Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Грошева Татьяна Александровна
Должность: Руководитель Программы развития
Дата подписания: 05.11.2026 12:35:33
Уникальный программный ключ:
bd65ad74c105796ac0a2ab45d5eb5bd2b80fe6c4

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Югорский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель программы развития
_____ Т.А. Грошева
«23» 10 2026 г.

ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ПО ПРОФЕССИЯМ РАБОЧИХ, ДОЛЖНОСТЯМ СЛУЖАЩИХ

204033 – «Техник-технолог аддитивного производства»

Профессиональная подготовка: 3 квалификационный разряд, срок обучения – 10 мес.

Документ: П ПО
Дата разработки: 16.10.2026

Номер и дата регистрации:
№ 07-12-110 от 23.10.2026
№_____ от_____
№_____ от_____

Ханты-Мансийск, 2026

ФГБОУ ВО "Югорский государственный университет"

Лист согласования

Служебная записка №21243 от 16.10.2026 "Программа профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих "Техник-технолог аддитивного производства" (ИД: 509008, Версия 1)

Ответственный: Малахова Е.А. (Руководитель)

Согласующий	Результат	Комментарий	Статус ЭП	Версия	Дата/Время
Доцент (ЦЕНТР ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ИНЖИНИРИНГА) Лебедева Илона Дмитриевна	Согласовано		Действующая	1	16.10.2026 05:47
Доцент (ПОЛИТЕХНИЧЕСКАЯ ШКОЛА) Парамзин Александр Олегович	Согласовано		Действующая	1	16.10.2026 07:18
Доцент (ПОЛИТЕХНИЧЕСКАЯ ШКОЛА) Лютаревич Александр Геннадьевич	Согласовано		Действующая	1	19.10.2026 02:59
Руководитель (Стратегический проектный офис) Каверин Александр Александрович	Согласовано		Действующая	1	20.10.2026 12:09
Первый проректор (РЕКТОРАТ) Костылева Татьяна Александровна	Согласовано		Действующая	1	21.10.2026 11:32
Руководитель программы развития (РЕКТОРАТ) Грошева Татьяна Александровна	Согласовано	Принято к сведению.	Действующая	1	23.10.2026 05:52

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Цель реализации программы:

Профессиональное обучение по программе направлено на приобретение обучающимися профессиональной компетенции, в том числе для работы с конкретным оборудованием, технологиями, аппаратно-программными и иными профессиональными средствами и получение квалификации по профессии 204033 «Техник-технолог аддитивного производства» 3 квалификационного разряда.

Реализация программы профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих направлена на обучение лиц, ранее не имевших профессии рабочего или должности служащего.

Целью реализации программы является формирование у обучающихся профессиональных знаний, умений и навыков по профессии 204033 «Техник-технолог аддитивного производства», предусмотренных требованиями Единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих (ЕТКС) выпуск 1, раздел «Профессии рабочих, общие для всех отраслей народного хозяйства», профессионального стандарта по виду профессиональной деятельности 40.159, с присвоением 3 квалификационного разряда.

Программа профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих «Техник-технолог аддитивного производства» 3 квалификационного разряда является программой ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», интегрированной с программой высшего образования по направлению подготовки 04.03.01 Химия, 05.03.03 Картография и геоинформатика, 05.03.06 Экология и природопользование, 08.03.01 Строительство, 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 09.03.04 Программная инженерия, 10.03.01 Информационная безопасность, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 20.03.01 Техносферная безопасность, 21.03.01 Нефтегазовое дело, 21.05.02 Прикладная геология, 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии, 27.03.05 Инноватика, 38.03.01 Экономика, 38.03.02 Менеджмент, 40.03.01 Юриспруденция, 42.03.02 Журналистика, 44.03.02 Психолого-педагогическое образование, 44.03.03 Специальное (дефектологическое) образование, 45.03.01 Филология, 45.03.02 Лингвистика, 49.03.01 Физическая культура 2025 года набора. Программа реализуется с целью обеспечения академического права обучающихся на одновременное получение нескольких квалификаций путем освоения образовательной программы высшего образования, интегрированной с основной программой профессионального обучения, предусмотренного пунктом 6 части 1 статьи 34, частью 8.1 статьи 12 и пунктом 5 статьи 73 Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», с учетом Методических рекомендаций по разработке и реализации образовательных программ высшего образования, предусматривающих возможность одновременного получения обучающимися нескольких квалификаций, (письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 21.07.2023 № МН-5/2645-ДА «О применении отдельных норм законодательства об образовании»).

