

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к ПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ

ОГЛАВЛЕНИЕ

«ПМ.01 РАЗРАБОТКА И КОРРЕКТИРОВКА ЭЛЕКТРОННЫХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ИЗДЕЛИЙ, ЧЕРТЕЖЕЙ И/ИЛИ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ».....	2
«ПМ.02 ПОДГОТОВКА, ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ НА УЧАСТКАХ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА».....	23
«ПМ.03 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»	39

Рабочая программа профессионального модуля

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

2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Общая характеристика	
1.1. Цель и место профессионального модуля «ПМ.01. Разработка и корректировка электронных моделей на основе изделий, чертежей и/или технических заданий с помощью систем автоматизированного проектирования» в структуре образовательной программы	
1.2. Планируемые результаты освоения профессионального модуля.....	
2. Структура и содержание профессионального модуля	
2.1. Трудоемкость освоения модуля	
2.2. Структура профессионального модуля	
2.3. Примерное содержание профессионального модуля.....	
2.4. Курсовой проект (работа) (для специальностей СПО, если предусмотрено)	
3. Условия реализации профессионального модуля	
3.1. Материально-техническое обеспечение.....	
3.2. Учебно-методическое обеспечение	
4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля	

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИМЕРНОЙ 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 ПОП-П).

В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен¹:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
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 - выбирать систему бесконтактной оцифровки в соответствии с поставленной задачей и особенностями объекта; - осуществлять наладку и калибровку систем бесконтактной оцифровки; - производить подготовку объекта к сканированию; - выбирать средства измерений; - определять уровень детализации при сканировании и полигонизации; - сканировать объекты с использованием устройств бесконтактной оцифровки;	Актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; устройства для трехмерного сканирования и области их применения; - принцип действия различных систем бесконтактной оцифровки; - правила калибровки и проверки на точность устройств для трехмерного сканирования; - требования к электронным моделям, предназначенным для реверсивного инжиниринга и производства на аддитивных установках; - виды, методы и средства измерений;	- сканирования физических объектов; - применения измерительных инструментов; - проверки соответствия готовых изделий техническому заданию; - работы в системах автоматизированного проектирования (САПР); - разработки трехмерных моделей изделий для целей аддитивного производства; - подготовки трехмерных моделей изделия для переноса в устройства числового программного управления аддитивных установок; - создания редактируемых параметрических моделей, пригодных для

¹ Берутся сведения, указанные по данному виду деятельности в п. 4.2.

	- оценивать точность оцифровки; - применять контрольно-измерительные приборы и инструменты; - измерять и контролировать параметры изделий; - подготавливать технологическую модель для изготовления с учетом особенностей оборудования и технологии изготовления изделия; - выполнять геометрические построения в ручной и машинной графике; - выполнять эскизы, технические рисунки и чертежи деталей, их элементов и узлов; - читать и оформлять конструкторскую и технологическую документацию; - выбирать САПР в соответствии с поставленными задачами на основании их функциональных возможностей; - моделировать объекты, предназначенные для последующего аддитивного производства с помощью САПР, используя инструменты выдавливания, вращения, операции по плоскостям, сдвиг; - осуществлять проверку и исправление ошибок в электронных моделях; - определять пригодность полигональной модели для реверсивного инжиниринга;	- методы проекционного черчения; - приемы выполнения геометрических построений; - правила выполнения чертежей, технических рисунков, эскизов и схем; - правила оформления и чтения конструкторской и технологической документации; - требования к электронным моделям, предназначенным для производства на аддитивных установках; - критерии качества изделия по точности размеров и формы, структуре материала; - требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Единой системы технологической документации (ЕСТД); - методика моделирования трехмерной объемной конструкции с использованием САПР; - специализированное программное обеспечение для реверсивного инжиниринга; - требования к полигональным моделям для целей реверсивного инжиниринга; - методы определения необходимого для полигональной модели уровня детализации и оптимизации полигональной сети в соответствии с ним;	аддитивного производства, на основе полигональных моделей изделий; - разработки чертежей для создания электронной модели изделия; - создания сборочных чертежей, рабочих чертежей и чертежей общего вида на основе электронной модели
--	--	--	---

- выравнивать полигональную модель в заданной системе координат; - выравнивать отдельные полигональные модели фрагментов изделия в единой системе координат с применением вспомогательной геометрии и построений; - осуществлять экспорт полигональной модели в САПР для последующего её изменения с учетом задач проектирования и выбираемых аддитивных технологий; - создавать твердотельную модель, либо твердотельную параметрическую модель в САПР-системе для последующего её изготовления посредством аддитивных технологий; - осуществлять анализ отклонений построенной параметрической модели от исходной полигональной и от исходного изделия;	- способы определения необходимых секущих плоскостей для выровненных полигональных моделей и применения этих плоскостей для построения векторных сечений полигональных моделей; - способы разделения полигональных моделей на сегменты в соответствии с кривизной исходных поверхностей; - методы восстановления геометрии сегментов полигональных моделей с помощью поверхностей-примитивов и поверхностей свободной формы;	
---	--	--

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

2.1. Трудоемкость освоения модуля

Наименование составных частей модуля	Объем в часах	В т.ч. в форме практ. подготовки
Учебные занятия	324	148
Курсовая работа (проект)	30	
Самостоятельная работа	-	-
Практика, в т.ч.:	252	252
учебная	108	108
производственная	144	144
Промежуточная аттестация		
Всего	504	504

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 ²	Учебная практика	Производственная практика
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОК.01	Раздел 1. Методы создания и корректировки электронных моделей	216	82	144	114	30	-	36	36
ПК 1.1. ПК 1.2.	Раздел 2. Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование	288	66	108	108		-	72	108
	Учебная практика		108	252					
	Производственная практика		144						
	Промежуточная аттестация								
	Всего:	504	400		222	30		108	144

2.3. Примерное содержание профессионального модуля

Наименование разделов и тем	Примерное содержание учебного материала, практических и лабораторных занятия, курсовой проект (работа)
Раздел 1. Методы создания и корректировки электронных моделей	
МДК 01.01 Методы создания и корректировки электронных моделей	
Тема 1.1. Введение	Содержание Понятие модели и моделирования. Цели моделирования. Области применения компьютерных моделей.
Тема 1.2. Компьютерное моделирование . Виды и этапы.	Содержание Моделирование: основные понятия. Классификация моделей. Виды моделирования. Особенности компьютерного моделирования. Этапы компьютерного моделирования. Восходящее, нисходящее моделирование: алгоритмы и принципы.
	В том числе практических занятий

² Самостоятельная работа в рамках образовательной программы планируется образовательной организацией.

