Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Тлисов Азамат Борисович
Должность: Директор Северо-Кавказского института - филиала РАНХиГС
Дата подписания: 24.12.2025 22:16:38
Уникальный программный ключ:
ac2df3a37f30cf89983b8fac4daa7e874c1d10ed

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»
Северо-Кавказский институт-филиал

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 00D6F63EBCD061699092680962737E91ED
Владелец: Тлисов Азамат Борисович
Действителен: с 28.04.2025 до 22.07.2026

Директор института-филиала
А..Б. Тлисов
«30» июня 2025 г.

УТВЕРЖДЕНА
ученым советом института-филиала
Протокол от «30» июня 2025г. № 09

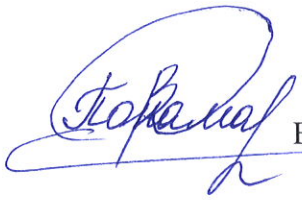
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА

повышения квалификации

«Оператор оборудования трёхмерной печати»

Пятигорск, 2025

Разработчики:

Старший преподаватель
кафедры государственных
и социально-экономических дисциплин
Филиала СГПИ в г. Железноводске  В.П. Пономаренко

Руководитель программы:
кандидат экономических наук
доцент кафедры
государственного, муниципального управления и права  В.А. Романов

Руководитель структурного подразделения:
кандидат экономических наук, доцент
заведующий кафедрой
государственного, муниципального управления и права  М.А. Мамбетов

Дополнительная профессиональная программа рекомендована к утверждению и реализации на заседании ученого совета института-филиала «_30» июня 2025 г., протокол № 09

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ 4
1.1. Цель реализации....4
1.2. Нормативная правовая база 4
1.3. Планируемые результаты обучения....5
1.4. Категория слушателей....6
1.5. Формы обучения и сроки освоения....7
1.6. Период обучения и режим занятий 7
1.7. Документ о квалификации 7
2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ....8
2.1. Календарный учебный график....8
2.2. Учебный план....9
2.3. Содержание программы по модулям, разделам, дисциплинам или темам. 11
3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ....12
3.1. Кадровое обеспечение 12
3.2. Материально-техническое и программное обеспечение реализации программы....13
3.3. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы....13
4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ 21
Формы и процедуры оценки: 21

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Цель реализации

Повышение квалификации для лиц, которым необходимо профессиональное развитие в части инженерных навыков в области 3Dмоделирования и изготовления изделий на оборудовании трехмерной печати.

.

1.2. Нормативная правовая база

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации разрабатывалась на основании следующих нормативных документов:

1. Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»// Собрание законодательства Российской Федерации от 31 декабря 2012 г. № 53 (часть I) ст. 7598
2. Приказ Минобрнауки России от 01 июля 2013 №499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам» (ред. от 15 ноября 2013) // Гарант: справочно-правовая система [Офиц. сайт]. URL: https://www.garant.ru/ (дата обращения: 15.12.2024).
3. Приказ Минтруда России от 21.10.2021 N 750н "Об утверждении профессионального стандарта «Оператор трехмерной печати» (Зарегистрировано в Минюсте России 23.11.2021 N 65949) // [Электронный ресурс]. - Гарант: справочно-правовая система [Офиц. сайт]. URL: https://www.garant.ru/ (дата обращения: 15.12.2024).
4. «Общероссийский классификатор видов экономической деятельности» (утв. Приказом Росстандарта от 31.01.2014 (14-ст) (ред. от 07 ноября 2023) // Гарант: справочно-правовая система [Офиц. сайт]. URL: https://www.garant.ru/ (дата обращения: 15.12.2024).
5. Приказ Минздравсоцразвития РФ от 26.08.2010 №761н (ред. от 31 мая 2011) «Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел "Квалификационные характеристики должностей работников образования» (ред. от 31 мая 2011) // Гарант: справочно-правовая система [Офиц. сайт]. URL: https://www.garant.ru/ (дата обращения: 15.12.2024).
6. Постановление Минтруда России от 21 августа 1998 №37 (ред. от 27 марта 2018) «Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих» (ред. от 27 марта 2018) // Гарант: справочно-правовая система [Офиц. сайт]. URL: https://www.garant.ru/ (дата обращения: 15.12.2024).
7. Постановление Правительства РФ от 11 октября 2023 г. N 1678 «Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ».
8. Методические рекомендации по использованию электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации дополнительных профессиональных образовательных программ Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 апреля 2014 №06–381 // Гарант: справочно-правовая система [Офиц. сайт]. URL: https://www.garant.ru/ (дата обращения: 15.12.2024).
9. Методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов (утв. Минобрнауки России 22 января 2015 №ДЛ-1/05вн) // Гарант: справочно-правовая система [Офиц. сайт]. URL: https://www.garant.ru/ (дата обращения: 15.12.2024).
10. Приказ РАНХиГС от 22 сентября 2017 №01–6230 «Об утверждении положения о применении в Академии электронного обучения. Дистанционных образовательных технологий

при реализации образовательных программ».