1.2. Трудоемкость программы:

Продолжительность обучения – 4 зачетных единицы / 144 часа, в том числе:

- **16 час.** теоретическое обучение;
- **86 час**. практическая подготовка;
- **24 час.** самостоятельные работы;
- **18 час.** экзамен.

1.3. Форма обучения – очная с использованием электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

1.4. Категория обучающихся: обучающиеся ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет» по направлению подготовки 04.03.01 Химия, 05.03.03 Картография и геоинформатика, 05.03.06 Экология и природопользование, 08.03.01 Строительство, 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 09.03.04 Программная инженерия, 10.03.01 Информационная безопасность, 13.03.02 Электроэнергетика и

электротехника, 20.03.01 Техносферная безопасность, 21.03.01 Нефтегазовое дело, 21.05.02 Прикладная геология, 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии, 27.03.05 Инноватика, 38.03.01 Экономика, 38.03.02 Менеджмент, 40.03.01 Юриспруденция, 42.03.02 Журналистика, 44.03.02 Психолого-педагогическое образование, 44.03.03 Специальное (дефектологическое) образование, 45.03.01 Филология, 45.03.02 Лингвистика, 49.03.01 Физическая культура 2025 года набора.

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Требования к результатам освоения программы сформированы на основе квалификационных требований, предъявляемых профессии 204033 «Техник-технолог аддитивного производства» 3 разряда.

По завершении обучения обучающиеся должны обладать следующими компетенциями.

– способен выполнять несложные мероприятия по контролю технологий аддитивного производства (ДПК-3.1);

– способен вести учет документации по технологиям аддитивного производства (ДПК-3.2);

В результате освоения программы обучающиеся должны приобрести следующие знания и умения, необходимые для приобретения компетенций:

знать:

– понятия, основные методы, используемые материалы аддитивных производств (ДПК-3.1 З-1);

– текстовые редакторы: наименования, возможности и порядок работы в них (ДПК-3.1 З-2);

– требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности в аддитивном производстве (ДПК-3.1 З-3);

– основные правила ведения производственной документации, а также порядок работы с электронным архивом технической документации (ДПК-3.2 З-1),

уметь:

– оценивать соответствие исходного материала для изготовления несложных изделий аддитивного производства предъявляемым технологическим требованиям по химическому составу и форме (ДПК-3.1 У-1);

– обрабатывать и оформлять в электронном виде информацию о параметрах аддитивного производства (ДПК-3.2 У-1),

владеть:

– навыками периодического контроля несложных операций последующей обработки изделий аддитивного производства (ДПК-3.1 В-1);

– навыками ведения электронных таблиц и баз данных по технологическому оборудованию, исходным материалам, средствам контроля и готовым изделиям аддитивного производства (ДПК-3.2 В-1).

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

3.1. Учебный план

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля)	Всего, час.	Форма занятий				Форма контроля
			лекции	практические занятия	практика	самостоятельная работа	
1	**Производство изделий средствами трехмерной печати**	**144**	**16**	**86**	**0**	**24**	