	Практическое занятие №1. Определение оптимального дерева построения модели (построение простой детали или ее элементов, и выбор оптимального способа)
Тема 1.3. Растровая, векторная и 3D-графика	Содержание Компьютерная графика: понятия и направления использования. Растровая графика. Векторная графика. Трехмерная графика. Фрактальная графика.
Тема 1.4. Системы автоматизированного проектирования	Содержание Назначение, область применения и классификация систем автоматизированного проектирования (САПР). CAD/CAE/CAM Представление о возможностях САПР. Основные системы автоматизированного проектирования: примеры, преимущества и недостатки. Перспективы развития и применения систем.
	В том числе практических занятий Практическое занятие №2 Геометрическое моделирование простых объектов с помощью примитивов
Тема 1.5. Параметрическое моделирование	Содержание Основные понятия параметрического моделирования. Типы параметризации. Настройка параметризации. Работа с рабочими системами координат. Построение плоскостей. Работа с объектами. Создание параметрических моделей. Задание ограничений. Задание по чертежу. Работа с эскизами. Построение кривых и сплайнов. Поверхности свободной формы. Создание и модификация чертежей на базе трехмерной геометрической модели.
Тема 1.6. Пространственная привязка. Системы координат	Содержание Системы координат. Виды и способы пространственной привязки в системах автоматизированного проектирования. Понятие объектной привязки. Основные сведения о видах объектной привязки. Использование текущего режима объектной привязки. Виды координат: мировые координаты, видовые координаты, координаты проекции, экранные координаты. Координатные системы программного обеспечения. Преобразование координат программного обеспечения.
	В том числе практических занятий Практическое занятие №3. Определение эскизов при использовании привязок. Практическое занятие №4 Задание точек согласно различным систем координат.
	Содержание

Тема 1.7. Создание и редактирование эскизов в элементах модели	Использование примитивов при формировании двумерного эскиза. Инструменты редактирования элементов эскиза. Использование и наложение зависимостей эскиза. В том числе практических занятий Практическое занятие №5. Редактирование эскиза при помощи инструментов форматирования
Тема 1.8. Базовые элементы для построения модели	Содержание Инструменты добавления и удаления материала. Дополнительные конструктивные элементы. Условные обозначения элементов. В том числе практических занятий Практическое занятие №6. Создание твердотельной модели
Тема 1.9. Структура графического интерфейса программного обеспечения САПР. Шаблоны файлов. Браузер	Содержание Создание проекта. Лента и расположение команд. Панель навигации. Основные сведения о шаблонах файлов, использование проектов. Создание файлов на основе шаблонов. Изменение единиц измерения или стандарта чертежа для шаблона. Основные сведения о браузере. Вызов и основные настройки. Работа с браузером в различных средах моделирования. В том числе практических занятий Практическое занятие № 7. Настройка пользовательского интерфейса программного обеспечения. Создание проекта. Сохранение комплекта файлов Практическое занятие № 8. Создание пользовательского шаблона чертежа Практическое занятие № 9. Построение сложного эскиза. Построение эскиза посредством проецирования геометрии
Тема 1.10 Рабочие элементы: точки, оси и плоскости. Массивы	Содержание Создание рабочих точек. Создание фиксированной рабочей точки. Создание рабочих осей. Создание рабочих плоскостей. Основные понятия об элементах массивов. Выбор элементов для массивов: требования и возможности. Создание эскизов. Зеркальное отражение. В том числе практических занятий Практическое занятие № 10. Выполнение массива и зеркального отображения элементов эскиза, твердого тела
Тема 1.11 Построение твердотельной модели детали	Содержание Основные функции построения твердотельной модели. Функция выдавливания. Функция вращения.

	Функции выдавливания по сечениям и траектории.
	В том числе практических занятий Практическое занятие № 11. Построение твердотельной модели с использованием функций выдавливания, вращения Практическое занятие № 12. Построение твердотельной модели с использованием функций выдавливания по сечениям, по траектории
Тема 1.12. Статические и динамические взаимосвязи при формировании сборочной единицы. Библиотеки компонентов	Содержание Использование команды «соединение» для определения и управления связями. Типы и варианты статических зависимостей. Установка предельных значений зависимости. Особенности динамических зависимостей. Типы динамических зависимостей. Порядок наложения динамических зависимостей. Основные понятия и определения библиотеки компонентов. Пользовательская библиотека. Процесс поиска стандартного компонента. Использование мастера подбора стандартных компонентов.
	В том числе практических занятий Практическое занятие № 13. Создание сборочной единицы с применением функции «соединение» и статических взаимосвязей Практическое занятие № 14. Создание сборочной единицы с применением динамических зависимостей
Тема 1.13. Использование проектировочных модулей	Содержание Генератор компонентов вала. Генератор компонентов болтового соединения. Генератор компонентов цилиндрического и конического зубчатых зацеплений.
	В том числе практических занятий Практическое занятие № 15. Построение компонентов вала с помощью генератора. Практическое занятие № 16. Построение болтового соединения с помощью генератора. Физическое построение болтового соединения Практическое занятие № 17. Построение цилиндрического зубчатого зацепления с помощью генератора
Тема 1.14. Создание ассоциативного чертежа	Содержание Метод создания чертежа по готовой трехмерной модели. Возможности и правила создания видов чертежа в среде САПР. Автоматическое извлечение параметров трехмерной модели и их использование в чертежах.
	В том числе практических занятий Практическое занятие № 18. Выполнение ассоциативного чертежа детали
Тема 1.15. Создание анимации и	Содержание Выбор среды для создания анимации работы механизма. Приемы создания и облета камеры.

схемы сборки-разборки	Воспроизведение динамических зависимостей. Настройка видимости объектов. Параметры при выводе анимации в видеоформатах. Выбор среды для создания анимации сборки-разборки сборочной единицы. Настройка траекторий перемещения и вращения компонентов. Настройка видимости объектов. Вывод анимации в видеоформате.
	В том числе практических занятий Практическое занятие № 19. Выполнение анимации работы механизма Практическое занятие № 20. Создание схемы сборки-разборки. Вывод анимации
Тема 1.16. Создание фотореалистичного изображения	Содержание Механизм визуализации: основные понятия и определения. Установка источников света, настройка окружения. Вывод изображения согласно требуемым параметрам.
	В том числе практических занятий Практическое занятие №21. Выполнение фотореалистичного изображения
Тема 1.17. Корректировка пропорций электронной модели	Содержание Методы корректировки электронных моделей для аддитивного производства с учетом усадки материала. Корректировка линейных размеров для аддитивного производства. Определение пропорции, формы и размера отверстий в зависимости от установки изделия при изготовлении.
	В том числе практических занятий Практическое занятие №22. Построение твердотельной модели изделия с учетом корректировки пропорций для аддитивного производства
Тема 1.18. Преобразование данных САПР в поверхностные модели и универсальные форматы твердотельного моделирования	Содержание Цель и назначение поверхностных моделей. Параметры при преобразовании в формат поверхностной модели. Исправление ошибок поверхностной модели. Цель и назначение преобразования данных САПР в универсальные форматы. Нейтральные форматы. Качество обмена данными.
	В том числе практических занятий Практическое занятие №23. Создание и анализ файлов поверхностной модели Практическое занятие №24. Создание и анализ файлов твердотельного моделирования различных типов.
Тема 1.19. Анализ	Содержание Создание моделирования при анализе напряжений.

напряжений	Запуск моделирования. Устранение предупреждений и ошибок моделирования. Подготовка к анализу. Визуальное представление результатов анализа. Публикация результатов анализа напряжений.
	В том числе практических занятий Практическое занятие №25. Выполнение анализа напряжений детали
Тема 1.20. Кинематика динамического моделирования	Содержание Динамическое моделирование: основные понятия, определения и назначение. Преобразование зависимостей в среде динамического моделирования. Подготовка к динамическому моделированию: упрощения, внесение изменений. Выбор параметров динамического моделирования. Сохранение степеней свободы при моделировании движущихся сборок. Добавление трения, скользящего соединения, сил и крутящих моментов для смоделированных рабочих условий. Просмотр результатов моделирования с помощью устройства графического вывода. Публикация выходных данных моделирования.
	В том числе практических занятий Практическое занятие №26. Выполнение динамического моделирования узла
Тема 1.21. Бионический дизайн	Содержание Основные определения, цель и назначение генеративного бионического дизайна. Задание нагрузок, фиксация неподвижных компонентов. Выбор геометрии, ограничивающих перемещение. Назначение материалов, коэффициента запаса прочности и метод создания изделия. Публикация результата генеративного дизайна.
	В том числе практических занятий Практическое занятие №27. Выполнение бионического генеративного дизайна детали
Учебная практика раздела 1 Виды работ Выбор программного продукта в соответствии с техническим заданием Разработка эскиза/чертежа модели в соответствии с техническим заданием Поэтапное планирование разработки трехмерной модели изделия Создание файла объекта проектирования Задание параметров модели Сохранение файлов в соответствии с требованиями задания Создание твердотельной модели по эскизу/чертежу/техническому описанию Разработка сборочной единицы, установление взаимосвязей детали Создание фотореалистичного изображения	