11. Приказ РАНХиГС от 19 апреля 2019 №02–461 «Об утверждении локальных нормативных активов РАНХиГС по дополнительному профессионального образованию».

12. Приказ РАНХиГС от 13 августа 2021 г. №02–835 «Порядок разработки и утверждения в РАНХиГС дополнительных профессиональных программ профессиональной переподготовки, программ повышения квалификации» с изм. от 9 декабря 2024 г., утв. Приказом Ректора Академии № 02-2499.

1.3. Планируемые результаты обучения

Таблица 1

Планируемые результаты освоения программы повышения квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения

Виды деятельности	Общепрофессиональные /профессиональные компетенции или трудовые функции (формируются и (или) совершенствуются) ПСК и ПК	Знания	Умения	Практический опыт
Изготовление изделий с использованием оборудования трехмерной печати	ПСК-1 Подготовка и контроль расходных материалов, необходимых для изготовления изделий на оборудовании трехмерной печати в соответствии с заданием	Получение задания и выбор способов действий для его выполнения в соответствии с руководством пользователя и действующими инструкциями по изготовлению изделий на оборудовании трехмерной печати	Подготовка рабочей зоны для приема расходных материалов, необходимых для выполнения задания на оборудовании трехмерной печати, размещение материалов в рабочей зоне	Проверка соответствия расходных материалов требованиям задания по номенклатуре и качеству. Проверка климатических условий в рабочей зоне оборудования трехмерной печати
	ПСК-2 Технологическая настройка оборудования трехмерной печати, производство изделий в соответствии с заданием	Настройка узлов и систем оборудования трехмерной печати, включая систему управления, перед запуском оборудования и началом работы	Проверка исправности технологической оснастки оборудования трехмерной печати, необходимой для выполнения задания Загрузка и входной контроль файлов трехмерной модели изделия, подлежащего изготовлению Загрузка в оборудование трехмерной печати расходных материалов	Запуск оборудования трехмерной печати для изготовления изделия согласно заданию Контроль параметров изделия, устранение неисправностей в работе узлов и систем оборудования трехмерной печати

Виды деятельности	Общепрофессиональные /профессиональные компетенции или трудовые функции (формируются и (или) совершенствуются) ПСК и ПК	Знания	Умения	Практический опыт
	ПСК-3 Доводка параметров изделия трехмерной печати до требований задания	Контроль параметров изделия, изготовленного на оборудовании трехмерной печати	Выбор способов действий и инструментов для доводки параметров изделия до требований задания	Отделка изделия трехмерной печати в соответствии с требованиями задания
	ПСК-4 Техническое обслуживание оборудования трехмерной печати по окончании выполнения задания	Проверка исправности узлов и систем оборудования трехмерной печати после окончания его работы Уборка рабочего места по окончании работы на оборудовании трехмерной печати	Замена при необходимости элементов оборудования трехмерной печати согласно руководству по эксплуатации Размещение в специально отведенных местах хранения материалов и технологической оснастки, используемых при выполнении работ на оборудовании трехмерной печати	Подготовка оборудования трехмерной печати к передаче по сменам Документирование сведений о работе оборудования трехмерной печати в процессе выполнения задания[1]

1.4. Категория слушателей

а) граждане в возрасте 50 лет и старше, граждане предпенсионного возраста;

б) граждане, фактически осуществляющие уход за ребенком и находящиеся в отпуске по уходу за ребенком до достижения им возраста 3 лет;

в) женщины, не состоящие в трудовых отношениях и имеющие детей дошкольного возраста в возрасте от 0 до 7 лет включительно;

г) инвалиды;

д) граждане, обратившиеся в органы службы занятости в целях поиска работы;

е) безработные граждане, зарегистрированные в органах службы занятости;

ж) работники, находящиеся под риском увольнения, включая введение режима неполного рабочего времени, простой, временную приостановку работ, предоставление отпусков без сохранения заработной платы, проведение мероприятий по высвобождению работников;

з) граждане Украины и лица без гражданства, постоянно проживающие на территории Украины, которые получили удостоверение беженца или свидетельство о предоставлении временного убежища на территории Российской Федерации;

и) ветераны боевых действий, принимавшие участие (содействовавшие выполнению задач) в специальной военной операции на территориях Донецкой Народной Республики, Луганской

[1] Приказ Минтруда России от 21.10.2021 N 750н "Об утверждении профессионального стандарта «Оператор трехмерной печати» (Зарегистрировано в Минюсте России 23.11.2021 N 65949) // [Электронный ресурс].