1.1	Преимущества и ограничения 3D-печати по сравнению с традиционными методами	**18**	**4**	**8**	**-**	**6**	зачет
1.2	CAD-моделирование	**18**	**4**	**8**	**-**	**6**	
1.3	Слайсеры	**18**	**4**	**8**	**-**	**6**	
1.4	Себестоимость 3D-печати	**18**	**4**	**8**	**-**	**6**	
1.5	Учет анизотропии и внутренних напряжений	**8**	**-**	**8**	**-**	**-**	экзамен
1.6	Оптимизация формы для снижения веса и расхода материала	**10**	**-**	**10**	**-**	**-**	
1.7	Устранение типовых дефектов печати	**12**	**-**	**12**	**-**	**-**	
1.8	Испытания на прочность, точность и износостойкость	**8**	**-**	**8**	**-**	**-**	
1.9	Механическая и химическая постобработка	**8**	**-**	**8**	**-**	**-**	
1.10	Автоматизация и цифровизация производства	**8**	**-**	**8**	**-**	**-**	
	Итоговая аттестация	**18**	**-**	**-**	**-**	**-**	**квалификационный экзамен**
	Всего часов	**144**	**16**	**86**	**0**	**24**	

3.2. Календарный учебный график

Объем учебной нагрузки: 4 зачетных единицы / 144 часа

Форма обучения: очная с использованием электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

Режим занятий: 2 раза в неделю не более 8 академических часов в день

Период обучения: с 01.09.2026 по 30.06.2027 (3-4 семестр освоения интегрированной программы высшего образования по направлениям подготовки 04.03.01 Химия, 05.03.03 Картография и геоинформатика, 05.03.06 Экология и природопользование, 08.03.01 Строительство, 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 09.03.04 Программная инженерия, 10.03.01 Информационная безопасность, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 20.03.01 Техносферная безопасность, 21.03.01 Нефтегазовое дело, 21.05.02 Прикладная геология, 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии, 27.03.05 Инноватика, 38.03.01 Экономика, 38.03.02 Менеджмент, 40.03.01 Юриспруденция, 42.03.02 Журналистика, 44.03.02 Психолого-педагогическое образование, 44.03.03 Специальное (дефектологическое) образование, 45.03.01 Филология, 45.03.02 Лингвистика, 49.03.01 Физическая культура 2025 года набора.

Расписание занятий: в соответствии с расписанием учебных дисциплин (модулей) интегрированной программы высшего образования по направлениям подготовки 04.03.01 Химия, 05.03.03 Картография и геоинформатика, 05.03.06 Экология и природопользование, 08.03.01 Строительство, 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 09.03.04 Программная инженерия, 10.03.01 Информационная безопасность, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 20.03.01 Техносферная безопасность, 21.03.01 Нефтегазовое дело, 21.05.02 Прикладная геология, 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии, 27.03.05 Инноватика, 38.03.01 Экономика, 38.03.02 Менеджмент, 40.03.01 Юриспруденция, 42.03.02 Журналистика, 44.03.02 Психолого-педагогическое образование, 44.03.03 Специальное (дефектологическое) образование, 45.03.01 Филология, 45.03.02 Лингвистика, 49.03.01 Физическая культура 2025 года набора.

3.3. Рабочие программы дисциплин

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля)	Содержание обучения, дидактические единицы	Оценочные средства
1	**Дисциплина 1 «Производство изделий средствами трехмерной печати»**		
1.1	Преимущества и ограничения 3D-печати по	- Введение (Актуальность темы: Революция в производстве и переход к цифровому производству. Определение ключевых понятий:	Тест; Опрос

