

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе  Т.Ю. Нагорная

«27» 03 2026 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы моделирования и 3d печати

Уровень образовательной программы _____ бакалавриат _____

Направление подготовки _____ 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника _____

Направленность (профиль) Электротехнические комплексы мехатронных и
робототехнических систем _____

Форма обучения _____ очная _____

Срок освоения ОП _____ 4 года _____

Институт _____ Инженерный _____

Кафедра разработчик РПД _____ Мехатронные и робототехнические системы _____

Выпускающая кафедра _____ Мехатронные и робототехнические системы _____

Начальник
учебно-методического управления _____  Семенова Л.У.

Директор института _____  Павленко Е.Н.

Заведующий выпускающей кафедрой _____  Малсугенов Р.С.

Черкесск, 2026

Оглавление

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО	4
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4.1 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.....	6
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	10
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	11
5.1. Методические указания для подготовки обучающихся к лекционным занятиям.....	11
5.2. Методические указания для подготовки обучающихся к практическим занятиям	12
5.3. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	12
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	13
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»	14
7.3. Информационные технологии, лицензионное программное обеспечение.....	15
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	16
8.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий	16
8.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся.....	16
8.3. Требования к специализированному оборудованию	16
9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	18
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....	19
1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	20
1. КОМПЕТЕНЦИИ, ФОРМИРУЕМЫЕ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .	20
2. ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	20
3. ПОКАЗАТЕЛИ, КРИТЕРИИ И СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, ФОРМИРУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	22
4. КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	24
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ	32

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Основы моделирования и 3d печати» является:

- приобретение обучающимися теоретических знаний и практических навыков в организации работы с научно-технической патентной информацией.
- усвоить основные положения патентного закона РФ.
- получение навыков в проведении патентного поиска при курсовом и дипломном проектировании.

Задачи курса:

- изучение основ правового регулирования отношений по созданию и использованию результатов.
- использование информационных ресурсов и результатов интеллектуальной деятельности в соответствии с существующими нормативными требованиями по охране интеллектуальной собственности;
- владеть основами правоприменительной практики в отношении охраны интеллектуальной и других видов собственности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

2.1. Дисциплина «Основы моделирования и 3d печати» относится к факультативным дисциплинам и имеет тесную связь с другими дисциплинами.

2.2. В таблице приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП.

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1.	Введение в специальность	Цифровые двойники в промышленной робототехнике

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Планируемые результаты освоения образовательной программы (ОП) – компетенции обучающихся определяются требованиями стандарта по направлению подготовки (специальности) и формируются в соответствии с матрицей компетенций ОП

№ п/п	Номер/ индекс компетенции	Наименование компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:
1	2	3	4
1	ОПК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Очная форма

Вид учебной работы		Всего часов	Семестр № 2
			часов
1		2	3
Аудиторные занятия (всего)		54	54
В том числе:			
Лекции (Л)		18	18
Практические занятия (ПЗ)		36	36
Внеаудиторная контактная работа		1,7	1,7
В том числе индивидуальные групповые консультации		1,7	1,7
Самостоятельная работа обучающегося (СРО) (всего)		16	16
Работа с книжными и электронными источниками		4	4
Подготовка к практическим занятиям		6	6
Подготовка к тестовому контролю		4	4
Подготовка к промежуточному контролю (ППК)		2	2
Промежуточная аттестация (включая СРО)	зачет (З)	3	3
	<i>Прием зач., час.</i>	0,3	0,3
	СРО, час.		
ИТОГО: Общая трудоемкость			
		Часов	72
		зач. ед.	2

4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.2.1. Разделы дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

Очная форма

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
			Л	ЛР	ПЗ	СРО	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	4	Раздел 1. Основы цифрового 3D-моделирования	6	-	8	2	16	Тестовый контроль
2.	4	Раздел 2. Технологии аддитивного производства	6	-	18	8	32	Тестовый контроль,
3.	4	Раздел 3. Полный цикл создания изделия	6	-	10	6	22	Тестовый контроль
4.	4	Внеаудиторная контактная работа					1,7	Индивидуальные и групповые консультации
5.	4	Промежуточная аттестация					0,3	Зачет
		Всего	18	-	36	16	72	