Народной Республики и Украины с 24 февраля 2022 г., на территориях Запорожской области и Херсонской области с 30 сентября 2022 г., уволенные с военной службы (службы, работы);

к) лица, принимавшие в соответствии с решениями органов публичной власти Донецкой Народной Республики, Луганской Народной Республики участие в боевых действиях в составе Вооруженных Сил Донецкой Народной Республики, Народной милиции Луганской Народной Республики, воинских формирований и органов Донецкой Народной Республики и Луганской Народной Республики начиная с 11 мая 2014 г.;

л) члены семей лиц, указанных в подпунктах "и" и "к" настоящего пункта, погибших (умерших) при выполнении задач в ходе специальной военной операции (боевых действий), члены семей лиц, указанных в подпунктах "и" и "к" настоящего пункта, умерших после увольнения с военной службы (службы, работы), если смерть таких лиц наступила вследствие увечья (ранения, травмы, контузии) или заболевания, полученного ими при выполнении задач в ходе специальной военной операции (боевых действий);

м) молодежь в возрасте до 35 лет включительно, относящаяся к категориям:

граждан, которые со дня окончания военной службы по призыву не являются занятыми в соответствии с законодательством о занятости населения в течение 4 месяцев и более;

граждан, которые со дня выдачи им документа об образовании и (или) о квалификации не являются занятыми в соответствии с законодательством о занятости населения в течение 4 месяцев и более;

граждан, находящихся под риском увольнения (планируемых к увольнению в связи с ликвидацией организации либо прекращением деятельности индивидуальным предпринимателем, сокращением численности или штата работников организации, индивидуального предпринимателя и возможным расторжением трудовых договоров);

граждан, завершающих обучение по образовательным программам среднего профессионального или высшего образования в текущем календарном году (за исключением получивших грант на обучение или обучающихся по договорам о целевом обучении), обратившихся в органы службы занятости, для которых отсутствует подходящая работа по получаемой профессии (специальности) с уровнем образования СПО, бакалавр, специалист, магистр.

1.5. Формы обучения и сроки освоения

Форма обучения очно-заочная с применением ЭО и ДОТ. Общая трудоемкость дисциплин (модулей) – 72 ак. часа (с применением ЭО и ДОТ); количество академических часов, выделенных на лекционную часть – 16 ак. часов; на практическую работу слушателей – 18 ак. часа (с применением ДОТ); самостоятельную работу – 36 ак. часов, Итоговая аттестация проводится с применением электронного обучения в форме защита презентации, в соответствии с учебным планом – 2 ак. часа с применением ЭО.

1.6. Период обучения и режим занятий

Продолжительность обучения составляет 9 дней очно-заочно (с применением ЭО и ДОТ) по 8 часов в день (по утвержденному графику).

1.7. Документ о квалификации

Удостоверение о повышении квалификации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», установленного образца.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Календарный учебный график

Таблица 2

Период обучения – 9 дней				
1 день	2 день	3 день	4 день	5 день
УЗ ДОТ, СР	УЗ ДОТ, СР	УЗ ДОТ, СР	УЗ ДОТ, СР	УЗ ДОТ, СР
6 день	7 день	8 день	9 день	
УЗ ДОТ, СР	УЗ ДОТ, СР	УЗ ДОТ, СР	УЗ ДОТ, ИА ЭО	

Условные обозначения: УЗ ДОТ– учебные занятия с применением дистанционных образовательных технологий; СР – самостоятельная работа; ИА ЭО – итоговая аттестация с применением электронного обучения (защита презентации).

2.2. Учебный план

Таблица 3

Учебный план

№п/п[1]	Наименование (модуля/раздела/дисциплины/темы), практики (стажировки)[2]	Общая трудоемкость, час.[3]	Контактная работа, час.[4]					Самостоятельная работа, час[7]	Контактная работа (с применением дистанционных образовательных технологий, электронного обучения), час.[6]					Самостоятельная работа, час[7]	Текущий контроль успеваемости[8]	Промежуточная аттестация (форма/час)[9]	Итоговая аттестация (вид /час.)[10]	Код компетенции[11]
			Всего[4]	В том числе					Всего[4]	В том числе								
				Лекции / в интерактивной форме[5]	Лабораторные занятия (практикум) /в интерактивной форме[5]	Практические (семинарские) занятия /в интерактивной форме[5]	Контактная самостоятельная работа, час[7]			Лекции/ в интерактивной форме[5]	Лабораторные занятия (практикум) /в интерактивной форме[5]	Практические (семинарские) занятия /в интерактивной форме[5]	Контактная самостоятельная работа, час7					
1.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17	18	19	20
1	**Учебные предметы базового цикла**	**22**							12	**6**		**6**		**10**				
2	Основы 3D дизайна в Blender 3D	8							**4**	2		2		4				ПСК-2
3	Инженерное моделирование в КОМПАС 3D	8							4	2		2		4				ПСК-2
4	Технологии трехмерной печати. Охрана труда.	6							4	2		2		2				ПСК-2, ПСК-3
5	**Учебные предметы специального цикла**	**48**							22	**10**		**12**		**26**				
6	Расходные материалы. Подготовка и контроль расходных материалов.	10							6	2		4		4				ПСК-1
7	Оборудование трехмерной печати. Технологическая настройка оборудования трехмерной	10							6	2		4		4				ПСК-2