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля)	Содержание обучения, дидактические единицы	Оценочные средства
	сравнению с традиционными методами	- аддитивные технологии (3D-печать) – процесс создания объекта послойным наращиванием материала на основе цифровой модели. - традиционные (субтрактивные) методы – процессы, при которых деталь создается путем удаления материала из заготовки (точение, фрезерование и т.д.). - формообразующие методы – процессы, где материал заливается в готовую форму (литье, штамповка).); - Ключевые преимущества 3D-печати (Создание изделий со сложными внутренними структурами (решетки, полости), которые невозможно получить фрезерованием. Производство деталей с интегрированными функциями (шарниры, сборки «в одном принтере»). Оптимизация формы под нагрузку (топологическая оптимизация) без оглядки на ограничения станков. Экономическая эффективность единичного производства (прототипы, индивидуальные изделия). Применение в медицине (слуховые аппараты, зубные протезы, хирургические шаблоны), где каждый продукт уникален. Быстрое изготовление функциональных прототипов для тестирования (Rapid Prototyping). Сокращение времени выхода продукта на рынок (Time-to-Market). Аддитивный принцип «только там, где нужно» против субтрактивного «вычитания из целого». Экономия дорогостоящих материалов (титан, инконель). Печать сложных узлов и механизмов как единой детали. Снижение количества компонентов, крепежа и операций сборки, повышение надежности. Отсутствие необходимости в дорогостоящей оснастке (формы, пресс-формы). Возможность печатать детали «здесь и сейчас», сокращая логистические цепочки и складские запасы.); - Наименование практических занятий: «Основные ограничения и недостатки 3D-печати» (Ограничения по производительности и скорости Низкая скорость построения для крупносерийного производства. Экономическая нецелесообразность при больших тиражах по сравнению с литьем под давлением. Высокая стоимость единицы продукции при массовом производстве. Относительно высокая стоимость материалов и их подготовки. Затраты на постобработку (удаление поддержек, шлифовка, термообработка). Ограничения по материалам и их свойствам. Более узкий ассортимент доступных материалов по сравнению с традиционными методами. Анизотропия механических свойств (прочность в разных направлениях может отличаться). Необходимость специфической сертификации материалов для критических отраслей (авиация, медицина). Ограничения по точности и качеству поверхности Ступенчатость поверхностей ("эффект ступенек") из-за послойного построения. Как правило, более низкое качество поверхности, требующее дополнительной механической обработки. Ограничения по минимальной толщине стенок и	

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля)	Содержание обучения, дидактические единицы	Оценочные средства
		размерам элементов. Необходимость в квалифицированных кадрах и сложность процесса. Требуется глубокое знание не только проектирования, но и технологий печати, настроек оборудования. Процесс включает множество этапов (подготовка файла, печать, постобработка), каждый из которых может привести к браку. Вопросы стандартизации и контроля качества. Сложность обеспечения стабильного и повторяемого качества от партии к партии. Отсутствие единых, устоявшихся стандартов для многих отраслей.); «Сравнительный анализ: когда что выбирать?» (Критерии выбора технологии. Тираж: «Единичный/мелкосерийный» (3D-печать) или «Крупносерийный» (традиционные методы). Сложность геометрии: «Сверхсложная, интегрированная» (3D-печать) или «Простая или сборная» (традиционные методы). Срочность: «Быстрый прототип или деталь «на вчера» (3D-печать) или «Плановое производство». Бюджет: «Низкие затраты на оснастку, но высокие на материал» (3D-печать) или «Высокие затраты на оснастку, но низкая себестоимость при тираже (литье)». Требования к материалу: «Стандартные инженерные свойства (традиционные) или Специфические (биосовместимость, решетчатые структуры)». Гибридные подходы. Использование 3D-печати для создания оснастки (литьевых форм, пресс-форм) для традиционных методов. Комбинация 3D-печати заготовки с последующей высокоточной механической обработкой (гибридные станки).).	
1.2	CAD-моделирование	- CAD-системы по типам моделирования (основные подходы) (Прямое моделирование. Параметрическое моделирование. Гибридное моделирование. Твердотельное моделирование. Каркасное моделирование.); - CAD-системы по этапам проектирования (рабочий процесс) (Создание 2D-контура. Нанесение размеров и геометрических зависимостей (перпендикулярность, параллельность и т.д.). Создание 3D-геометрии. Операции выдавливания, вращения, вытягивания по сечениям (лофт), по направляющим. Операции вырезки, скругления, фасок, массива, зеркального отражения. Создание сборок. Соединение отдельных деталей в единый механизм. Назначение типов соединений (совпадение, параллельность, концентричность и др.). Проверка на пересечения (интерференцию). Создание чертежей. Генерация 2D-видов (проекций, разрезов, сечений) из 3D-модели. Нанесение размеров, допусков, шероховатости, технических требований. Создание спецификаций.); - Наименование практических занятий: «Создание 3D-геометрии»; «Дополнительные функции, интегрированные в CAD-системы».	Тест; Опрос