4.2.2. Лекционный курс

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы лекции	Содержание лекции	Всего часов
1	2	3	4	5
Семестр 2				ОФО
1.	Раздел 1. Основы цифрового 3D-моделирования	Введение в 3D-технологии. Принципы и сферы применения.	История и эволюция 3D-моделирования и печати. Ключевые области применения: промышленный дизайн, архитектура, медицина, образование, искусство, развлечения.	2

		Типы и методы 3D-моделирования	Твердотельное (Solid) моделирование: Принципы конструктивной блочной геометрии (CSG). Поверхностное (Surface) моделирование: Работа с кривыми и сложными поверхностями.	2
		Подготовка модели к печати.	Проблемы моделей для печати: неориентированные нормали, отверстия, пересечения. Основы ретопологии для оптимизации полигональной сетки. Введение в понятие поддержек (supports) и ориентации модели на столе.	2
2.	Раздел 2. Технологии аддитивного производства	Общие принципы аддитивного производства. Классификация технологий.	Философия аддитивного vs. субтрактивного (вычитающего) производства. Базовые этапы процесса: создание G-кода, слайсинг, печать, постобработка.	2

		<p>Наиболее распространенные технологии FDM/FFF и SLA.</p> <p>FDM/FFF (послойное наплавление): Детальный разбор: экструдер, хотэнд, стол, материалы (PLA, ABS, PETG, нейлон). Сильные и слабые стороны. Точность, прочность, области применения.</p> <p>SLA/DLP (стереолитография) : Принцип фотополимеризации. Лазер vs. проектор. Характеристики фотополимерных смол. Постобработка (промывка, УФ-дозакатка). Детализация, хрупкость, применение.</p>	2
		<p>Промышленные и специализированные технологии 3D-печати.</p> <p>SLS (селективное лазерное спекание): Работа с порошками (нейлон, TPU). Без поддержек, функциональные детали.</p> <p>MJF (MultiJet Fusion): Струйное нанесение связующего. Высокая скорость и прочность.</p> <p>SLM/DMLS (селективное лазерное плавление): Прямое производство металлических деталей. Микроструктура, остаточные напряжения, применение в аэрокосмической и</p>	2

			медицинской отраслях.	
3.	Раздел 3. Полный цикл создания изделия	Программное обеспечение и оборудование. Слайсеры, управляющая электроника.	Роль слайсеров (Cura, PrusaSlicer, etc.): настройки слоя, заполнения, скоростей, поддержек, температур. Как влияют ключевые параметры на качество и скорость печати. Устройство 3D-принтера: рама, шаговые двигатели, приводы, датчики (энкодеры, термодатчики), управляющая плата (Arduino, ARM).	2
Постобработка, контроль качества и экономика 3D-печати.		Методы постобработки: механическая (шлифовка, полировка), химическая (сглаживание парами), окраска. Контроль качества: калибровка, диагностика типичных дефектов печати ("нить", расслоение, провисание).	2	
Будущее аддитивных технологий и стратегии применения.		Тренды: увеличение скорости (CLIP), новые материалы (композиты, биоразлагаемые, функциональные градиенты). Печать в строительстве, биопечать тканей и органов. Интеграция с AI для генеративного дизайна и оптимизации структур. Переход от прототипирования к серийному и	2	

			массовому производству.	
ИТОГО часов в семестре:				18

4.2.3 Лабораторный практикум *(не предполагается)*

4.2.4. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Содержание практического занятия	Всего часов
1	2	3	4	5
Семестр 2				ОФО
1.	Раздел 1. Основы цифрового 3D-моделирования	Твердотельное (CAD) моделирование для 3D-печати	Знакомство с интерфейсом CAD-системы. Простая геометрия. Логические операции и создание сборок. Создание функциональной детали с параметризацией. Экспорт и анализ модели. Введение в слайсер.	8
		Полигональное моделирование	Основы полигонального моделирования в Blender. Ретопология и подготовка органической модели к печати.	6
		Оптимизация и специализированная подготовка	Работа со слайсером. Продвинутое настройки. Разделение большой модели, создание соединений.	4

