после печати	4	
Самостоятельная работа. Исследовательская работа "Сравнительный анализ аддитивных технологий и их применения в промышленности". Сравнение различных методов аддитивного производства (FDM, SLA, DLP, MJM, SLS, SLM) по параметрам: точность печати, скорость производства, материалы (пластик, фотополимер, порошок, металл), размер рабочей камеры, применимость в отраслях (автомобильная, медицина, авиастроение), анализ преимуществ и недостатков каждого метода, примеры использования в реальных проектах (по данным из научных статей, отраслевых отчетов, видеоматериалов). Подготовка презентации (PowerPoint) Форма выполнения: поиск информации в интернете (открытые источники, научные базы, сайты производителей), оформление таблицы сравнения, подготовка выводов о выборе технологии под конкретное техническое задание		8	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
<b>Промежуточная аттестация (комплексный экзамен)</b>		<b>2</b>	
<b>Раздел 2. Ведение технологического процесса на аддитивных установках</b>		<b>82</b>	
<b>МДК 02.02 Ведение технологического процесса на аддитивных установках</b>		<b>82</b>	
Тема 2.1. Выбор технологий аддитивного производства на основе технического задания	<b>Содержание учебного материала</b>	5	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
	1. Основания для выбора конкретных аддитивных технологий	4	
	2. Характеристики вещества, используемого для создания моделей		
	3. Размеры рабочей зоны для установления габаритов формируемого объекта		
	4. Выбор аддитивной установки с учетом области использования будущих моделей		
	5. Производители аддитивных установок различных типов		
	<b>Самостоятельная работа</b>	1	
Выполнить сравнительный анализ двух аддитивных технологий (например, FDM и SLA) по критериям: Точность, скорость, стоимость. Материалы, область применения. Преимущества и недостатки. Форма отчёта: таблица или мини-презентация (3–5 слайдов).	1		
Тема 2.2. Эксплуатация стереолитографического 3D-	<b>Содержание учебного материала</b>	10	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
	1. Применение в машиностроительном производстве	4	
	2. Технические характеристики		

принтера (полимеризация фотополимера)	3. Технологические особенности печати		
	4. Программное обеспечение принтера		
	5. Настройка и калибровка		
	6. Методы финишной обработки модели, напечатанной на стереолитографическом 3D принтере		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	6	
	Практическая работа № 1 Подготовка и изготовление изделия на SLA-принтере 1. Подбор программного обеспечения для разработки модели 2. Установка и настройка программного обеспечения на виртуальную машину 3. Разработка модели высокой точности для печати на стереолитографическом 3D принтере 4. Проверка модели в программном обеспечении на наличие дефектов 5. Подготовка модели к печати	6	
Тема 2.3. Эксплуатация фотополимерных аддитивных установок	<b>Содержание учебного материала</b>	10	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
	1. Применение в машиностроительном производстве	4	
	2. Технические характеристики		
	3. Технологические особенности печати		
	4. Программное обеспечение принтера		
	5. Настройка и калибровка		
	6. Методы финишной обработки изделия, созданного на фотополимерных аддитивных установках		
	7. Установка и настройка программного обеспечения		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	6	
	Практическая работа № 2 Подготовка и изготовление изделия на фотополимерной аддитивной установке (SLA/DLP) 1. Настройка установки для создания изделия 2. Проверка цифровой модели в программе на наличие дефектов 3. Подготовка модели к печати 4. Печать изделия	6	
Тема 2.4. Эксплуатация установок лазерного спекания порошкового пластика	<b>Содержание учебного материала</b>	11	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
	1. Применение в машиностроительном производстве	4	
	2. Технические характеристики		
	3. Технологические особенности печати		
	4. Программное обеспечение принтера		
	5. Настройка и калибровка		
	6. Методы финишной обработки модели		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	6	