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля)	Содержание обучения, дидактические единицы	Оценочные средства
1.3	Слайсеры	- CAD-системы по типам моделирования (основные подходы) (Введение: что такое слайсер? Базовая структура слайсера. Создание и инициализация слайсеров. Основные операции со слайсерами. Важные особенности и принципы работы.); - Наименование практических занятий: «Встроенные функции для работы со слайсерами».	Тест; Опрос
1.4	Себестоимость 3D-печати	- Себестоимость 3D-печати (Основные компоненты себестоимости (Калькуляция затрат). Переменные и постоянные затраты. Влияние технологических факторов на себестоимость. Скрытые и сопутствующие затраты.); - Наименование практических занятий: «Методы расчета и инструменты расчета себестоимости 3D-печати».	Тест; Опрос
1.5	Учет анизотропии и внутренних напряжений	- Учет анизотропии и внутренних напряжений (Учет анизотропии материала. Математическое описание анизотропии. Методы определения анизотропных свойств. Учет внутренних (остаточных) напряжений. Проектирование изделий из полимерных композиционных материалов.); - Наименование практических занятий: «Учет анизотропии и внутренних напряжений».	Тест; Опрос
1.6	Оптимизация формы для снижения веса и расхода материала	- Оптимизация формы для снижения веса и расхода материала (Методы и стратегии оптимизации геометрии. Учет технологических особенностей 3D-печати. Верификация и проверка результатов. Практические кейсы и области применения.); - Наименование практических занятий: «Оптимизация формы для снижения веса и расхода материала».	Тест; Опрос
1.7	Устранение типовых дефектов печати	- Устранение типовых дефектов 3D печати (Основные дефекты и их устранение. Неравномерное прилипание первого слоя. Провисания и деформация. Забитое сопло и проблемы с подачей пластика. Неправильные настройки экструзии. «Слоновья нога».); - Наименование практических занятий: «Устранение типовых дефектов 3D печати».	Тест; Опрос
1.8	Испытания на прочность, точность и износостойкость	- Испытания на прочность, точность и износостойкость (Методы испытания на прочность. Методы испытания на точность. Методы испытания на износостойкость.); - Наименование практических занятий: «Испытания на прочность, точность и износостойкость изделий 3D печати».	Тест; Опрос
1.9	Механическая и химическая постобработка	- Механическая и химическая постобработка (Удаление поддержек и грубая обработка. Шлифовка. Финишная полировка. Сглаживание растворителем (например, ацетоном для ABS). Полировка парами растворителя. Химическая полировка (нанесение растворителя кистью/аэрозолем).); - Наименование практических занятий: «Механическая и химическая постобработка деталей 3D печати».	Тест; Опрос
1.10	Автоматизация и цифровизация производства	- Автоматизация и цифровизация аддитивного производства (Использование роботов и машин. Контроль производственных операций. Постобработка. Управление производственным	Тест; Опрос

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля)	Содержание обучения, дидактические единицы	Оценочные средства
		процессом. Принятие решений на основе данных. Цифровые двойники.); - Наименование практических занятий: «Автоматизация и цифровизация аддитивного производства».	

Виды и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа слушателей программы ориентирована на выработку навыков эффективной профессиональной теоретической, практической деятельности. Самостоятельная работа по освоению программы осуществляется в осмыслении теоретического материала в соответствии с дисциплинами программы, выполнении разработки сценариев занятий по преподаваемой дисциплине, подготовке к промежуточной и итоговой аттестации.

Самостоятельная работа слушателя предполагает углубление и закрепление теоретических знаний. Самостоятельная работа слушателя включает следующие виды самостоятельной деятельности: самостоятельное углубленное изучение вопросов программы, выполнение индивидуальных заданий, подготовка к экзамену.