2.	Раздел 2. Технологии аддитивного производства	Работа с FDM-принтером	Устройство, сборка и калибровка принтера. Первая печать. Запуск G-кода. Наблюдение за процессом. Диагностика и устранение типичных проблем печати. Печать сложных моделей с поддержками.	8
		Постобработка изделий	Механическая постобработка. Покраска и финишная отделка.	4
3.	Раздел 3. Полный цикл создания изделия	Сквозной проект	Постановка задачи, эскиз на бумаге. Моделирование в CAD (Fusion 360) с учетом всех требований печати. Подготовка в слайсере, оптимизация времени/качества. Печать на принтере. Постобработка и сборка (если требуется).	6
ИТОГО часов в семестре:				36

4.3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	№ п/п	Виды СРО	Всего часов
1	2	3	4	5

Семестр 2				
1.	Раздел 1. Основы цифрового 3D-моделирования	1.1.	Работа с книжными и электронными источниками	2
		1.2.	Подготовка к практическим занятиям	
		1.3.	Подготовка к тестовому контролю	
2.	Раздел 2. Технологии аддитивного производства	2.1.	Работа с книжными и электронными источниками	8
		2.2.	Подготовка к практическим занятиям	
		2.3.	Подготовка к тестовому контролю	
3.	Раздел 3. Полный цикл создания изделия	3.1.	Работа с книжными и электронными источниками	6
		3.2.	Подготовка к практическим занятиям	
		3.3.	Подготовка к тестовому контролю	
		3.4.	Подготовка к промежуточному контролю	
ИТОГО часов в семестре:				16

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ К ЛЕКЦИОННЫМ ЗАНЯТИЯМ

Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины, с ее целями и задачами, связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками, имеющимися на сайте вуза и в библиотечно-издательском центре, с графиком консультаций преподавателя.

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Необходимо приходить на лекцию подготовленным, ведь только в этом случае преподаватель может вести лекцию в интерактивном режиме, что способствует повышению эффективности лекционных занятий. Именно поэтому обучающимся необходимо:

- перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;

- на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных носителях, присланный лектором на «электронный почтовый ящик группы» (таблицы, графики, схемы), который будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции;

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции, воспроизвести основные определения, отметить непонятные термины и положения, подготовить вопросы с целью уточнения правильности понимания, попытаться ответить на контрольные вопросы по ключевым пунктам содержания лекции.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, необходимо обратиться к преподавателю (по графику его консультаций или на практических занятиях, или написать на адрес электронной почты).

Вузовская лекция – главное звено дидактического цикла обучения. Её цель – рассмотрение теоретических вопросов излагаемой дисциплины в логически выдержанной форме; формирование ориентировочной основы для последующего усвоения обучающимися учебного материала. В состав лекционного курса по дисциплине «Основы моделирования и 3d печати» включены: конспекты (тексты, схемы) лекций в электронном представлении; файл с раздаточным материалом; списки учебной литературы, рекомендуемой обучающимся в качестве основной и дополнительной по темам лекций.

Общий структурный каркас, применимый ко всем лекциям дисциплины, включает в себя сообщение плана лекции и строгое следование ему. В план включены наименования основных узловых вопросов лекций, которые положены в основу промежуточного контроля; связь нового материала с содержанием предыдущей лекции, определение его места и назначения в дисциплине, а также в системе с другими дисциплинами и курсами; подведение выводов по каждому вопросу и по итогам всей лекции.

5.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Практические занятия – это активная форма учебного процесса. При подготовке к практическим занятиям обучающемуся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, учесть рекомендации преподавателя. Темы теоретического содержания выносятся на практические занятия, предполагают дискуссионный характер обсуждения. Большая часть тем дисциплины носит практический характер, т.е. предполагает выполнение заданий и решение задач, анализ практических ситуаций.

5.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Важной частью самостоятельной работы является чтение учебной и научной литературы. Основная функция учебников – ориентировать обучающегося в системе знаний, умений и владений, которые должны быть усвоены и освоены будущими бакалаврами по данной дисциплине.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	№ семестра	Виды учебной работы	Образовательные технологии	Всего часов
1	2	3	4	5
				ОФО
1	2	Твердотельное (CAD) моделирование для 3D-печати	<i>Работа в парах</i>	8
2		Работа с FDM-принтером	<i>Работа в парах</i>	8
3		Сквозной проект	<i>Работа в парах</i>	6