	<p>Практическая работа № 3 Подготовка 3D-модели к печати на установке селективного лазерного спекания (SLS)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подбор программного обеспечения для разработки модели</li> <li>2. Установка и настройка программного обеспечения на виртуальную машину</li> <li>3. Разработка модели поллой металлической структуры высокой геометрической сложности для печати</li> <li>4. Проверка модели в программном обеспечении на наличие дефектов</li> <li>5. Подготовка модели к печати</li> </ol>	6	
	<b>Самостоятельная работа</b>	1	
	Подготовить доклад или презентацию на тему: «Особенности проектирования изделий для SLS-печати». Учёт угла наклона, толщины стенок, внутренних полостей, необходимости поддержек. Форма отчёта: презентация (5 слайдов) или текстовый отчёт.	1	
Тема 2.5. 3D принтер послойного наплавления	<b>Содержание учебного материала</b>	11	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
	1. Применение в машиностроительном производстве	4	
	2. Технические характеристики		
	3. Технологические особенности печати		
	4. Программное обеспечение принтера		
	5. Настройка и калибровка		
	6. Методы финишной обработки модели, напечатанной на 3D принтере	6	
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>		
	Практическая работа № 4 Подготовка 3D-модели к печати на FDM-принтере	6	
	1. Подбор программного обеспечения для разработки модели		
2. Установка и настройка программного обеспечения на виртуальную машину			
3. Разработка модели для печати на 3D принтере			
4. Проверка модели на наличие в программном обеспечении дефектов			
5. Подготовка модели к печати			
<b>Самостоятельная работа</b>	1		
На основе полученной в аудитории модели выполнить домашнюю донстройку в слайсере: Изменить параметры печати (толщина слоя, заполнение, скорость). Оценить влияние на время печати и расход материала. Сделать вывод: «Как параметры влияют на качество и эффективность». Форма отчёта: скриншоты из слайсера + краткий вывод (100–150 слов).	1		
Тема 2.6. Оборудование и контрольно-	<b>Содержание учебного материала</b>	9	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
	1. Паяльное оборудование	4	

измерительные приборы для ремонта аддитивных установок	2. Приспособления для фиксации плат и паяльного оборудования при радиомонтажных работах. Вакуумные пинцеты. Механические экстракторы припоя		
	3. Антистатический инструмент. Ручной инструмент (отвертки, пинцеты, бокорезы, пассатижи, лупы и т.п)		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	4	
	Практическая работа № 5 Ремонт и техническое обслуживание электронных узлов аддитивных установок 1. Работа с паяльным оборудованием 2. Работа с оборудованием фиксации плат 3. Работа с вакуумными пинцетами 4. Работа с механическими экстрактами припоя 5. Работа с антистатическим инструментом 6. Работа с ручным инструментом 7. Работа с лампами радиомонтажных работ	4	
	<b>Самостоятельная работа</b>	1	
	Задание: подготовить реферат или инструкцию на тему: «Правила безопасной работы с паяльным оборудованием и антистатическим инструментом». Или: «Типичные неисправности электронных плат 3D-принтеров и методы их устранения». Форма отчёта: текст (1–2 страницы) или пошаговая инструкция.	1	
<b>Курсовое проектирование</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	24	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
	Содержание курсового проекта: 1. Введение 2. Анализ исходных данных 3. Выбор технологии аддитивного производства для изготовления прототипа изделия 4. Выбор материала для изготовления прототипа изделия 5. Выбор установки аддитивного производства для изготовления прототипа изделия 6. Создание управляющей программы для изготовления изделия на установке аддитивного производства 7. Настройка установки аддитивного производства для изготовления изделия 8. Методы финишной обработки изделия, напечатанного на установке аддитивного производства 9. Заключение		