Используемые образовательные технологии

№ темы	Образовательные технологии
Темы 1.1 – 1.10	Технология традиционного обучения

3.4. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются (при необходимости) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Категории обучающихся	Формы учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся с ОВЗ по дисциплине
с нарушением слуха	- в печатной форме; - в форме электронного документа;
с нарушением зрения	- в печатной форме увеличенным шрифтом; - в форме электронного документа; - в форме аудиофайла;
с нарушением опорно-двигательного аппарата	- в печатной форме; - в форме электронного документа; - в форме аудиофайла;

Методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся с ограниченными возможностями здоровья представлено (при необходимости):

электронный учебно-методический комплекс дисциплины на сайте ЮГУ по ссылке https://eluniver.ugrasu.ru/

4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

В процессе изучения каждой дисциплины текущий контроль освоения материалов. Дисциплины завершаются промежуточной аттестацией. К итоговой аттестации допускаются слушатели, успешно завершившие в полном объеме освоение программы профессионального обучения и прошедшие все предшествующие аттестационные испытания, предусмотренные учебным планом.

Профессиональная подготовка завершается итоговой аттестацией в форме квалификационного экзамена. Квалификационный экзамен включает в себя практическую квалификационную работу и проверку теоретических знаний. Проведение итоговой аттестации в соответствии с утвержденной Университетом в установленном порядке программой квалификационного экзамена осуществляется в рамках реализации интегрированной программы высшего образования:

– в виде практической квалификационной работы – в рамках промежуточной аттестации по дисциплине «Производство изделий средствами трехмерной печати»

– в виде проверки теоретических знаний – в рамках промежуточной аттестации по дисциплине «Производство изделий средствами трехмерной печати».

К проведению квалификационного экзамена привлекаются представители работодателей, их объединений.

Квалификационный экзамен проводится для определения соответствия полученных знаний, умений и навыков программе профессионального обучения 204033 «Техник-технолог аддитивного производства» и установления на этой основе обучающимся 3 квалификационного разряда.

Темы практических квалификационных работ

Обратное проектирование деталей с использованием данных ручного обмера, подготовка технической документации

Участникам даются: физический объект.

Задание:

1. Произвести обмер ручным измерительным инструментом деталей и на основании полученных данных построить редактируемые твердотельные 3D-модели.

Для деталей резьбы должны быть показаны условным обозначением.

Цилиндры с резьбой измеряются по внешнему диаметру резьбы. Диаметр внутренней резьбы соответствует наружной резьбе детали, с которой они соединяются.

Единицы измерения построенной конкурсантом компьютерной модели:

миллиметры (мм) - для линейных размеров и градус (°) - для угловых. Для оценивания работы по модулю участник должен сдать CAD-модель детали в формате используемой программы и формате STEP.

2. Выполнить чертежи деталей на основание постоянных CAD-модели. Единицы измерения построенной конкурсантом компьютерной модели: миллиметры (мм) – для линейных размеров и градус (°) - для угловых. Для оценивания работы по модулю участник должен сдать чертеж модели детали в формате используемой программы и формате PDF. Чертеж каждой детали должен содержать все необходимые размеры для построения. Чертеж должен соответствовать нормам ЕСКД. Выполнять чертежи на листе формата А4.

Все неугловые размеры должны быть округлены с шагом 0,5 промышленных единиц измерения. Все размеры должны быть десятичными. Единицы измерения угловых размеров - градусы (°). Угловые размеры должны быть округлены с шагом 0,5 градуса (°).

Построенные модели сохранить на рабочем столе в папке <Фамилия>\D\ в файл: «модель» в формате рабочей программы и «модель.stp».

Вопросы к теоретической части квалификационного экзамена

1. Опишите основные причины возникновения проблем адгезии между слоями при FDM-печати. Какие методы можно использовать для улучшения межслойной адгезии?

2. Какие ключевые параметры настройки 3D-принтера (температура сопла, скорость печати, толщина слоя и др.) наиболее критично влияют на качество готового изделия?

3. Приведите примеры оптимальных настроек печати для разных материалов (PLA, ABS, нейлон).

4. Как выбрать оптимальную технологию 3D-печати (FDM, SLA, SLS, SLM) для конкретного изделия? Опишите алгоритм выбора на основе требований к материалу, точности, прочности и тиражу.