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Список основной литературы	
1.	Каменев, С. В. Технологии аддитивного производства : учебное пособие / С. В. Каменев, К. С. Романенко. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 145 с. — ISBN 978-5-7410-1696-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/71339.html
2.	Черепашков. А. А. Компьютерная графика и геометрическое моделирование в машиностроении : учебное пособие / А. А. Черепашков. — 2-е изд. — Самара : Самарский государственный технический университет. ЭБС АСВ, 2015. — 134 с. — ISBN 978-5-7964-1810-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/91762.html
3.	Материалы и аддитивные технологии. Современные материалы для аддитивных технологий : учебное пособие / А. А. Попович, В. Ш. Суфияров, Н. Г. Разумов [и др.]. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2021. — 204 с. — ISBN 978-5-7422-7090-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/116134.html
Список дополнительной литературы	
1.	Хохлов, П. В. Технологии трехмерной печати : учебное пособие для СПО / П. В. Хохлов, В. Н. Хохлова. — Саратов : Профобразование, 2024. — 80 с. — ISBN 978-5-4488-1870-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/139052.html
2.	Антонова. В. С. Аддитивные технологии : учебное пособие / В. С. Антонова. И. И. Осовская. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2017. — 30 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/102502.html

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://window.edu.ru> - Единое окно доступа к образовательным ресурсам;

<http://fcior.edu.ru> - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов;

<http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека.

7.3. Информационные технологии, лицензионное программное обеспечение

Лицензионное программное обеспечение	Реквизиты лицензий/ договоров
MS Office 2003, 2007, 2010, 2013	Сведения об Open Office: 63143487, 63321452, 64026734, 6416302, 64344172, 64394739, 64468661, 64489816, 64537893, 64563149, 64990070, 65615073 Лицензия бессрочная
Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite	Лицензионный сертификат Срок действия: с 24.12.2024 до 25.12.2025
Консультант Плюс	Договор № 272-186/С-25-01 от 30.01.2025 г.
Цифровой образовательный ресурс IPR SMART	Лицензионный договор № 12873/25П от 02.07.2025 г. Срок действия: с 01.07.2025 г. до 30.06.2026 г.
Бесплатное ПО	
Sumatra PDF, 7-Zip	

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:

- набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации: проектор, экран, ноутбук;
- специализированная мебель: стол преподавательский, стул для преподавателя, стол ученический, стул ученический, доска ученическая, тумба кафедры.

2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнение курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

- технические средства обучения, служащие для предоставления учебной информации большой аудитории: переносной проектор, переносной настенный экран, ноутбук, системный блок, монитор, плоттер, МФУ;
- специализированная мебель: стол преподавательский, стул для преподавателя, стол ученический, стул ученический, стол компьютерный, доска ученическая.

3. Помещение для самостоятельной работы.

Библиотечно-издательский центр.

Отдел обслуживания печатными изданиями: комплект проекционный, мультимедийный оборудование: экран настенный, проектор, ноутбук; рабочие столы на 1 место, стулья.

Отдел обслуживания электронными изданиями: интерактивная система, монитор, сетевой терминал, персональный компьютер, МФУ, принтер, рабочие столы на 1 место; стулья.

Информационно-библиографический отдел: персональный компьютер, сканер, МФУ, рабочие столы на 1 место, стулья.

8.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся

1. Рабочее место преподавателя, оснащенное ноутбуком.

2. Рабочее место обучающегося, оснащенное компьютером с доступом к сети «Интернет», для работы в электронных образовательных средах, а также для работы с электронными учебниками.

8.3. Требования к специализированному оборудованию

Принтер для трехмерной печати

9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Для обеспечения образования инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается (в случае необходимости) адаптированная образовательная программа, индивидуальный учебный план с учетом особенностей их психофизического развития и состояния здоровья, в частности применяется индивидуальный подход к освоению дисциплины, индивидуальные задания: рефераты, письменные работы и, наоборот, только устные ответы и диалоги, индивидуальные консультации, использование диктофона и других записывающих средств для воспроизведения лекционного и семинарского материала.

В целях обеспечения обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья комплектуется фонд основной учебной литературой, адаптированной к ограничению электронных образовательных ресурсов, доступ к которым организован в БИЦ Академии. В библиотеке проводятся индивидуальные консультации для данной категории пользователей, оказывается помощь в регистрации и использовании сетевых и локальных электронных образовательных ресурсов, предоставляются места в читальном зале.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Основы моделирования и 3d печати
(наименование дисциплины)

1. КОМПЕТЕНЦИИ, ФОРМИРУЕМЫЕ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Индекс	Формулировка компетенции
ОПК-1	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

2. ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций обучающимися.