	<p>Тема: Изготовление, контроль и доводка прототипа детали (указать деталь), разработанной методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства</p> <p>Этапы выполнения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анализ 3D-модели и чертежа, полученных в рамках ПМ.01 (на примере: поршень, корпус штангенциркуля, кронштейн и др.).</li> <li>2. Выбор технологии аддитивного производства (FDM, DLP, SLS) на основе геометрии, требований к точности и материалу.</li> <li>3. Проведение входного контроля исходного материала (проверка влажности, сроков годности, совместимости).</li> <li>4. Подготовка рабочей зоны и оборудования: чистка платформы, проверка уровня, калибровка экструдера/лазера.</li> <li>5. Подготовка модели к печати: ориентация в рабочей камере, генерация поддерживающих структур, настройка параметров (толщина слоя, заполнение, скорость) в слайсере (Cura, PrusaSlicer, ChiTuBox и др.).</li> <li>6. Запуск аддитивной установки, мониторинг процесса печати, корректировка параметров при отклонениях.</li> <li>7. Извлечение готового изделия из установки, удаление поддерживающих структур.</li> <li>8. Финишная обработка: шлифовка, полировка, склеивание, термообработка (при необходимости).</li> <li>9. Контроль качества готового изделия: <ul style="list-style-type: none"> <li>– измерение ключевых размеров ручным инструментом (штангенциркуль, микрометр);</li> <li>– сравнение с САD-моделью с использованием систем бесконтактной оцифровки (3D-сканер);</li> <li>– оценка соответствия техническому заданию и чертежу.</li> </ul> </li> <li>10. Диагностика выявленных дефектов и предложение мер по оптимизации технологического процесса.</li> <li>11. Техническое обслуживание оборудования: чистка сопла, платформы, проверка подвижных узлов, фиксация в журнале.</li> <li>12. Подготовка пояснительной записки, презентации, защита проекта.</li> </ol> <p>Форма отчётности: Пояснительная записка, 3D-модель (STL, САD), рабочий чертёж по ЕСКД, протокол контроля качества, фото/видео процесса печати и готового изделия, презентация, физический прототип.</p>		
<b>Промежуточная аттестация (комплексный экзамен)</b>	<b>2</b>		

<b>Раздел 3. Техническое обслуживание аддитивных установок</b>			
<b>МДК 02.03 "Техническое обслуживание аддитивных установок"</b>		<b>48</b>	
Тема 1. Введение в техническое обслуживание аддитивных установок	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ПК 2.6, ПК 2.7; ОК 01
	1. Назначение и значение технического обслуживания	2	
	2. Классификация работ: профилактические, текущие, капитальные		
	3. Планово-предупредительная система (ППС)		
	4. Принципы безопасности при работе с оборудованием		
	5. Документация по ТО: журналы, инструкции, протоколы		
Тема 2. Регламентные работы по техническому обслуживанию FDM-принтеров	<b>Содержание учебного материала</b>	8	ПК 2.7; ОК 01
	1. Разборка и чистка экструдера (сопло, шнек)	4	
	2. Чистка платформы (стола) и проверка уровня		
	3. Проверка и замена подвижных узлов (ось X/Y/Z)		
	4. Замена тросиков, ремней, роликов		
	5. Проверка и настройка термостата		
	6. Калибровка экструдера и стола		
	7. Профилактика перегрева и засорения		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	4	
	Практическая работа №1. "Чистка и регулировка FDM-принтера" 1. Разборка экструдера 2. Чистка платформы 3. Калибровка стола 4. Заполнение журнала ТО	4	
Тема 3. Регламентные работы по техническому обслуживанию SLA/DLP-принтеров	<b>Содержание учебного материала</b>	10	ПК 2.7; ОК 01
	1. Чистка и замена ванны с фотополимером	6	
	2. Очистка экрана (DLP) или зеркала (SLA)		
	3. Проверка и замена UV-лампы/проектора		
	4. Чистка платформы и её калибровка		
	5. Проверка системы подачи смолы		
	6. Профилактика загрязнения и полимеризации		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	4	
Практическая работа №2. "Техническое обслуживание SLA-принтера" 1. Замена смолы 2. Очистка экрана 3. Калибровка платформы 4. Заполнение журнала ТО	4		
	<b>Содержание учебного материала</b>	10	ПК 2.7; ОК 01