	печати, производство изделий в соответствии с заданием.																	
8	Доводка параметров изделия трехмерной печати до требований задания.	14							**6**	4		2		8				ПСК-3
9	Техническое обслуживание оборудования трехмерной печати по окончании выполнения задания.	14							4	2		2		10				ПСК-4
	Итого:	**70**							**34**	16		18		36				
	Итоговая аттестация	**2**															2	ИА ЭО
	Всего:	72							34	16		18		36			2	

2.3. Содержание программы по модулям, разделам, дисциплинам или темам.

Таблица 4

Содержание дисциплин (модулей)

Номер темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
Учебные предметы базового цикла	
Основы 3D дизайна в Blender 3D	Изучение интерфейса Blender 3D, базовых принципов 3D-моделирования, создание простых геометрических объектов, применение модификаторов, материалов и базовой анимации. Формирование навыков проектирования объектов в виртуальной среде.
Инженерное моделирование в КОМПАС 3D	Освоение интерфейса КОМПАС-3D, выполнение параметрического моделирования деталей и сборок, разработка чертежей и спецификаций. Подготовка моделей к производству с учетом технических требований.
Технологии трехмерной печати.	Изучение принципов работы 3D-принтеров, основных технологий печати (FDM, SLA, SLS и др.), подготовка 3D-моделей к печати, выбор режимов печати. Формирование представления о возможностях и ограничениях технологий 3D-печати.
Охрана труда.	Изучение требований безопасности при работе с компьютерной техникой и 3D-оборудованием, пожарная безопасность, электробезопасность, средства индивидуальной защиты. Формирование культуры безопасного труда.
Учебные предметы специального цикла	
Расходные материалы. Подготовка и контроль расходных материалов.	Классификация материалов для 3D-печати (пластики, смолы, порошки), их свойства и назначение. Правила хранения и использования. Сравнение материалов по прочности, устойчивости и области применения. Подготовка материалов к печати: проверка влажности, состояния, калибровка. Контроль качества перед началом и в процессе печати, выявление дефектов и брака.
Оборудование трехмерной печати. Технологическая настройка оборудования трехмерной печати, производство изделий в соответствии с заданием.	Ознакомление с устройством и принципом работы 3D-принтеров различных типов. Проведение калибровки, настройка параметров печати, загрузка модели, запуск процесса печати. Контроль соответствия параметров изделия заданию.
Доводка параметров изделия трехмерной печати до требований задания.	Постобработка напечатанных изделий: удаление поддержек, шлифовка, склейка, окраска. Корректировка моделей и повторная печать при несоответствии требованиям.
Техническое обслуживание оборудования трехмерной печати по окончании выполнения задания.	Очистка оборудования, замена изношенных деталей, обновление прошивок, профилактика и диагностика неисправностей. Ведение журнала технического обслуживания.

3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

3.1. Кадровое обеспечение

Таблица 7

Сведения о профессорско-преподавательском составе и ведущих специалистах

Ф.И.О. преподавателя / ведущего специалиста	Специальность, присвоенная квалификация по диплому	Дополнительные квалификации	Место работы, должность, основное / дополнительное место работы	Ученая степень, ученое (почетное) звание	Стаж работы в области профессиональной деятельности / по дополнительной квалификации	Стаж научно-педагогической работы		Наименование преподаваемой дисциплины / темы (модуля), практики / стажировки (при наличии) по данной программе
						Всего	В том числе по преподаваемой дисциплине (модулю)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пономаренко Владимир Петрович	Ставропольский государственный педагогический институт г. Ставрополь (СГПИ), специальность – «Математика», квалификация - учитель математики, 2012 г.	Информатика в общеобразовательных организациях и организациях профессионального образования, квалификация – учитель (преподаватель) информатики, 2017 г.	Филиал государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ставропольский государственный педагогический институт" в г. Железноводске	Старший преподаватель	15 л.	15 л.	15 л.	Информатика и информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности; Информатика с методикой преподавания

3.2. Материально-техническое и программное обеспечение реализации программы

Институт располагает специальными помещениями, представляющие собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Специальные помещения должны быть укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие примерным программам дисциплин (модулей), рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Института. В процессе обучения используются корпоративные аккаунты на платформе видеоконференцсвязи (Яндекс Телемост, МТС-Линк и др.).