Этапность формирования компетенций прямо связана с местом дисциплины в образовательной программе.

Разделы (темы) дисциплины	Формируемые компетенции (коды)
	ОПК-1
Раздел 1. Основы цифрового 3D-моделирования	+
Раздел 2. Технологии аддитивного производства	+
Раздел 3. Полный цикл создания изделия	+

3. ПОКАЗАТЕЛИ, КРИТЕРИИ И СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, ФОРМИРУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-1 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Планируемые результаты обучения (показатели)	Критерии оценивания результатов обучения				Средства оценивания результатов обучения	
	неудовлетв	удовлетв	хорошо	отлично	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
ОПК-1.1. Понимает принцип работы и преимущества, которые дают современные информационные технологии при поиске необходимой информации, расчетах и оформлении документации	не может назвать или дает грубые искажения в описании принципов работы базовых технологий аддитивного производства (FDM, SLA). Не понимает их ключевых преимуществ по сравнению с традиционными методами изготовления. Не может привести примеры использования этих технологий в профессиональной сфере.	называет основные принципы работы технологии послойного наплавления (FDM). Может перечислить её базовые преимущества (например, доступность, простота) и ограничения. Понимает общую логику перехода от цифровой модели к физическому изделию.	четко описывает принципы работы двух и более технологий (например, FDM и SLA), выделяя их физические основы. Может сопоставить их преимущества и недостатки (точность, скорость, стоимость, материалы) и аргументировать выбор технологии для простой задачи. Понимает роль специализированного ПО (CAD, слайсеры) в процессе.	демонстрирует системное понимание принципов работы ключевых технологий аддитивного производства (FDM, SLA, SLS). Дает развернутый сравнительный анализ их возможностей, экономических и технологических ниш. Понимает тренды развития (генеративный дизайн, гибридные технологии) и их потенциальное влияние на профессиональную деятельность.	Тестовый контроль,	ОФО Зачет
ОПК-1.2. Умеет работать с современным программным	не способен выполнить базовые операции в	выполняет основные операции по созданию простой детали в	уверенно работает с ПО для моделирования	свободно владеет инструментарием ПО для решения	Тестовый контроль,	ОФО Зачет

<p>обеспечением при решении задач профессиональной деятельности</p>	<p>рекомендованном ПО (например, создать простой эскиз в CAD или импортировать модель в слайсер). Допускает критические ошибки, делающие модель непригодной для печати (незамкнутые объемы, отсутствие поддержек для сложных геометрий). Работа требует постоянной помощи преподавателя.</p>	<p>CAD-системе и ее подготовке в слайсере, строго следуя инструкции. Конечная модель требует незначительной доработки для успешной печати. Работа с ПО демонстрирует освоение базовых функций.</p>	<p>(CAD) и слайсинга, выполняя задачи самостоятельно. Созданная 3D-модель является "водонепроницаемой", грамотно ориентирована на столе, имеют корректно настроенные поддержки (при необходимости) и готовы к печати. Может диагностировать и исправить типичные ошибки сетки.</p>	<p>нестандартных задач. Оптимизирует процесс моделирования и подготовки к печати (например, минимизирует время печати или расход материала без потери качества). Может предложить несколько вариантов решения одной задачи с обоснованием выбора. Созданные модели демонстрируют понимание проектирования для аддитивного производства (DFAM).</p>		
<p>ОПК-1.3. Применяет прикладное программное обеспечение для разработки и оформления технической документации</p>	<p>не может создать комплект документации к разработанному изделию. Чертежи или спецификации отсутствуют, содержат грубые ошибки или не соответствуют общепринятым стандартам. Не понимает цели и структуры технологической карты на изготовление детали.</p>	<p>оформляет минимально необходимую документацию (например, чертеж детали с основными видами и размерами) с помощью средств CAD-системы, но с недочетами (отсутствие допусков, шероховатостей, технических требований). Может составить простейшую текстовую пояснительную записку к проекту.</p>	<p>самостоятельно создает корректный и полный комплект конструкторской документации (чертежи сборки и деталей, спецификация) на разработанное изделие в соответствии с ЕСКД. В рамках проекта составляет технологическую карту процесса 3D-печати, включая параметры слайсинга и постобработки.</p>	<p>создает профессионально оформленную и полную техническую документацию, которая может быть использована для воспроизведения изделия. Документация включает не только чертежи, но и обоснование выбора технологии, материалов, анализ возможных дефектов и методы их предотвращения. Умеет использовать возможности ПО для автоматизации создания документации</p>	<p>Тестовый контроль,</p>	<p>ОФО Зачет</p>

4. КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

Кафедра «МиРС»

Вопросы к зачету

По дисциплине Основы моделирования и 3d печати

1. Дайте определение понятию «аддитивное производство» и сравните его с традиционными субтрактивными методами изготовления изделий.
2. Перечислите основные этапы технологического цикла создания изделия методом аддитивного производства.
3. Классифицируйте основные типы 3D-печати по принципу формирования слоя (FDM, SLA, SLS).
4. Опишите физический принцип работы технологии послойного наплавления (FDM/FFF).
5. Опишите физический принцип работы технологии стереолитографии (SLA/DLP).
6. Назовите ключевые преимущества и ограничения технологии селективного лазерного спекания (SLS).
7. Дайте сравнительную характеристику полигонального и параметрического (CAD) методов создания цифровых моделей.
8. Сформулируйте понятие «водонепроницаемая» (manifold) модель и перечислите критерии её пригодности для печати.
9. Охарактеризуйте назначение и основные функции программного обеспечения типа «слайсер».
10. Назовите стандартные форматы файлов для обмена 3D-моделями (STL, STEP) и для управления оборудованием (G-code).
11. Перечислите основные параметры настройки процесса слайсинга, влияющие на качество и скорость построения изделия.
12. Обоснуйте необходимость использования поддерживающих структур (support) при аддитивном изготовлении изделий сложной геометрии.
13. Сформулируйте основные принципы проектирования для аддитивного производства (DfAM).
14. Опишите процедуру калибровки и подготовки к работе FDM 3D-принтера, включая выравнивание рабочего стола.
15. Проанализируйте типичные дефекты FDM-печати («нить», расслоение, коробление) и укажите их технологические причины.
16. Дайте характеристику наиболее распространенным полимерным материалам для FDM-печати (PLA, ABS, PETG) с точки зрения их свойств и областей применения.
17. Объясните влияние ориентации модели на платформе построения на её механические характеристики и качество поверхности.
18. Опишите стратегию разделения крупногабаритной цифровой модели на составные части для последующей сборки.
19. Назовите основные этапы постобработки изделий, изготовленных по FDM-технологии.
20. Назовите основные этапы постобработки изделий, изготовленных по SLA-технологии.

21. Приведите примеры применения аддитивных технологий в процессе быстрого прототипирования (Rapid Prototyping).
22. Приведите примеры применения аддитивных технологий в сфере мелкосерийного и кастомизированного производства.
23. Проанализируйте экономическую целесообразность использования аддитивных технологий по сравнению с традиционными методами для единичного производства.
24. Опишите перспективные направления развития аддитивных технологий, такие как биопечать и строительная 3D-печать.
25. Обозначьте роль металлической 3D-печати (SLM/DMLS) в современном промышленном производстве.
26. Сформулируйте критерии выбора между FDM, SLA и SLS технологиями для решения конкретной инженерной задачи.
27. Объясните важность создания полной конструкторской и технологической документации для цифровой модели, предназначенной для аддитивного производства.
28. Оцените влияние основных статей затрат (материал, время работы оборудования, трудозатраты) на себестоимость аддитивно изготовленного изделия.
29. Опишите тенденцию интеграции аддитивных технологий с системами генеративного дизайна.
30. Спрогнозируйте потенциальное влияние развития аддитивного производства на традиционные цепочки создания стоимости в промышленности.

Критерии оценивания:

Оценка «**зачтено**» выставляется за глубокое знание предусмотренного программой материала, содержащегося в основных и дополнительных рекомендованных литературных источниках, за умение четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы, за умение анализировать изучаемые явления в их взаимосвязи и диалектическом развитии, применять теоретические положения при решении практических задач.

Оценка «**не зачтено**» - за незнание значительной части программного материала, за существенные ошибки в ответах на вопросы, за незнание основных понятий дисциплины.

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ
Кафедра «МиРС»

Задания для текущего тестового контроля

1. К какому виду производства относится 3D-печать?