5. Из каких основных компонентов складывается себестоимость изделия, изготовленного методом 3D-печати?

6. Какие простые тесты можно провести, чтобы оценить качество 3D-печатной детали? В чем их суть?

7. Как цифровые технологии упрощают работу с 3D-печатью? Приведите 2 примера.

8. Назовите 3 распространенных дефекта FDM-печати и способы их устранения.

9. Почему 3D-печатные детали часто имеют разную прочность в разных направлениях? Как можно уменьшить влияние анизотропии?

10. Почему при печати больших PETG-деталей часто появляются трещины? Как этого избежать?

5. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

5.1. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий с перечнем основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов и объектов
Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий	Специализированная учебная мебель на 15 посадочных мест. 15 ПК, 1 проектор, Лазерный CO2 станок Zareff Ruida 1300*900 мм, 3D принтер с двумя экструдерами CreatBot F430, FDM 3D принтер QIDI X-Max 3, FDM 3D принтер Creality K1max, Фотополимерный принтер Anycubic Photon M3 Premium, Лазерный 3Д сканер Scanform G5, Проекционный 3D сканер Shining 3D, раздаточный материал, тестовые задания, презентации к темам лекционного материала	628012, Россия, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ-Югра, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, д.16, 3-ий учебный корпус Комплекса зданий ВУЗов, аудитория 105л

5.2. Учебно-методическое обеспечение программы

5.2.1. Основная литература:

1. Тарасова, Татьяна Васильевна. Аддитивное производство : Учебное пособие / Т. В. Тарасова. - 1. - Москва : ИНФРА-М, 2025. - 196 с. - (Высшее образование). - </A></A> УДК 621(075.8) ББК 34.4я73</><title>Экз-ры полностью 621(075.8)/Т 19-110305651</title> Нет сведений об экземплярах.

2. Семиглазов, В. А. 3D Технологии : учебное пособие / В. А. Семиглазов. - Москва : ТУСУР, 2023. - 192 с. - Б. ц. - УДК 004.9 ББК 30.2-5-05.

3. Преображенская, Е. В. Изготовление изделий в условиях аддитивного производства по технологии FDM / Е. В. Преображенская, А. А. Лим, И. В. Кудрявцев, Т. Н. Боровик. - Москва : РТУ МИРЭА, 2024. - 61 с. - УДК 621.7 ББК 30.601.

5.2.2. Дополнительная литература:

1. Суворов, А. П. Создание трехмерных моделей для аддитивного производства на основе полигонального моделирования. Лабораторный практикум : учебное пособие для вузов / А. П. Суворов. - 2-е изд., стер. (полноцветная печать). - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 64 с. - УДК 004.94 ББК 32.973я73Нет сведений об экземплярах.

5.2.3. Электронные ресурсы

№	Ссылка на информационный ресурс	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность
Электронно-библиотечные системы			
1	https://diss.rsl.ru	Электронная библиотека диссертаций РГБ	Авторизованный доступ
	http://elibrary.ru	Научная электронная	Авторизованный доступ

2		библиотека eLIBRARY.RU	
3	https://urait.ru	Образовательная платформа Юрайт	Авторизованный доступ
4	https://www.iprbookshop.ru	ЭБС IPR SMART	Авторизованный доступ
5	http://znanium.com	ЭБС «Znanium»	Авторизованный доступ
6	https://e.lanbook.com	ЭБС «Лань»	Авторизованный доступ
7	http://lib.rucont.ru	ЭБС «Руконт»	Авторизованный доступ
Информационные справочные системы			
8	http://www.consultant.ru/	СПС КонсультантПлюс	Авторизованный доступ
Профессиональные базы данных			
9	http://garant.ugrasu.ru/	СПС Гарант	Авторизованный доступ

6. РАЗРАБОТЧИК ПРОГРАММЫ

Лютаревич Александр Геннадьевич, канд. техн. наук, доцент политехнической школы ЮГУ.