Создание анимации Разработка комплекта чертежей Определение назначения и условий работы детали Проведение статистического и динамического анализа Разработка /внесение изменений в конструкцию трехмерной модели изделия для изготовления её на аддитивной установке	
Производственная практика раздела 1 Виды работ Работа с конструкторской документацией. Создание (внесение корректировок) компьютерной модели изделия по чертежам (эскизам), предложенным руководителем практики на предприятии. Создание (внесение корректировок) технологических сборок, предложенных руководителем практики на предприятии. Чтение сборочных чертежей, детализирование. Создание (внесение корректировок, оцифровка) чертежей изделий.	
МДК 01.02 Средства и методы оцифровки реальных объектов и обратное проектирование	
Тема 2.1 Области применения 3D-сканирования	Содержание Применение 3D-сканирования для оптимизации производств в машиностроении, автомобилестроении, судостроении и т.д.. Применение 3D-сканирования в медицине для создания протезов, стоматологических шаблонов, подготовительных этапов перед операциями, для выбора метода лечения и т.д.. Применение 3D-сканирования для сохранения объектов искусства, исторических артефактов, для работ по восстановлению архитектурных объектов, для создания цифровых экскурсий и т.д.
Тема 2.2. Виды оцифровки	Содержание Понятия «Контактная оцифровка» и «Бесконтактная оцифровка». Методы измерения: ручные, измерения на приборах, измерения на станках с ЧПУ. Виды сканеров. Сканеры с кареткой, с манипулятором, координатно-измерительные машины (КИМ). Оцифровка активными сканерами, основные методы и их различия. Оцифровка пассивными сканерами, основные методы и их различия. Основные преимущества и недостатки измерений сканерами.
	В том числе практических занятий Практическое занятие № 28. Выбор бесконтактного сканера в зависимости от поставленной задачи.
Тема 2.3. Ручной измерительный инструмент	Содержание Виды ручного измерительного инструмента. Методы измерения ручным аналоговым измерительным инструментом. Методы измерения ручным цифровым измерительным инструментом. Основные преимущества и недостатки таких измерений.

	В том числе практических занятий Практическое занятие № 29. Выбор ручного измерительного инструмента для выполнения задачи.
Тема 2.4. Координатно-измерительные машины	Содержание Принцип работы и устройство координатно-измерительных машин (КИМ). Процесс сканирования на координатно-измерительных машинах. Программное обеспечение, создание управляющей программы, редактирование программы. Ограничения объектов для измерения. Устройство портальной системы, основные элементы. Пульт управления, функции кнопок. Вспомогательные инструменты для крепления объектов измерения и калибровки.
Тема 2.5. Кругломеры, контурографы, профилометры и видеоизмерительные машины	Содержание Контурограф с ручным управлением и с ЧПУ: принцип работы, устройство, необходимые вспомогательные инструменты для закрепления объекта. Кругломер с ручным управлением и с ЧПУ: принцип работы, устройство, необходимые вспомогательные инструменты для закрепления объекта. Профилометр с ручным управлением и с ЧПУ: принцип работы, устройство, необходимые вспомогательные инструменты для закрепления объекта. Видеоизмерительные машины с ручным управлением и с ЧПУ: принцип работы, устройство, необходимые вспомогательные инструменты для закрепления объекта (видеомикроскопов, проекционных измерительных машин). Процесс сканирования на контурографе, кругломере, видеоизмерительных машинах и профилометре. Программное обеспечение для данных установок, создание управляющей программы, редактирование программы.
Тема 2.6. Бесконтактные активные и пассивные сканеры	Содержание Виды бесконтактных активных, пассивных сканеров и их устройство. Триангуляционные сканеры, принцип их работы. Сканеры со структурированным светом, принцип их работы. Понятие «паттерны». Времяпролетные сканеры: принцип работы, область применения. Стереоскопические системы, принцип их работы. Силуэтные сканеры, принцип их работы, возможные недостатки при сканировании. Фотометрические сканеры, принцип их работы, возможные недостатки при сканировании.
Тема 2.7. Требования к объектам и помещению	Содержание Общие требования к сканируемым объектам: их форма, поверхность, цвет.

при сканировании	Специальные требования к большим объектам при сканировании бесконтактным и контактным методом; Специальные требования к маленьким объектам при сканировании бесконтактным и контактным методом. Общие требования к освещению помещения для бесконтактного сканирования. Общие требования к фону вокруг сканируемого объекта бесконтактным методом. Требования к расположению объекта при сканировании бесконтактным и контактным методом. Общие требования к помещению для контактных сканеров.
Тема 2.8. Оцифровка изделий ручным сканером с лазерной подсветкой	Содержание Ручной сканер с лазерной подсветкой: программное обеспечение, его интерфейс и основные окна для работы. Вкладки и функции для сканирования. Вкладки работы с облаком точек и возможности редактирования облака точек. Калибровочное поле и требования к его расположению и освещению. Вкладка калибровки и необходимые функции. Процесс калибровки, распространенные ошибки. Размещение объектов, основные и вспомогательные инструменты для сканирования. Нанесение меток (маркеров). Процесс сканирования и совмещения сканов. Удаление дефектов. Экспорт скана. Возможные форматы вывода облака точек. В том числе практических занятий Практическое занятие № 30. Проведение калибровки триангуляционного сканера. Оцифровка простейшего объекта без использования дополнительных средств. Практическое занятие № 31. Полная оцифровка объекта сложной геометрии триангуляционным сканером с последующей сшивкой отдельных групп в единую модель. Практическое занятие № 32. Полная оцифровка объекта сложной геометрии триангуляционным сканером с использованием дополнительных ручных средств, позволяющих оцифровать весь объект в одной единственной группе
Тема 2.9. Оцифровка изделий сканером, использующим структурированный свет	Содержание Сканер, использующий структурированный свет: программное обеспечение, его интерфейс и основные окна для работы. Вкладки и функции для сканирования. Вкладки для работы с облаком точек. Возможности редактирования облака точек. Калибровочный шаблон и требования к его расположению и освещению. Вкладка калибровки и необходимые функции. Процесс калибровки, распространенные ошибки.

	Размещение объектов и вспомогательные инструменты для сканирования. Процесс сканирования и совмещения сканов. Удаление дефектов. Экспорт скана. Возможные форматы вывода облака точек. В том числе практических занятий Практическое занятие № 33. Проведение работ по калибровке сканера, использующего структурированный свет. Оцифровка простейшего объекта. Практическое занятие № 34. Оцифровка изделий сканером, использующим структурированный свет с использованием дополнительных ручных средств, таких как меловое покрытие, поддержки, маркировочные точки. Практическое занятие № 35. Оцифровка объекта сложной геометрии, с элементами с разной светоотражающей способностью (с глянцевыми, матовыми, транслюцентными и черными зонами) сканером, использующим структурированный свет. Практическое занятие № 36. Оцифровка объекта сложной геометрии сканером, использующим структурированный свет с использованием дополнительных ручных средств, таких как меловое покрытие, поддержки, маркировочные точки, позволяющих оцифровать весь объект в одной единственной группе. Практическое занятие № 37. Оцифровка объекта сложной геометрии, требующего сканирования с последовательным использованием 2-х зон (сканирование большой зоной, перекалибровка и детальное сканирование малой зоной значимых элементов), сканером, использующим структурированный свет
Тема 2.10. Оцифровка с применением фотограмметрических систем	Содержание Фотограмметрия: общие принципы, область применения, технические средства. Наиболее распространенные системы для фотограмметрии. Фотограмметрические системы для точной оцифровки крупногабаритных объектов в комбинации с оптическими сканерами: создание опорных меток для последующего сканирования AICON, ATOS и др. Программное обеспечение для сканеров и программное обеспечение для фотограмметрии при отсутствии сканеров. Процесс фотограмметрического сканирования сканером или ручными инструментами. В том числе практических занятий Практическое занятие № 38. Оцифровка изделий методом фотограмметрии с помощью ручного 3D-сканера: создание опорных меток с помощью фотограмметрической системы и осуществление по ним сканирования оптическим сканером.
	Содержание