- A) Субтрактивное
- B) Аддитивное
- C) Формовочное
- D) Деформационное

2. Какая технология 3D-печати использует фотополимерную смолу и ультрафиолетовый лазер?

- A) FDM
- B) SLA
- C) SLS
- D) EBM

3. Какой формат файла является стандартным для передачи 3D-модели на печать?

- A) JPG
- B) STL
- C) PDF
- D) G-code

4. Что такое «слайсер» в контексте 3D-печати?

- A) Принтер для резки бумаги
- B) Программа для подготовки 3D-модели к печати
- C) Устройство для шлифовки пластика
- D) Датчик температуры в принтере

5. Какая из перечисленных технологий НЕ требует использования поддерживающих структур для сложных моделей?

- A) FDM
- B) SLA
- C) SLS
- D) Все требуют

6. Какой материал наиболее распространен для начинающих в FDM-печати из-за простоты использования?

- A) ABS
- B) Nylon
- C) PLA
- D) PETG

7. Что такое G-code?

- A) Язык программирования для веб-сайтов
- B) Стандарт для 3D-моделей
- C) Управляющая программа для станков с ЧПУ и 3D-принтеров
- D) Протокол передачи данных

8. Что означает аббревиатура FDM?

- A) Fused Deposition Modeling
- B) Flexible Design Method
- C) Filament Direct Manufacturing
- D) Fast Digital Modeling

9. Какой дефект печати проявляется в виде нитей пластика между элементами модели?

- A) Расслоение
- B) Стрингинг (нить)
- C) Коробление
- D) Недоплав

10. Какова основная функция нагреваемого стола (hotbed) в FDM-принтере?

- A) Ускорение печати
- B) Улучшение адгезии первого слоя
- C) Охлаждение модели
- D) Нарезка пластика

11. Что такое «ретракция» (retraction) в настройках слайсера?

- A) Увеличение скорости печати
- B) Втягивание филамента для уменьшения стрингинга
- C) Поворот модели на платформе
- D) Автоматическая калибровка стола

12. Какой процесс следует после печати модели на SLA-принтере?

- A) Нагревание в печи
- B) Промывка в изопропиловом спирте и УФ-отверждение
- C) Фрезеровка поверхности
- D) Вакуумная сушка

13. Какой параметр слайсера напрямую влияет на прочность вертикальной детали?

- A) Скорость печати
- B) Толщина слоя
- C) Процент заполнения (infill)
- D) Температура сопла

14. Что такое «калибровка стола» (bed leveling)?

- A) Настройка цвета подсветки
- B) Выравнивание платформы относительно сопла
- C) Изменение размера области печати
- D) Установка температуры стола

15. Какой тип поддержек (support) обычно легче удаляется?

- A) Линейные
- B) Решетчатые
- C) Tree (древовидные)
- D) С плотным интерфейсом

16. Какой из перечисленных материалов обладает наивысшей термостойкостью?

- A) PLA
- B) ABS
- C) PETG
- D) TPU

17. Что обозначает термин «overhang» (свес) в 3D-печати?

- A) Горизонтальный выступ без поддержки снизу
- B) Вертикальная стенка
- C) Нижняя плоскость модели
- D) Внутренняя полость

18. Какой формат файла сохраняет информацию о цвете и текстуре 3D-модели?

- A) STL
- B) OBJ

- C) G-code
- D) STEP

19. Какая технология 3D-печати использует порошковый материал и лазер для его спекания?

- A) FDM
- B) SLA
- C) SLS
- D) DLP

20. Что такое «модель, пригодная для печати» (manifold geometry)?

- A) Модель с идеально гладкой поверхностью
- B) Модель, не имеющая разрывов, самопересечений и неоднозначных граней
- C) Модель, созданная в профессиональном CAD-пакете
- D) Модель, напечатанная без ошибок

21. Перечислите три основных этапа любого процесса аддитивного производства.

22. Назовите две основные причины использования поддерживающих структур (supports) при 3D-печати.

23. Дайте определение термину «ретракция» (retraction) в контексте настройки FDM-принтера.

24. Что такое DfAM (Design for Additive Manufacturing)?

25. Перечислите три наиболее распространенных полимерных материала для FDM-печати и одно ключевое свойство каждого.

26. В чем заключается основное отличие технологий SLA и DLP?