3.3. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

Методические разработки по проведению практических работ

Тема 1. Основы 3D-дизайна в Blender 3D (4 часа)

Практическая работа №1. Создание объекта по техническому заданию

1. Создайте в среде Blender 3D модель простого объекта (по выбору: кубок, вазон, карандашница).
2. Примените к объекту минимум два модификатора (например, Subdivision Surface, Mirror).
3. Настройте материалы и освещение.
4. Выполните визуализацию сцены.
5. Оцените результат в соответствии с критериями: геометрическая точность, соответствие ТЗ, применимость к 3D-печати.

Контрольные вопросы:

- Что такое неразрушающее моделирование?
- В чем отличие Edit Mode и Object Mode?
- Какие типы примитивов есть в Blender?
- Для чего используется модификатор Boolean?

Оценка по шкале: 5 баллов — полное соответствие ТЗ; 4 — незначительные недочеты; 3 — частичное соответствие.

Тема 2. Инженерное моделирование в КОМПАС-3D (4 часа)

Практическая работа №2. Построение параметрической 3D-модели

1. Постройте 3D-модель детали (например, фланец или корпус подшипника) по чертежу.
2. Используйте параметризацию, задокументируйте основные размеры.
3. Постройте сборочную единицу с подвижными или фиксированными компонентами.
4. Сформируйте чертеж и спецификацию.

Контрольные задания:

- Объясните различие между зависимостями "по значению" и "по выражению".
- Какие типы сопряжений вы применили в сборке?
- Какие виды размеров существуют в КОМПАС-3D?

Тема 3. Технологии трехмерной печати (2 часа)

Практическая работа №3. Подготовка файла к печати

1. Откройте STL-файл в программе слайсинга (например, Ultimaker Cura).
2. Настройте параметры печати: слой, заполнение, температура, скорость.
3. Оцените время печати и расход материала.
4. Подготовьте файл для печати на принтере FDM-формата.

Контрольные задания:

- Что такое ретракция и как она влияет на качество печати?
- Что такое "support structure" и когда её нужно использовать?

Тема 4. Расходные материалы (2 часа)

Практическая работа №4. Выбор оптимального материала под изделие

1. Проведите сравнительный анализ PLA, PETG и ABS по ключевым параметрам: прочность, термостойкость, стоимость, усадка.
2. По сценарию (например, изготовление корпуса, футляра, протеза) обоснуйте выбор конкретного материала.
3. Составьте инструкцию по условиям хранения.

Контрольные вопросы:

- Чем отличается филамент PLA от ABS по механическим свойствам?
- Как влияет влажность на качество печати?

Тема 5. Оборудование и настройка 3D-принтера (4 часа)

Практическая работа №5. Подготовка оборудования к печати

1. Проведите первичную калибровку стола и сопла.
2. Загрузите пластик, проверьте стабильность экструдера.
3. Запустите тестовую печать и проанализируйте полученный результат (отслоения, смещения, перегрев).
4. Предложите корректировки параметров.

Контрольные задания:

- Что такое калибровка по бумаге?

- Чем грозит слишком высокая температура сопла?

Тема 6. Доводка изделия (2 часа)

Практическая работа №6. Обработка модели после печати

1. Удалите опоры и излишки.
2. Зашлифуйте изделие, при необходимости склейте или загрунтуйте.
3. Подготовьте изделие к демонстрации клиенту или заказчику.

Контрольные задания:

- Какие этапы постобработки наиболее критичны для функциональных изделий?
- Какие инструменты и материалы можно использовать для доводки?

Тема 7. Техническое обслуживание оборудования (2 часа)

Практическая работа №7. Очистка и профилактика

1. Выполните очистку экструдера и сопла от остатков материала.
2. Проверьте систему охлаждения и ременные приводы.
3. Заполните журнал технического обслуживания по чек-листу.
4. Настройте расписание профилактики.

Контрольные вопросы:

- Как распознать износ сопла?
- Какова периодичность замены термобарьера?

Текущий контроль успеваемости

Раздел 1. Основы 3D-дизайна в Blender 3D

1. Что из перечисленного является модификатором Blender?
   ☐ Apply
   ☑ Subdivision Surface
   ☐ Object Join
   ☐ Material Link
2. Какой режим используется для редактирования геометрии объекта?
   ☐ Object Mode
   ☑ Edit Mode
   ☐ Layout Mode
   ☐ Animation Mode
3. Какие примитивы можно создавать в Blender?
   ☑ Куб
   ☑ Сфера
   ☑ Цилиндр
   ☐ Плоскость XY (нельзя создать напрямую)

Раздел 2. Инженерное моделирование в КОМПАС-3D

4. Что такое параметризация модели?
   ☐ Создание чертежа без размеров
   ☑ Задание переменных и зависимостей между размерами
   ☐ Импорт модели из другого формата
   ☐ Создание 3D-сборки
5. Что такое спецификация в КОМПАС-3D?
   ☐ Графический чертеж
   ☐ Список используемых материалов
   ☑ Перечень компонентов сборки с обозначениями
   ☐ Таблица размеров