Тема 2.11. Оцифровка ручным измерительны м инструментом	Ручной измерительный инструмент: виды, область применения. Выбор ручного измерительного инструмента в зависимости от поставленной задачи. Погрешность аналоговых и цифровых измерительных инструментов. Методика измерения ручным измерительным инструментом. Учет овальности при измерении диаметров. Метод определения параметров внутренних и внешних резьб по шаблонам и оттискам. Определение направления резьб.
	В том числе практических занятий Практическое занятие № 39. Оцифровка корпусной детали с резьбами. Практическое занятие № 40. Оцифровка детали – тела вращения.
Тема 2.12. Создание технологическ ого эскиза на основе ручных измерений	Содержание Общие принципы создания технологического эскиза. Допуски и погрешности при измерении ручным измерительным инструментом; Расчет припусков и промежуточных технологических размеров.
	В том числе практических занятий Практическое занятие № 41. Создание технологического эскиза на основе ручных измерений.
Тема 2.13. Создание чертежа по оцифрованным м моделям	Содержание Создание анимации по оцифрованному изделию; Создание фотореалистичного изображения по оцифрованному изделию. Создание чертежа по готовым объектам формата STL из открытых источников; Работа с полигонами в чертеже;
	В том числе практических занятий Практическое занятие № 42. Создание чертежа по обработанному скану.
Тема 2.14. Определение качества и точности скана	Содержание Понятие «Точность скана», основные критерии для определения точности. Определение качества скана и устранение внешних дефектов. Причины погрешности при сканировании и описание путей решения проблем. Контроль точности сканирования по эталонным или измеряемым элементам (сканирование объектов с использованием концевых мер, подшипников и др. для оценки точности сканирования).
	В том числе практических занятий Практическое занятие № 43. Оцифровка корпусной детали с включением в поле сканирования концевой меры или подшипника. Проведение работ с откалиброванным сканером и при расстроенной калибровке, сопоставление результатов.

Тема 2.15. Дефекты и ошибки при сканировании	Содержание Дефекты, которые возникают из-за некачественного скана. Способы решения проблемы. Дефекты, которые возникают из-за несоблюдения требований к объекту и помещению. Способы решения проблемы. Дефекты, которые возникают из-за отсутствия калибровки. Способы решения проблемы. В том числе практических занятий Практическое занятие № 44. Определение возможных причин возникновения дефектов в предоставленном скане в программном обеспечении бесконтактного сканера.
Тема 2.16. Проверка и исправление ошибок в облаке точек внутри программного обеспечения для сканирования	Содержание Проверка и исправление ошибок в облаке точек посредством программного обеспечения триангуляционного сканера; Проверка и исправление ошибок в облаке точек внутри программного обеспечения сканера, использующего структурированный свет; Сшивание сканов и удаление артефактов в разных программах. В том числе практических занятий Практическое занятие № 45. Исправление дефектов в предоставленном скане в программном обеспечении бесконтактного сканера. Практическое занятие № 46. Исправление ошибок в облаке точек. Исправление ошибок в твердотельной модели.
Тема 2.17. Обратное проектирование (реверсивный инжиниринг)	Содержание Обратное проектирование (реверсивный инжиниринг) как комплексная задача создания изделий на основе имеющегося образца. Создание чертежей по облаку точек. Задача восстановления изделий: создания заменяющих изделий по отсканированным сломанным изделиям или их фрагментам. Применение обратного проектирования для создания инструментов, приспособлений и технологической оснастки. Применение обратного проектирования в медицине (протезирование, стоматология, хирургия и др.)
Тема 2.18. Виды обратного проектирования	Содержание Обратное проектирование по результатам обмера ручным измерительным инструментом, включая использование проекционной измерительной машины. Обратное проектирование по результатам обмера координатно-измерительной машиной и/или контактными дигитайзерами. Обратное проектирование по результатам обмера на видеоизмерительной машине и/или видеомикроскопе. Обратное проектирование по изображениям для целей индустриального дизайна: ограничения, требования к исходным материалам.

	Обратное проектирование по твердотельной (полигональной) модели, его преимущества и недостатки. Различия и сходства разных методов, область их применения.
	В том числе практических занятий Практическое занятие № 47. Выбор метода обратного проектирования в зависимости от поставленной задачи.
Тема 2.19. Масштабирование и выравнивание моделей по системе координат	Содержание Масштабирование и корректировка размеров полигональных моделей, полученных в результате 3D сканирования. Приемы и инструменты выравнивания полигональных моделей, полученных в результате 3D сканирования
	В том числе практических занятий Практическое занятие № 48. Масштабирование и выравнивание моделей, полученных в результате 3D сканирования.
Тема 2.20. Операции по удалению и сшиванию полигонов	Содержание Функции для удаления полигонов в САПР; Функции сшивания и выравнивания полигонов в САПР; Функции увеличения или уменьшения количества полигонов в САПР.
	В том числе практических занятий Практическое занятие № 49. Сшивание и удаление полигонов в предоставленных сканах.
Тема 2.21. Обратное проектирование по изображению	Содержание Метод обратного проектирования по изображениям. Загрузка изображений в разные САПР программы. Применение функции масштабирования изображений для подгонки размеров.
	В том числе практических занятий Практическое занятие № 50. Обратное проектирование изделия по предоставленным рисункам проекций. Для работ могут быть использованы изделия типа трубки телефона, бутылки, канистры или подобные. Практическое занятие № 51. Обратное проектирование рычажного механизма по фронтальной фотографии. Для работ могут быть использованы механизмы Чебышева, Кланна, Янсена.
Тема 2.22. Обратное проектирование по полигональной модели	Содержание Требования к полигональным моделям для целей обратного проектирования, основания для пригодности/непригодности модели. Специализированное программное обеспечение для обратного проектирования по полигональным моделям, его возможности и преимущества перед другими САПР для проектирования: выравнивание отдельных полигональных сетей в системе координат и друг относительно друга, объединение полигональных сетей в одну единую, оптимизация

	полигональной сети, разбиение полигональной сети на области в соответствии с особенностями геометрии и др. Импорт полигональных моделей в САПР и функции для обратного проектирования. Методы обратного проектирования по полигональным моделям. В том числе практических занятий Практическое занятие № 52. Обратное проектирование по полигональным моделям с пропуском данных простейших геометрических форм (куб, цилиндр, призма, конус, шар) и их комбинаций (куб с карманом и галтелями, цилиндр с кулачком, лыской и квадратным торцом с уклонами и др.) Практическое занятие № 53. Обратное проектирование по полигональной модели корпусной пластиковой детали с последующим перепроектированием для изготовления на аддитивных установках Практическое занятие № 54. Обратное проектирование по сохранившимся фрагментам изделия. Практическое занятие № 55. Обратное проектирование по твердотельной модели деформированной корпусной детали. Практическое занятие № 56. Обратное проектирование по твердотельной модели детали и проектирование приспособления (оснастки) для быстрого крепления детали на столе КИМ. Практическое занятие № 57. Обратное проектирование по твердотельной модели с восстановлением резьб (в модели, как минимум, должны присутствовать дюймовые и метрические резьбы разного направления, желательно наличие упорных и конических резьб). Практическое занятие № 58. Обратное проектирование по полигональной модели корпусной пластиковой детали с последующим проектированием метаформ для тиражирования детали методом литья в силикон
	Учебная практика раздела № 2 Определение метода сканирования для решения поставленной задачи; Выполнение оцифровки ручным измерительным инструментом; Определение соответствия готового изделия техническому заданию; Калибровка сканера; Подготовка объекта сканирования к оцифровке; Доработка модели, полученной после обратного проектирования (реверсивного инжиниринга), сопряжение со стандартными элементами; Сканирование физического объекта; Выявление дефектов и ошибок сканирования; Проверка и исправление ошибок в облаке точек; Определение пригодности полигональной модели для реверсивного инжиниринга; Выявление и исправление ошибок модели; Выравнивание отдельных полигональных моделей в единой системе координат, сшивание модели;