27. Что такое «мостик» (bridge) в 3D-печати и как его правильно печатать?

28. Назовите три типичных дефекта FDM-печати и их возможную причину.

29. Для чего используется процедура пост-отверждения (post-curing) в SLA-печати?

30. Какие преимущества дает аддитивное производство по сравнению с литьем под давлением для создания прототипов?

Критерии оценки тестового контроля

по дисциплине «Основы моделирования и 3d печати»

Оценка «отлично», если правильные ответы составляют 100 - 90%

Оценка «хорошо», если правильные ответы составляют 89 – 80 %

Оценка «удовлетворительно», если правильные ответы составляют 79 – 70 %

Оценка «неудовлетворительно», если правильные ответы составляют 69 % и менее.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

№ п.п.	Оценочное средство	Процедура оценивания (методические рекомендации)
1.	Тесты	являются простейшей формой контроля, направленная на проверку владения терминологическим аппаратом, современными информационными технологиями и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин. Тест состоит из небольшого количества элементарных задач; может предоставлять возможность выбора из перечня ответов; занимает часть учебного занятия (10–30 минут); правильные решения разбираются на том же или следующем занятии; частота тестирования определяется преподавателем
2.	Практическая работа	является средством применения и реализации полученных обучающимся знаний, умений и навыков в ходе выполнения учебно-практической задачи, связанной с получением корректного значимого результата с помощью реальных средств деятельности. Рекомендуется для проведения в рамках тем (разделов), наиболее значимых в формировании практических (профессиональных) компетенций
3.	Зачет	служит формой проверки качества усвоения обучающимися учебного материала

Данные формы контроля осуществляются с привлечением разнообразных технических средств. Технические средства контроля могут содержать: программы компьютерного тестирования, учебные задачи, комплексные ситуационные задания.

В понятие технических средств контроля может входить оборудование, используемое обучающимся при практических работах и иных видах работ, требующих практического применения знаний и навыков в учебно-производственной ситуации, овладения техникой эксперимента.

Однако контроль с применением технических средств имеет ряд недостатков, т.к. не позволяет отследить индивидуальные способности и креативный потенциал обучающегося. В этом он уступает письменному и устному контролю. Как показывает опыт некоторых вузов - технические средства контроля должны сопровождаться устной беседой с преподавателем.

Информационные системы и технологии (ИС) оценивания качества учебных достижений обучающихся являются важным сегментом информационных образовательных систем, которые получают все большее распространение в вузах при совершенствовании (информатизации) образовательных технологий. Программный инструментальный (оболочка) таких систем в режиме оценивания и контроля обычно включает: электронные обучающие тесты, электронные аттестующие тесты, электронный практикум и др.

Электронные обучающие и аттестующие тесты являются эффективным средством контроля результатов образования на уровне знаний и понимания.

Режим обучающего, так называемого репетиционного, тестирования служит, прежде всего, для изучения материалов дисциплины и подготовке обучающегося к

аттестующему тестированию, он позволяет обучающемуся лучше оценить уровень своих знаний и определить, какие вопросы нуждаются в дополнительной проработке. В обучающем режиме особое внимание должно быть уделено формированию диалога пользователя с системой, путем задания вариантов реакции системы на различные действия обучающегося при прохождении теста. В результате обеспечивается высокая степень интерактивности электронных учебных материалов, при которой система предоставляет обучающемуся возможности активного взаимодействия с модулем, реализуя обучающий диалог с целью выработки у него наиболее полного и адекватного знания сущности изучаемого материала

Аттестующее тестирование знаний обучающихся предназначено для контроля уровня знаний и позволяет автоматизировать процесс текущего контроля успеваемости, а также промежуточной аттестации.

Аннотация дисциплины

Дисциплина (Модуль)	Основы моделирования и 3d печати
Реализуемые компетенции	ОПК-1.
Индикаторы достижения компетенций	ОПК-1.1. Понимает принцип работы и преимущества, которые дают современные информационные технологии при поиске необходимой информации, расчетах и оформлении документации ОПК-1.2. Умеет работать с современным программным обеспечением при решении задач профессиональной деятельности ОПК-1.3. Применяет прикладное программное обеспечение для разработки и оформления технической документации
Трудоемкость, з.е.	72/2
Формы отчетности (в т.ч. по семестрам)	зачет в 2 семестре