Раздел 3. Технологии трехмерной печати

6. FDM-печать — это:
   ☐ Лазерная сплавка порошка
   ☑ Послойное наплавление пластика через экструдируемую головку
   ☐ Стереолитография с полимерной смолой
   ☐ Механическая обработка детали
7. Что делает поддержка (support structure) в 3D-печати?
   ☑ Обеспечивает формирование нависающих элементов
   ☐ Усиливает структуру модели
   ☐ Добавляет декоративные элементы
   ☐ Увеличивает скорость печати
8. Укажите три параметра, которые влияют на качество FDM-печати:
   ☑ Температура сопла
   ☑ Высота слоя
   ☑ Скорость печати
   ☐ Вес филамента

Раздел 4. Расходные материалы

9. Какой материал из нижеперечисленных не требует нагрев стола?
   ☐ ABS
   ☑ PLA
   ☐ PETG
   ☐ Nylon
10. В чем основное преимущество PETG по сравнению с PLA?
    ☐ Лучшая эстетика
    ☑ Более высокая прочность и гибкость
    ☐ Более дешевый
    ☐ Легче шлифуется

Раздел 5. Подготовка оборудования и печать

11. Что необходимо выполнить перед началом печати?
    ☑ Калибровка стола
    ☑ Проверка подачи материала

☐ Извлечение старого пластика
☐ Форматирование SD-карты

12. Почему важно выполнять предварительный прогрев принтера?
☐ Для уменьшения энергопотребления
☑ Для стабилизации температуры экструдера и стола
☐ Для сушки пластика
☐ Для предотвращения запутывания провода

Раздел 6. Доводка изделия

13. Какой из перечисленных инструментов используют для удаления опор?
☑ Плоскогубцы
☐ Губка
☑ Нож
☐ Лак
14. Для чего используется шлифование PLA-изделий?
☐ Увеличение массы
☑ Повышение эстетики и подготовка к окрашиванию
☐ Удаление влаги
☐ Ускорение печати

Раздел 7. Обслуживание оборудования

15. Что нужно делать при засоре сопла?
☑ Прочистить иглой или извлечь сопло
☐ Заменить пластик
☐ Отключить питание
☐ Перезапустить slicer
16. Как часто нужно проверять натяжение ремней в 3D-принтере?
☐ Раз в год
☑ После каждых 50 часов печати
☐ Только при поломке
☐ Не требуется

Раздел 8. Охрана труда

17. Какие СИЗ обязательны при обслуживании FDM-принтера?
☑ Защитные перчатки
☑ Очки
☐ Каска
☐ Наушники
18. Что из перечисленного НЕ является потенциальной опасностью при 3D-печати?
☐ Высокая температура
☐ Запах пластика
☑ Звук кулера
☐ Вращающиеся части

Кейсы. Применение знаний

19. На печати изделия появилась деформация нижнего слоя. Возможная причина:
    ☐ Слишком высокая температура сопла
    ☑ Недостаточная адгезия к столу
    ☐ Слишком высокая скорость
    ☐ Превышение размера слоя
20. Ваш клиент недоволен шероховатостью поверхности изделия. Что вы порекомендуете?
    ☐ Печать без поддержек
    ☐ Переход на ABS
    ☑ Постобработку: шлифовку, грунтовку
    ☐ Увеличение температуры сопла

Задания для самостоятельной работы слушателя

Тема 1. Основы 3D-дизайна (4 ч.)

Задание:

1. Посмотрите 2 обучающих видео по Blender (интерфейс и базовое моделирование).
2. Проанализируйте: какие типы примитивов можно использовать при проектировании карандашницы.
3. Зарисуйте в ручном или графическом виде схему модели и план её сборки.
4. Напишите алгоритм поэтапного создания модели в Blender.
5. Ответьте письменно на 3 вопроса:
    - Как можно упростить модель для последующей печати?
    - Какие геометрические ошибки мешают печати?
    - Какие модификаторы полезны для симметрии?

Тема 2. Инженерное моделирование (4 ч.)

Задание:

1. Откройте сайт КОМПАС-3D и изучите методические примеры.
2. Скачайте пример чертежа (из PDF или учебника) и проведите его разметку — подпишите элементы, допуски, резьбы.
3. Подготовьте пояснение: как бы вы параметризовали модель (какие параметры, какие зависимости).
4. Составьте мини-инструкцию: как подготовить файл для печати (STL) из КОМПАС, без доступа к ПО.

Тема 3. Технологии 3D-печати и охрана труда (4 ч.)

Задание:

1. Сравните 3 технологии печати: FDM, SLA, SLS (таблица: точность, область применения, материалы).
2. Посмотрите 1–2 видео печати на YouTube и определите: какие параметры критичны?
3. Напишите инструкцию «5 правил безопасной работы с 3D-принтером дома».
4. Приведите кейс-описание: как несоблюдение ТБ может привести к браку или опасности.