Тема 4. Регламентные работы по техническому обслуживанию SLS/SLM-установок	1. Чистка камеры и удаление остаточного порошка	6	
	2. Проверка и замена фильтров		
	3. Очистка и проверка лазерной системы		
	4. Проверка системы вакуумирования		
	5. Регулировка ракеля и дозатора порошка		
	6. Профилактика нарушений в системе охлаждения		
	В том числе практических занятий и лабораторных работ	4	
Практическая работа №3. "Техническое обслуживание SLS-установки"	4	ПК 2.6; ОК 01	
1. Очистка камеры			
2. Проверка фильтров			
3. Калибровка ракеля			
4. Заполнение журнала ТО			
<b>Содержание учебного материала</b>	8		
1. Причины и признаки неисправностей: FDM, SLA, SLS	4		
2. Методы диагностики: визуальный осмотр, анализ G-кода, датчики	4		
3. Алгоритмы устранения: повторная калибровка, замена деталей			
4. Работа с сервисными кодами ошибок			
В том числе практических занятий и лабораторных работ			
Практическая работа №4. "Диагностика неисправностей аддитивного принтера"	4		
1. Анализ модели с дефектами			
2. Определение причины (например, «высота платформы не отрегулирована»)			
3. Предложение решения			
4. Заполнение отчёта			
Тема 6. Журнал технического обслуживания и ведение учетной документации	<b>Содержание учебного материала</b>	8	ПК 2.6, ПК 2.7; ОК 01
1. Структура журнала ТО	4		
2. Параметры, которые нужно фиксировать: дата, работы, материалы, ответственный	4		
3. Примеры заполнения			
4. Электронные формы (Excel, Google Sheets)			
5. Архивирование и анализ данных			
В том числе практических занятий и лабораторных работ	4		
Практическая работа №5. "Заполнение журнала технического обслуживания"	4		
1. Создание электронного журнала			
2. Заполнение записей по проведённым работам			
3. Подготовка отчёта по месяцу			
<b>Промежуточная аттестация (комплексный экзамен)</b>		<b>2</b>	
<b>Раздел 4. Методы финишной обработки и контроля качества готовых изделий</b>		<b>32</b>	

<b>МДК 02.04 Методы финишной обработки и контроля качества готовых изделий</b>		<b>32</b>	
Введение	<b>Содержание учебного материала</b>	2	
	Цели и задачи профессионального модуля. Значение ПМ в профессиональной деятельности	2	
Тема 3.1. Проверка соответствия готовых изделий техническому заданию	<b>Содержание учебного материала</b>	6	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
	1. Задачи контроля изделия, полученного методом послойного синтеза	2	
	2. Применяемый ручной измерительный инструмент: виды, способ применения		
	3. Точность измерения, погрешность измерения		
	4. Применение систем бесконтактной оцифровки для проверки соответствия готовых изделий техническому заданию		
	5. Оптимальные методы контроля качества		
	6. Предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации		
	7. Методы измерения параметров и определения свойств материалов		
	8. Способы обеспечения заданной точности и свойств при изготовлении деталей		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	4	
	1. Проверка соответствия готовых изделий техническому заданию с применением ручного измерительного инструмента	2	
2. Проверка соответствия готовых изделий техническому заданию с применением систем бесконтактной оцифровки	2		
Тема 3.2. Финишная обработка изделий на фрезерных и токарных станках	<b>Содержание учебного материала</b>	6	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
	1. Применение токарных и фрезерных станков с числовым программным управлением для финишной обработки изделий, полученных посредством аддитивных технологий	2	
	2. Технологическое оборудование, станки, инструменты и оснастка для финишной обработки изделий		
	3. Оптимальный технологический цикл финишной обработки изделия		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	4	
1. Выполнения работ по доводке изделий, полученных посредством аддитивных технологий на фрезерных и токарных станках с ЧПУ	4		
Тема 3.3. Финишная обработка изделий на гидроабразивных установках	<b>Содержание учебного материала</b>	6	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
	1. Технические параметры, характеристики и особенности современных установок гидроабразивной обработки	2	
	2. Особенности и требования технологий последующей обработки деталей на гидроабразивных установках		
	3. Приемы использования гидроабразивных установок для финишной обработки		
<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	4		