Создание твердотельной параметрической модели на основе полигональной модели посредством построения поверхностей по сечениям (в том числе по полигональным моделям деформированных или частично разрушенных объектов)
Производственная практика раздела 2 Виды работ Подготовка модели к сканированию; Калибровка сканера; Сканирование изделия; Преобразование отсканированных моделей в редактируемые параметрические модели, пригодные для аддитивного производства; Контроль изделия согласно требований технического заданию
Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – зачет/экзамен
Всего 504

2.4. Курсовой работа (проект) (для специальностей СПО, если предусмотрено)

Примерная тематика курсовых проектов (работ)
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

Кабинет «Социально-экономических и гуманитарных дисциплин», оснащенный в соответствии с приложением 3 ПОП-П.

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

3.2. Учебно-методическое обеспечение

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе. При формировании библиотечного фонда образовательной организации выбирается не менее одного издания из перечисленных ниже печатных изданий и (или) электронных изданий в качестве основного, при этом список может быть дополнен новыми изданиями.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. CAD : учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 220 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-12484-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/541923>

2. Копылов, Ю. Р. Компьютерные технологии в машиностроении. Практикум / Ю. Р. Копылов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 500 с. — ISBN 978-5-507-48772-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/362315> (дата обращения: 15.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3.2.2. Дополнительные источники (при необходимости)

1. Наименование.

Приводятся наименования и данные по информационным ресурсам, нормативным документам, применение которых необходимо для освоения данного модуля.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Код ПК, ОК	Критерии оценки результата (показатели освоённости компетенций)	Формы контроля и методы оценки ³
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 изделие при помощи ручных измерительных инструментов Проводит оценку годности изделия на основании измерений Разрабатывает трехмерные модели изделий для целей аддитивного производства Производит подготовку трехмерных моделей изделия для переноса в устройства числового программного управления аддитивных установок Создает редактируемые параметрические модели, пригодные для аддитивного производства, на основе полигональных моделей изделий. Проводит проверку и исправление ошибок полигональной модели. Осуществляет анализ отклонений построенной параметрической модели от исходной полигональной и исходного изделия Разрабатывает рабочие чертежи детали в соответствии с требованиями ЕСКД. Разрабатывает сборочные чертежи и спецификации в соответствии с требованиями ЕСКД.	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.

³ Примеры оформления формы контроля: контрольные работы, зачеты, квалификационные испытания, защита курсовых и дипломных проектов (работ), экзамены. Примеры оформления методов оценки: интерпретация результатов выполнения практических и лабораторных заданий, оценка решения ситуационных задач, оценка тестового контроля.

Приложение 1.2
к ПОП-П по специальности
15.02.09 Аддитивные технологии

Рабочая программа профессионального модуля

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

2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Общая характеристика	
1.1. Цель и место профессионального модуля «ПМ.02. Подготовка, организация производства и изготовление изделий на участках аддитивного производства» в структуре образовательной программы	
1.2. Планируемые результаты освоения профессионального модуля.....	
2. Структура и содержание профессионального модуля	
2.1. Трудоемкость освоения модуля	
2.2. Структура профессионального модуля	
2.3. Примерное содержание профессионального модуля.....	
2.4. Курсовой проект (работа) (для специальностей СПО, если предусмотрено)	
3. Условия реализации профессионального модуля	
3.1. Материально-техническое обеспечение.....	
3.2. Учебно-методическое обеспечение	
4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля	

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИМЕРНОЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

«ПМ.02. Подготовка, организация производства и изготовление изделий 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 ПОП-П).

В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен⁴:

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	Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте - осуществлять предпусковую калибровку и после-эксплуатационную чистку оборудования; - анализировать качество исходного сырья; - подготовки и загрузки рабочих материалов; - загружать исходные материалы в аддитивную установку, устанавливать технологическую подложку (платформу); - выполнять экстренный останов процесса производства изделия и продолжение работы после экстренного останова;	Актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; показатели качества исходного сырья и методы входного контроля; - принципы формообразования в аддитивном производстве; - типовая структура изделия, созданного методом послойного синтеза; - виды дефектов изделий, созданных методом послойного синтеза; - назначение и область применения существующих типов аддитивных установок и используемые в них материалы;	подготовки аддитивных установок к запуску; - выполнения операций по входному контролю исходного сырья и определению расхода сырья; - подготовки и загрузки рабочих материалов; - контроля процесса создания изделия на аддитивной установке; - управления процессами аддитивного производства; - организации работы участка аддитивного производства; - контроля технологического процесса аддитивной установки; - выполнения работ по доводке и финишной обработке изделий, полученных посредством аддитивных технологий с применением станков, в том

⁴ Берутся сведения, указанные по данному виду деятельности в п. 4.2.

	- извлекать изделия из рабочей зоны аддитивной установки; - выполнять измерения и контроль параметров изделий; - определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации; - рационально организовывать рабочие места, участвовать в расстановке кадров, обеспечивать их предметами и средствами труда; - рассчитывать показатели, характеризующие эффективность работы основного и вспомогательного оборудования; - оптимизировать загрузку оборудования; - принимать и реализовывать управленческие решения; - мотивировать работников на решение производственных задач; - управлять конфликтными ситуациями, стрессами и рисками; - определять опасные и вредные факторы в сфере профессиональной деятельности; - оценивать состояние техники безопасности на производственном объекте;	- технические параметры, характеристики и особенности различных типов аддитивных установок; - конструкции аддитивных установок; - особенности обеспечения работы различных видов аддитивных установок; - основы организации производства, мотивации и управления персоналом; - основы менеджмента в области профессиональной деятельности; - принципы, формы и методы организации производственного и технологического процессов; - принципы делового общения в коллективе; - правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности; - особенности обеспечения безопасных условий труда в сфере профессиональной деятельности; - порядок работ при изготовлении изделия на аддитивной установке; - правила безопасной эксплуатации аддитивных установок; - причины брака, дефектов изделий; - методы контроля процесса создания изделий на аддитивных установках; - проблемы совместимости исходных материалов, технологического	- числе с ЧПУ, ручного инструмента; - проверки соответствия готовых изделий техническому заданию с применением измерительных инструментов; - выявления и устранения неисправностей аддитивных установок; - диагностического контроля технического состояния аддитивных установок; - проведения операций технического обслуживания аддитивных установок
--	--	--	--