Тема 4. Расходные материалы (4 ч.)

Задание:

1. Сравните свойства PLA, PETG, ABS (таблица из 5 параметров: температура, усадка, запах и др.).
2. Найдите на Wildberries или Ozon цены на каждый материал.
3. Выберите, какой филамент подойдёт для печати коробки с крышкой для влажных салфеток. Обоснуйте.
4. Напишите памятку по условиям хранения.

Тема 5. Настройка оборудования (4 ч.)

Задание:

1. Посмотрите видео первичной калибровки 3D-принтера.
2. Составьте схему: что нужно сделать до запуска принтера (калибровка, проверка, загрузка).
3. Опишите в свободной форме 2 типичных сбоя и способы их устранения.
4. Напишите инструкцию: как вы обучили бы новичка включать принтер без ошибок.

Тема 6. Доводка изделия (4 ч.)

Задание:

1. Посмотрите 2 видео по постобработке PLA.
2. Составьте чек-лист из 5 операций (удаление опор, шлифовка и т.д.).
3. Подберите инструменты и материалы (интернет-магазин, домашний набор).
4. Проанализируйте: как постобработка влияет на размер, эстетику и функциональность.

Тема 7. Обслуживание оборудования (4 ч.)

Задание:

1. Изучите видео по обслуживанию FDM-принтера.
2. Составьте график профилактики (неделя, месяц, сезон).
3. Оформите чек-лист на 5 пунктов (в духе «проверить натяжение ремня»).
4. Приведите пример неисправности и способ диагностики без разбора устройства.

Итоговое задание (связующее) (8 ч.)

Задание:

1. Выберите изделие, которое можно напечатать дома (карандашница, подставка для телефона).
2. Сформулируйте его назначение, ключевые параметры.
3. Составьте пошаговый план действий по всем этапам: идея — модель — материал — печать — постобработка.
4. Оформите проектную карту (таблица) + мини-презентацию (до 5 слайдов, можно в Canva).

Нормативные правовые документы

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г.) (с изменениями на 4 октября 2022 года) // Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г.); Официальный интернет-портал правовой информации www.pravo.gov.ru, 06.10.2022, № 0001202210060013.
2. Кодекс РФ об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. от 27.01.2023). // СЗ РФ. 2002. № 1 (ч. 1) Ст. 1 **(перв. текст)**
3. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 № 63-ФЗ // Собрание законодательства РФ», 17.06.1996, № 25, ст. 2954.
4. Закон РФ от 21.07.1993 № 5485-1 «О государственной тайне» // Российская газета. 1993, 21 сентября.
5. Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных» // [Электронный ресурс]. - Режим доступа: СПС КонсультантПлюс.
6. Федеральный закон от 25.12.2008 № 273-ФЗ «О противодействии коррупции» // [Электронный ресурс]. - Режим доступа: СПС КонсультантПлюс.
7. Федеральный закон от 07.08.2001 № 115-ФЗ «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма» // [Электронный ресурс]. - Режим доступа: СПС КонсультантПлюс.
8. Федеральный закон от 06.03.2006 № 35-ФЗ «О противодействии терроризму» // [Электронный ресурс]. - Режим доступа: СПС КонсультантПлюс.
9. Закон РФ от 11.03.1992 № 2487-1 «О частной детективной и охранной деятельности в Российской Федерации» // Российская газета. 1992, 30 апреля.
10. Федеральный закон от 06.04.2011 № 64-ФЗ «Об административном надзоре за лицами, освобожденными из мест лишения свободы» // [Электронный ресурс]. - Режим доступа: СПС КонсультантПлюс.
11. Профессиональный стандарт 1515 Оператор трехмерной печати утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 октября 2021 г. № 750н, зарегистрирован в Минюсте России 23 ноября 2021г. №659494;

Основная литература

Новиков, Д. А. Основы инженерной графики и проектирования: учебник для СПО / Д. А. Новиков. — М.: Академия, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-4468-2929-7.

Шляхов, В. В. Технологии аддитивного производства: учебник / В. В. Шляхов. — М.: Инфра-М, 2021. — 352 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-16-016580-1.

Столяров, А. В. Практикум по 3D-моделированию в Blender / А. В. Столяров. — СПб.: БХВ-Петербург, 2020. — 336 с. — ISBN 978-5-9775-4459-5.