	1. Выполнения работ по доводке изделий, полученных посредством аддитивных технологий на гидроабразивных установках	4	
Тема 3.4. Финишная обработка изделий на расточных станках и с помощью ручного инструмента	<b>Содержание учебного материала</b>	8	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
	1. Технические параметры, характеристики и особенности современных координатно-расточных станков,	2	
	2. Использование координатно-расточных станков для целей финишной обработки изделий, полученных на аддитивных установках		
	3. Ручные инструменты для финишной обработки, приемы работы		
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	6	
	1. Анализ и подбор оборудования для реализации поставленного задания по обработке изделия	2	
	2. Выполнения работ по доводке	4	
Тема 3.5. Прочие технологии финишной обработки изделий, полученных посредством аддитивных технологий	<b>Содержание учебного материала</b>	2	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
	1. Технологии финишной обработки изделий, полученных посредством аддитивных технологий: финишная полировка, химическая обработка, обработка лазером	2	
	2. Область применения, применяемые материалы, используемые установки		
	3. Охрана труда процесса финишной обработки изделий, полученных на аддитивных установках		
<b>Промежуточная аттестация (дифференцированный зачет)</b>		<b>2</b>	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
<b>Учебная практика.</b> <b>Виды работ:</b> 1. Создание технического задания для прототипа 3D принтера послойного наплавления 2. Моделирование деталей 3D принтера в программном обеспечении Компас 3. Моделирование деталей 3D принтера в программном обеспечении 3DS MAX 4. Исправление ошибок полученных при 3D моделировании 5. Конвертирование полученных моделей в STL формат 6. Подготовка к печати 3D моделей 7. Печать моделей на 3D принтере 8. Ручная (финишная) обработка полученных моделей 9. Сборка 3D принтера из полученных моделей 10. Защита технического задания и созданного прототипа 3D принтера 11. Финишная обработка изделий и доводка изделий, полученных посредством аддитивных технологий, на фрезерных и токарных станках с ЧПУ, на гидроабразивных установках, с помощью ручного инструмента		<b>144</b>	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
<b>Производственная практика.</b>		<b>180</b>	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01

<b>Виды работ:</b> 1. Изучение техники безопасности при работе с аддитивными установками 2. Изучение видов производственных 3D принтеров предприятия 3. Изучение программного обеспечения 3D принтеров 4. Подготовка прототипа моделей к печати 5. Печать на производственных 3D принтерах прототипа модели, соответствующего заданию руководителя практики 6. Контроль параметров печати 7. Обработка готовых изделий 8. Обслуживание установок. Изучение ПО калибровки на 3D принтере 9. Подготовка 3D прототипа и техдокументации для защиты отчета по практике.		
Консультации перед экзаменом по ПМ.02	<b>12</b>	
<b>Экзамен по модулю</b>	<b>6</b>	ПК 2.1- ПК 2.7; ОК 01
<b>Всего</b>	<b>558</b>	

## 2.4. Курсовой проект (работа)

Выполнение курсового проекта по модулю является обязательным.

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Изготовление, контроль и доводка прототипа поршня автомобиля, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
2. Изготовление, контроль и доводка прототипа коленчатого вала автомобиля, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
3. Изготовление, контроль и доводка прототипа корпуса смартфона, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
4. Изготовление, контроль и доводка прототипа штангенциркуля, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
5. Изготовление, контроль и доводка прототипа корпуса электрической розетки, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
6. Изготовление, контроль и доводка прототипа корпуса компьютерной мыши, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
7. Изготовление, контроль и доводка прототипа крыльчатки вентилятора, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
8. Изготовление, контроль и доводка прототипа свечи зажигания, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
9. Изготовление, контроль и доводка прототипа дверной ручки автомобиля, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
10. Изготовление, контроль и доводка прототипа корпуса наушников, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
11. Изготовление, контроль и доводка прототипа зубчатого колеса редуктора, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
12. Изготовление, контроль и доводка прототипа корпуса электрического выключателя, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
13. Изготовление, контроль и доводка прототипа крышки маслозаливной горловины, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
14. Изготовление, контроль и доводка прототипа держателя для смартфона в автомобиле, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
15. Изготовление, контроль и доводка прототипа корпуса USB-флешки, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
16. Изготовление, контроль и доводка прототипа шарнира автомобильного капота, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
17. Изготовление, контроль и доводка прототипа крышки распределительного блока, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
18. Изготовление, контроль и доводка прототипа корпуса зарядного устройства, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства

19. Изготовление, контроль и доводка прототипа детали тормозной колодки, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
20. Изготовление, контроль и доводка прототипа корпуса ручного фонаря, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
21. Изготовление, контроль и доводка прототипа рычага подвески автомобиля, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
22. Изготовление, контроль и доводка прототипа корпуса Wi-Fi-роутера, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
23. Изготовление, контроль и доводка прототипа рукоятки инструмента (например, отвёртки), разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
24. Изготовление, контроль и доводка прототипа корпуса датчика давления, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
25. Изготовление, контроль и доводка прототипа крышки радиатора охлаждения, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
26. Изготовление, контроль и доводка прототипа корпуса электросчётчика, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
27. Изготовление, контроль и доводка прототипа детали шарового крана, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
28. Изготовление, контроль и доводка прототипа корпуса Bluetooth-колонки, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
29. Изготовление, контроль и доводка прототипа крышки масляного фильтра, разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства
30. Изготовление, контроль и доводка прототипа корпуса электрического разъёма (USB, HDMI), разработанного методом обратного проектирования, на установках аддитивного производства

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 3.2. Информационное обеспечение реализации программы

#### 3.2.1. Основные печатные и электронные издания

1. 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.

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

#### 3.2.2. Дополнительные источники

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

## 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Код ПК, ОК	Критерии оценки результата (показатели освоения компетенций)	Формы контроля и методы оценки
ПК 2.1.	Оценивает соответствие исходного материала предъявляемым технологическим требованиям по химическому составу и форме; снимает данные о текущем значении расхода исходного материала с датчиков аддитивных установок.	Экспертное наблюдение при выполнении практических работ; интерпретация результатов выполнения заданий по входному контролю материалов.
ПК 2.2	Готовит аддитивные установки к запуску; загружает рабочие материалы; снимает данные о расходе сырья; запускает технологический процесс на установках FDM, DLP, SLS.	Наблюдение за выполнением пусконаладочных работ; проверка корректности настройки слайсера; экзамен по модулю;
ПК 2.3	Рассчитывает показатели эффективности работы оборудования; организует рабочее место; обеспечивает исполнителей материалами и инструментами; принимает управленческие решения при возникновении производственных ситуаций.	Оценка решения ситуационных задач; защита курсового проекта; экспертное наблюдение при организации рабочего места; интерпретация результатов практических занятий по планированию загрузки оборудования.
ПК 2.4	Контролирует процесс создания изделия на аддитивной установке; анализирует визуальную сигнализацию контрольных приборов; выявляет нарушения	Наблюдение за мониторингом процесса печати; оценка действий при имитации сбоя; тестовый контроль; экзамен

	параметров технологического процесса; корректирует режимы работы установки.	
ПК 2.5	Выполняет доводку и финишную обработку изделий с применением станков с ЧПУ, гидроабразивных установок и ручного инструмента; проверяет соответствие готового изделия технической документации с помощью измерительных приборов; выявляет и анализирует дефекты.	Практическая оценка качества обработки; измерение параметров изделия штангенциркулем, микрометром; сравнение с САД-моделью с помощью 3D-сканирования; защита курсового проекта; дифференцированный зачёт по МДК 02.04.
ПК 2.6	Диагностирует типичные неисправности аддитивных установок (засор сопла, расслоение, коробление); определяет причины отказов; формулирует и реализует решения по устранению неисправностей.	Оценка решения ситуационных задач; защита отчёта по практической работе "Диагностика неисправностей"; тестирование; экспертное наблюдение при имитации отказов оборудования.
ПК 2.7	Выполняет операции технического обслуживания аддитивных установок: очистку рабочей камеры, проверку лазерной системы, регулировку ракета, смазку подвижных узлов; ведёт учётную документацию (журнал ТО).	Проверка выполнения регламентных работ; оценка заполнения журнала технического обслуживания; экспертное наблюдение; защита практических заданий; экзамен по модулю.
ОК 01	Распознаёт задачи и проблемы в профессиональном контексте; анализирует составные части задачи; составляет и реализует план действий; выбирает необходимые ресурсы; оценивает результаты своей деятельности.	Оценка решения ситуационных задач; интерпретация результатов выполнения самостоятельных и проектных работ; защита курсового проекта; наблюдение за ходом выполнения практических заданий; экзамен.