	- проводить инструктаж по технике безопасности; - защищать свои права и права работников в соответствии с гражданским и трудовым законодательством Российской Федерации; - анализировать виды и последствия потенциальных отказов оборудования и нарушения технологических процессов; - анализировать визуальную сигнализацию контрольных приборов аддитивной установки; - выявлять нарушение параметров технологического процесса; - правильно эксплуатировать электрооборудование; - использовать электронные приборы и устройства; - выбирать технологическое оборудование, инструменты для финишной обработки изделий, полученных методами аддитивных технологий; - выявлять дефекты изделий; - анализировать структурные и конструкционные недостатки изделия, погрешности изготовления и обработки;	- оборудования и технологических режимов; - устройство систем оптического контроля процесса и принципы их работы, признаки наличия ошибок, методы их выявления - критерии качества изделия по точности размеров и форме, структуре материала; - методы финишной обработки изделий, созданных посредством аддитивных технологий; - причины брака, дефектов изделий; - технические параметры, характеристики и особенности современных токарных и фрезерных станков с ЧПУ, координатно-расточных станков, установок гидроабразивной обработки, обработки сжатым воздухом, пескоструйной обработки; - методы работы с аппаратами обработки сжатым воздухом, пескоструйной обработки; - правила безопасной эксплуатации механического оборудования; - физические процессы, протекающие при создании изделий на аддитивных установках различных типов; - конструкция, принцип действия, типовые неисправности аддитивных установок разных типов;	
--	--	--	--

- анализировать причины дефектов изделий; - определять оптимальный технологический процесс финишной обработки изделия; - выбирать средства измерений; - выполнять измерения и контроль параметров изделий; - определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации; - определять оптимальные методы контроля качества; - осуществлять финишную обработку изделий, изготовленных на аддитивных установках, на станках, механизированным инструментом и вручную; - использовать аппараты обработки сжатым воздухом, пескоструйной обработки; - проводить визуальную проверку механических и оптических узлов аддитивной установки; - проводить проверку электронных узлов аддитивной установки посредством средств автоматизированного контроля; - прогнозировать отказы и обнаруживать неисправности аддитивных установок, осуществлять	- устройство систем оптического контроля процесса и принципы их работы, признаки наличия ошибок, методы их выявления; - алгоритм выявления и устранения неисправностей аддитивных установок; - приемы диагностического контроля технического состояния аддитивных установок - электроизмерительные приборы, их назначение и правила использования; - профилактические мероприятия по охране окружающей среды, технике безопасности и производственной санитарии; - физические принципы работы, конструкцию, технические характеристики, правила технического обслуживания аддитивных установок; - элементы систем автоматизации, основные характеристики и принципы их применения в аддитивных установках и вспомогательном оборудовании; - регламент технического обслуживания аддитивных установок различных типов; - методы повышения долговечности оборудования; - приемы проведения операций по техническому обслуживанию аддитивных установок различных типов;	
--	---	--

	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	- требования охраны труда, пожарной и экологической безопасности	
--	--	--	--

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

2.1. Трудоемкость освоения модуля

Наименование составных частей модуля	Объем в часах	В т.ч. в форме практ. подготовки
Учебные занятия	474	240
Курсовая работа (проект)		
Самостоятельная работа	-	-
Практика, в т.ч.:	324	324
учебная	144	144
производственная	180	180
Промежуточная аттестация		
Всего	798	564

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 ⁵	Учебная практика	Производственная практика
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОК.01 ПК 2.1. ПК 2.2. ПК 2.3. ПК 2.4. ПК 2.5. ПК 2.6. ПК 2.7	Раздел 1. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий	120	12	84	84		-	36	
	Раздел 2. Ведение технологического процесса на аддитивных установках	178	42	142	142		-	36	
	Раздел 3. Техническое обслуживание аддитивных установок	142	38	106	106			36	
	Раздел 4. Методы финишной обработки и контроля качества изделий аддитивного производства	178	40	142	142			36	
	Учебная практика		144						
	Производственная практика	180	180						180
	Промежуточная аттестация								
	Всего:	798	564	474	474			144	180

2.3. Примерное содержание профессионального модуля

Наименование разделов ПМ, МДК и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающегося, курсовая работа
Раздел 1. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий	
МДК. 02.01. Теоретические основы производства изделий с использованием аддитивных технологий	
Введение	Цели и задачи профессионального модуля. Межпредметные связи. Значение ПМ в
Тема 1.1. Основы прототипирования	Общие термины
	Преимущества и проблемы реализации аддитивных
	Классификация методов, систем и установок аддитивных
	Основы автоматизации процесса послойного создания
	Обобщенная схема операций при послойном создании
	Специфика работы на разных аддитивных установках
	Пути повышения точности воспроизведения моделей и качества поверхности
	Тесты производительности и контроля

⁵ Самостоятельная работа в рамках образовательной программы планируется образовательной организацией.

	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
	Самостоятельная работа
Тема 1.2 Технология 3D печати методом послойного наплавления	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
	Практические занятия 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) Подготовка к печати модели из одного и нескольких материалов Финишная обработка модели после печати
	Самостоятельная работа
Тема 1.3 Технология 3D печати методом стереолитографии	Технологическое применение SLA
	Технологическое применение DLP
	Полимеризация пластика в ультрафиолетовой печи. Жидкие
	Печать высококачественных и детализированных прототипов
	Печать моделей для литья по выжигаемым моделям
	Практические занятия 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
	Самостоятельная работа
Тема 1.4 Технология 3D печати методом многоструйного моделирования	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
	Практические занятия 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

	Самостоятельная работа
Тема 1.5 Технология 3D печати методом цветного склеивания порошкового материала	Раскатывание rakelом или роликом по рабочей поверхности
	Нанесением на слой специального связующего вещества
	Склеивание в цельную деталь
	Практические занятия 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) Подготовка к печати модели из одного и нескольких
	Самостоятельная работа
Тема 1.6. Технология 3D печати методом селективного лазерного спекания	Разравнивание порошка rakelом 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
	Легковесные конструкции
	Функционально интегрированные детали
	Практические занятия 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
	Самостоятельная работа
Тема 1.7 Технология 3D печати методом селективного лазерного плавления	Разравнивание порошка rakelом по рабочей поверхности
	Заштриховывание контура детали при помощи импульсного
	Воздействием высокоэнергетического лазерного луча для спекания сферических с металлическим наполнением гранул
	Создание конечных изделий сложной геометрии
	Изготовление форм для литья пластика
	Практические занятия 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
	Самостоятельная работа
Тема 1.8 Прототипирование в индустрии	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 Самостоятельная работа
Раздел 2. Ведение технологического процесса на аддитивных установках	
МДК. 02.02. Ведение технологического процесса на аддитивных установках	
Тема 2.1 Выбор технологий аддитивного производства на основе технического задания	Основания для выбора конкретных аддитивных технологий
	Характеристики вещества, используемого для создания моделей
	Размеры рабочей зоны для установления габаритов
	Выбор аддитивной установки с учетом области использования
	Производители аддитивных установок различных типов
	Самостоятельная работа Сравнительный анализ технологий трехмерной печати. Составление аналитического материала
Тема 2.2 Эксплуатация 3D- принтера FDM-типа (расплавление пластиковой нити)	Применение в машиностроительном производстве
	Технические характеристики
	Технологические особенности печати
	Программное обеспечение принтера
	Настройка и калибровка
	Методы финишной обработки модели напечатанной на стереолитографическом 3D принтере
	Практические занятия: Подбор 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
	Самостоятельная работа
Тема 2.3 Эксплуатация фотополимерных аддитивных установок	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
	Практические занятия: Настройка установки для создания изделия Проверка цифровой модели в программе на наличие дефектов Подготовка модели к печати Печать изделия
	Самостоятельная работа
Тема 2.4 Эксплуатация установок лазерного спекания порошкового пластика	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 Практические занятия: Побор программного обеспечения для разработки модели Установка и настройка программного обеспечения на виртуальную машину Разработка модели поллой металлической структуры высокой геометрической сложности для печати Проверка модели в программном обеспечении на наличие дефектов Подготовка модели к печати Самостоятельная работа
Тема 2.5 3D принтер послойного наплавления	Применение в машиностроительном производстве Технические характеристики Технологические особенности печати Программное обеспечение принтера Настройка и калибровка Методы финишной обработки модели напечатанной на 3D принтере Практические занятия: Побор 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 Самостоятельная работа
Тема 2.1 Оборудование и контрольноизмерительные приборы для ремонта аддитивных установок	Содержание 1. Паяльное оборудование. 2. 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). Практические занятия: Работа с паяльным оборудованием. 2. Работа с оборудованием фиксации плат. 3. Работа с вакуумными пинцетами. 4. Работа с механическими экстракторами припоя. 5. Работа с антистатическим инструментом. 6. Работа с ручным инструментом. 7. Работа с лампами радиомонтажных работ
Раздел 3. Методы финишной обработки и контроля качества готовых изделий	
МДК. 02.03. Методы финишной обработки и контроля качества готовых изделий	
Введение	Цели и задачи профессионального модуля. Значение ПМ в профессиональной деятельности
Тема 3.1. Проверка соответствия готовых изделий техническому заданию	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; Практические занятия проверка соответствия готовых изделий техническому заданию - с применением ручного измерительного инструмента - с применением систем бесконтактной оцифровки Самостоятельная работа
Тема 3.2 Финишная обработка изделий на фрезерных и токарных станках	Применение токарных и фрезерных станков с числовым программным управлением для финишной обработке изделий, полученных посредством аддитивных технологий Технологическое оборудование, станки, инструменты и оснастка для финишной обработки изделий; Оптимальный технологический цикл финишной обработки изделия; Практические занятия Выполнения работ по доводке изделий, полученных посредством аддитивных технологий на фрезерных и токарных станках с ЧПУ Самостоятельная работа
Тема 3.3 Финишная обработка изделий на гидроабразивных установках,	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 Практические занятия Выполнения работ по доводке изделий, полученных посредством аддитивных технологий на гидроабразивных Самостоятельная работа
Тема 3.4 Финишная обработка изделий на расточных станках и с помощью ручного инструмента	Технические параметры, характеристики и особенности современных координатно-расточных станков, Использование координатно-расточных станков для целей финишной обработки изделий, полученных на аддитивных установках Ручные инструменты для финишной обработки, приемы работы Практические занятия 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; Самостоятельная работа