Дополнительная литература

1. Глухов, С. А. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / С. А. Глухов. — М.: Юрайт, 2023. — 432 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15966-2.
2. Сидоров, Ю. А. Основы инженерного 3D-моделирования в КОМПАС-3D: учебное пособие / Ю. А. Сидоров. — М.: Солон-Пресс, 2021. — 224 с. — ISBN 978-5-91359-290-9.
3. Куликов, А. А. Материаловедение и технологии: учебник / А. А. Куликов. — М.: КНОРУС, 2022. — 368 с. — ISBN 978-5-406-09702-9.
4. Печать из пластика: руководство по 3D-принтерам FDM / пер. с англ. А. Орлова. — М.: Бомбора, 2020. — 256 с. — ISBN 978-5-04-102676-3.
5. Blender 3D: руководство пользователя / под ред. И. Черкасова. — СПб.: Питер, 2023. — 304 с. — (Профессиональное обучение). — ISBN 978-5-4461-1929-4.

Интернет – ресурсы

1. Официальный сайт Министерства экономического развития РФ: https://www.economy.gov.ru/
2. Официальный сайт Государственной думы Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://wbase.duma.gov.ru
3. Официальный сайт Министерства финансов Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http:// www.mi№fi№.ru
4. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru
5. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/
6. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.la№book.com/
7. Электронно-библиотечная система издательства ЮРАЙТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.biblio-o№li№e.ru/

4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Контроль качества освоения содержания программы предполагает использование **текущего и итогового контроля**, направленных на оценку степени сформированности заявленных в программе **общепрофессиональных и профессиональных компетенций**.

Формы и процедуры оценки:

1. **Текущий контроль** проводится в ходе выполнения:
   - практических и лабораторных заданий;
   - проектных и творческих заданий;
   - индивидуальных упражнений с элементами инженерного решения;
   - анализа кейсов, ситуационных задач.
2. **Текущий контроль успеваемости** проводится в **тестовой форме** по завершении каждой модульной темы (раздела) с использованием **вариативных вопросов закрытого типа (А, Б, В, Г)**, а также заданий с кратким ответом и мини-кейсов.
3. Итоговая аттестация проводится в форме **публичной защиты презентации по индивидуальному учебному проекту**, выполненному слушателем в рамках программы. Формат итоговой оценки ориентирован на демонстрацию сформированности профессиональных компетенций, предусмотренных программой.

Форма итоговой аттестации — защита индивидуальной презентации (до 10 слайдов) по учебному проекту, содержащей:

1. **Описание идеи проекта**: тип изделия, функциональное назначение, предполагаемая область применения.
2. **Логика проектирования**: поэтапное описание разработки модели, включая предполагаемые этапы моделирования и технологической подготовки.
3. **Обоснование выбора материалов**: анализ свойств пластика (PLA, ABS и др.) и их применимости к типу изделия.
4. **Обоснование параметров печати**: ключевые технические характеристики (температура, слой, поддержка и др.), выбранные исходя из ТЗ.
5. **Описание этапов постобработки**: предполагаемые операции по доводке, основанные на известных методах (удаление опор, шлифовка и пр.).

6. **Технический и экономический анализ**: оценка предполагаемых затрат, доступности оборудования, практической реализуемости.
7. **Рефлексия и самооценка**: выводы слушателя о полученных знаниях, трудностях, перспективах реализации проекта на практике.

Формат проведения защиты – презентация с устным выступлением (в режиме онлайн/офлайн), продолжительностью до 10 минут. Возможна предварительная отправка файла презентации и пояснительной записки (до 3 страниц).

Система оценки в ходе итоговой аттестации

Критерии оценки «зачтено»:

Структура проекта

- Проект содержит все обязательные элементы: цель, описание изделия, этапы реализации, обоснование материалов и параметров печати, выводы.
- Логика построения понятна и соответствует профессиональной задаче.

Понимание технологии и применяемых материалов

- Слушатель корректно описывает основные параметры модели, принципы выбора материалов и этапы технологического цикла.
- Используются термины и понятия, соответствующие профессиональному стандарту.

Аргументированность решений

- Слушатель способен пояснить, почему были выбраны те или иные подходы к решению задач в проекте (даже гипотетически).
- Приводятся примеры или аналогии, свидетельствующие о понимании предмета.

Качество презентации и выступления

- Презентация логично структурирована, визуально читаема, выступление чёткое, без значительных логических или фактических ошибок.
- Слушатель демонстрирует самостоятельную проработку материала.

Рефлексия и выводы

- Слушатель делает осознанные выводы по результатам работы: что получилось, что вызвало затруднения, что он готов улучшить в будущем.
- Проект представлен как завершённый учебный продукт.

Основания для выставления оценки «не зачтено»:

Отсутствие ключевых элементов проекта (например, нет описания изделия, нет параметров печати или выводов).

Наличие грубых логических ошибок или противоречий (например, выбор неподходящего материала без обоснования).

Отсутствие понимания базовых принципов 3D-печати, терминов и логики производственного цикла.

Публичная защита не состоялась, либо участник не продемонстрировал самостоятельность при подготовке.

Явное копирование чужих материалов или ответы, не соответствующие теме проекта.