Тема 4.5 Прочие технологии финишной обработки изделий, полученных посредством аддитивных технологий	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
	Самостоятельная работа
Учебная практика (по профилю специальности)	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 Финишная обработка изделий и доводка изделий, полученных посредством аддитивных технологий, на фрезерных и токарных станках с ЧПУ, на гидроабразивных установках, с помощью ручного инструмента
Производственная практика (по профилю специальности)	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
Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – зачет/экзамен	
Всего 798	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

3.1. Материально-техническое обеспечение

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

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

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

3.2. Учебно-методическое обеспечение

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе. При формировании библиотечного фонда образовательной организации выбирается не менее одного издания из перечисленных ниже печатных изданий и (или) электронных изданий в качестве основного, при этом список может быть дополнен новыми изданиями.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. 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>

3.2.2. Дополнительные источники (при необходимости)

1.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Код ПК, ОК	Критерии оценки результата (показатели освоённости компетенций)	Формы контроля и методы оценки ⁶
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; Готовит и загружает рабочие материалы; Рассчитывает показатели, характеризующие эффективность работы оборудования; Проводит инструктаж по технике безопасности; организовывает рабочие места, обеспечивать их предметами и средствами труда;	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.

⁶ Примеры оформления формы контроля: контрольные работы, зачеты, квалификационные испытания, защита курсовых и дипломных проектов (работ), экзамены. Примеры оформления методов оценки: интерпретация результатов выполнения практических и лабораторных заданий, оценка решения ситуационных задач, оценка тестового контроля.

	Контролирует процесс создания изделия на аддитивной установке; Анализирует визуальную сигнализацию контрольных приборов аддитивной установки; Выявляет нарушение параметров технологического процесса; Выполняет доводку и финишную обработку изделий, полученных посредством аддитивных технологий с применением станков, установок и аппаратов механической обработки, ручного инструмента; Проверяет соответствие готовых изделий технической документации с применением измерительных инструментов Проводит визуальную проверку механических и оптических узлов аддитивной установки; Проводит проверку электронных узлов аддитивной установки посредством средств автоматизированного контроля; Производит диагностику оборудования;	
--	---	--

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

2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

<u>1. Общая характеристика</u>	
<u>1.1. Цель и место профессионального модуля «ПМ.03. Разработка технологического процесса производства изделий с применением аддитивных технологий» в структуре образовательной программы</u>	
<u>1.2. Планируемые результаты освоения профессионального модуля</u>	
<u>2. Структура и содержание профессионального модуля</u>	
<u>2.1. Трудоемкость освоения модуля</u>	
<u>2.2. Структура профессионального модуля</u>	
<u>2.3. Примерное содержание профессионального модуля</u>	
<u>2.4. Курсовой проект (работа) (для специальностей СПО, если предусмотрено)</u>	
<u>3. Условия реализации профессионального модуля</u>	
<u>3.1. Материально-техническое обеспечение</u>	
<u>3.2. Учебно-методическое обеспечение</u>	
<u>4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля</u>	

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИМЕРНОЙ 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 ПОП-П).

В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен⁷:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
ОК.01 ПК 3.1. ПК 3.2. ПК 3.3.	Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте - анализировать технологическую документацию стандартного изделия аддитивного производства; - анализировать конструктивно-технологические характеристики детали, исходя из ее служебного назначения; - работать с текстовыми и графическими редакторами, системами инженерной графики (CAD), системами инженерных расчетов (CAE), системами подготовки производства (CAM), системами автоматизированной технологической подготовки производства (CAPP)	Актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; - требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и Единой системы технологической документации; - порядок согласования технологической документации; - правила чтения конструкторской и технологической документации; - приемы применения систем автоматизированного проектирования при разработке конструкции изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий;	- использования конструкторской документации для проектирования маршрутного технологического процесса; - составления технологических маршрутов изготовления деталей и проектирования технологических операций в зависимости от требований, предъявляемых к изделию; - оформления технологической документации на операции аддитивного производства; - проектирования операций аддитивного производства; - анализа проблем совместимости исходных

⁷ Берутся сведения, указанные по данному виду деятельности в п. 4.2.

	- проектировать технологические операции, включая операции аддитивного производства; - выбирать схемы базирования, формировать маршрут технологического процесса; - разрабатывать и оформлять технологическую документацию; - согласовывать технологические требования при выполнении технологических операций; - осуществлять поиск в электронном архиве справочной информации, конструкторских и технологических документов о разрабатываемом технологическом процессе аддитивного производства - назначать оптимальные технологические режимы; - выполнять вычисления и обработку данных по разрабатываемому технологическому процессу аддитивного производства; - использовать вычислительную технику и программные средства для оформления производственной документации; - оформлять технологическую документацию на процессы изготовления типовых изделия	- требования к электронным моделям, предназначенным для производства на аддитивных установках; - устройство технологического, измерительного и исследовательского оборудования и принципы его работы; - основы физических явлений формирования объектов с применением аддитивных технологий; - критерии качества изделия по точности размеров и формы, структуре материала; - система допусков и посадок; - квалитеты и параметры шероховатости; - взаимовлияние параметров аддитивного технологического процесса; - влияние режимов технологического процесса аддитивного производства на качество получаемых изделий;	материалов, технологического оборудования и технологических режимов; - разработки управляющих программ создания изделий на аддитивных установках; - анализа конструкторской документации на технологичность конструкции; - подготовки электронной модели для изготовления с учетом особенностей оборудования и технологии изготовления
--	--	--	---

	аддитивного производства; - подготавливать электронную модель для изготовления изделия с учетом особенностей оборудования, технологии изготовления и требований конструкторской документации; - осуществлять выбор параметров аддитивного технологического процесса для обеспечения заданных свойств и требуемой точности изделия; - разрабатывать управляющие программы; - читать конструкторскую и технологическую документацию;		
--	--	--	--

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

2.1. Трудоемкость освоения модуля

Наименование составных частей модуля	Объем в часах	В т.ч. в форме практ. подготовки
Учебные занятия	216	38
Курсовая работа (проект)	30	
Самостоятельная работа		
Практика, в т.ч.:	216	216
учебная	72	72
производственная	144	144
Промежуточная аттестация		
Всего	432	254

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 ⁸	Учебная практика	Производственная практика
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОК.01 ПК 3.1. ПК 3.2. ПК 3.3	Раздел 1. Основы разработки технологического процесса производства изделий с применением аддитивных установок	288	38	216	216	30		72	
	Учебная практика		72						
	Производственная практика	144	144						144
	Промежуточная аттестация								
	Всего:	432	254	216	216	30			144

2.3. Примерное содержание профессионального модуля

Наименование разделов и тем	Примерное содержание учебного материала, практических и лабораторных занятия, курсовой проект (работа)
МДК.03.01 Основы разработки технологических процессов производства изделий с применением аддитивных установок	
Тема 1.1. Качество изделий	Содержание: 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 В том числе практических занятий Практическое занятие №1 Анализ изделия по точности размеров и формы, структуре материала. Практическое занятие №2 Определение годности детали
Тема 1.2. Технологичность изделий	Содержание Понятие и показатели технологичности изделия. Методы оценки технологичности, качественный и количественный. Технологичность конструкции изделий. Анализ технологичности изделия.

⁸ Самостоятельная работа в рамках образовательной программы планируется образовательной организацией.

	В том числе практических занятий и лабораторных работ Практическое занятие №3 Оценка технологичности конструкции изделия Практическое занятие №4 Определение способов повышения технологичности изделия
Тема 1.3. Базирование изделий	Содержание Понятия базирования и баз при проектировании и изготовлении изделий машиностроения. Виды баз: конструкторская, измерительная и технологическая. Схемы базирования Погрешности базирования В том числе практических занятий Практическое занятие №5 Выбор технологической базы детали Практическое занятие №6 Составление схемы базирования изделия
Тема 1.4. Исходная информация для проектирования технологических процессов	Содержание 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. В том числе практических занятий Практическое занятие №7 Анализ исходных данных для проектирования технологического процесса типового изделия, изготавливаемого на участке аддитивного производства
Тема 1.5. Технологические операции	Содержание 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 В том числе практических занятий и лабораторных работ Практическое занятие №8 Разработка операции аддитивного производства Практическое занятие №9 Составление управляющей программы для операции аддитивного производства

Тема 1.6. Последовательность проектирования технологического процесса	Содержание 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. В том числе практических занятий и лабораторных работ Практическое занятие № 10 Анализ исходных данных для составления маршрута изготовления изделия
Тема 1.7. Типовые технологические процессы	Содержание 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. В том числе практических занятий и лабораторных работ Практическое занятие №11 Выбор типового технологического процесса аддитивного производства Практическое занятие №12 Выполнение поиска данных в электронных справочных системах и библиотеках о несложных изделиях, изготавливаемых методами аддитивных технологий
Тема 1.8. Производственный цикл	Содержание 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.

Тема 1.9. Единые требования по оформлению документов на технологические процессы	Содержание 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
Тема 1.10. Применение систем автоматизированного проектирования для оформления технологической документации	Содержание Системы автоматизированного проектирования технологического процесса в машиностроительном производстве: особенности, задачи САПР. Автоматизированная технологическая подготовка производства. Виды CAPP (Computer-Aided Process Planning) систем для проектирования технологических процессов и оформления технологической документации. Взаимодействие CAPP систем с системами инженерной графики (CAD), системами инженерных расчетов (CAE), системами автоматизации подготовки и управления производства (CAM). Работа в системе автоматизированного проектирования: основные компоненты, интерфейс, панели, настройка, типы документов. Работа с библиотеками. Эскизные прорисовки, оформление технологической документации. Моделирование конструктивных решений и структурно-компоновочных вариантов изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий. Порядок выполнения компоновочных расчетов несложных изделий. Порядок проектирование необходимой технологической оснастки для аддитивного производства. Использование системы автоматизированной технологической подготовки производства для редактирования типовых и аналогичных технологических процессов. Порядок разработки технологических инструкций по изготовлению несложных изделий аддитивного производства. Порядок оформления технологических карт последующей обработки несложного изделия аддитивного производства. Правила согласования технологической документации В том числе практических занятий и лабораторных работ Практическое занятие №13 Оформление маршрутной карты технологического процесса изготовления изделия в CAPP-системе Практическое занятие №14 Оформление операционной карты технологического процесса изготовления в CAPP-системе Практическое занятие №15 Оформление карты эскизов в CAPP-системе

Тема 1.11. Параметры изготовления изделий на аддитивных установках	Содержание Параметры влияющие на качество изделия для различных типов аддитивных установок. Методика расчета и оптимизации параметров изготовления изделия. Порядок выбора параметров аддитивного технологического процесса для обеспечения заданных свойств и требуемой точности изделия. Разработка технологических процессов последующей обработки изделия аддитивного производства. В том числе практических занятий и лабораторных работ Практическое занятие № 16 Расчет параметров изготовления изделия заданной точности на аддитивной установке
Тема 1.12. Основы технического нормирования	Содержание Техническое нормирование. Термины и определения. Задачи технического нормирования Виды нормируемых процессов. Нормирование технологических операций изготовления несложных изделий аддитивного производства с помощью системы автоматизированной технологической подготовки производства. Расчет норм расхода технологических газов и энергии с помощью системы автоматизированной технологической подготовки производства.
Тема 1.13. Состав технической нормы времени	Содержание 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 В том числе практических и лабораторных занятий Практическое занятие №17 Расчет машинного времени аддитивной установки Расчет вспомогательного времени на операции аддитивного производства Расчет штучного времени на операции аддитивного производства

Тема 1.14. Патентный поиск	Содержание 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.
Курсовой проект	
Учебная практика Виды работ 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	
Производственная практика Виды работ 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	
Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – зачет/экзамен	
Всего 432	

2.4. Курсовой работа (проект)

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 ПОП-П.

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

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

3.2. Учебно-методическое обеспечение

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе. При формировании библиотечного фонда образовательной организации выбирается не менее одного издания из перечисленных ниже печатных изданий и (или) электронных изданий в качестве основного, при этом список может быть дополнен новыми изданиями.

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. 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>

3.2.2. Дополнительные источники (при необходимости)

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Код ПК, ОК	Критерии оценки результата (показатели освоённости компетенций)	Формы контроля и методы оценки ⁹
ОК.01 ПК 3.1. ПК 3.2. ПК 3.3	Обосновывает выбор и применяет методы и способы решения профессиональных задач Разрабатывает маршрутный технологический процесс изготовления изделия с применением САПР; Составляет комплект технологической документации Проектирует операции аддитивного производства; Разрабатывает управляющие программы для производства несложных изделий на участках аддитивного производства Подготавливает технологическую модель для изготовления изделия с учетом особенностей оборудования, технологии изготовления и требований конструкторской документации; Выбирает параметры аддитивного технологического процесса для обеспечения заданных свойств и требуемой точности изделия	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.

⁹ Примеры оформления формы контроля: контрольные работы, зачеты, квалификационные испытания, защита курсовых и дипломных проектов (работ), экзамены. Примеры оформления методов оценки: интерпретация результатов выполнения практических и лабораторных заданий, оценка решения ситуационных задач, оценка тестового контроля.

