

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 25.06.2024 10:44:44
Уникальный программный ключ:
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82473

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт Искусств
Кафедра Искусства костюма и моды

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Аддитивные технологии послойным наплавлением

Уровень образования	бакалавриат	
Направление подготовки	29.03.04	Технология художественной обработки материалов
Направленность (профиль)	Ювелирное искусство и декоративный металл	
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года	
Форма(-ы) обучения	очная	

Рабочая программа учебной дисциплины **Аддитивные технологии послойным наплавлением** основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол заседания кафедры №9 от 24.04.2024 г.

Разработчик(и) рабочей программы учебной дисциплины:

1. доцент Пинчук А. М.
 2. к. к. Круглова М. Г.
- Заведующий кафедрой: Джанибемян В.В.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Учебная дисциплина **Аддитивные технологии послойным наплавлением** изучается в 4, 5, 6, 7 семестрах по очной форме обучения.

1.1. Курсовая работа/Курсовой проект – не предусмотрен.

1.2. Форма промежуточной аттестации:

четвертый семестр - зачет
пятый семестр - зачет
шестой семестр - зачет
седьмой семестр - экзамен

1.3. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина **Аддитивные технологии послойным наплавлением** относится к обязательной части программы.

Изучение дисциплины опирается на результаты освоения образовательной программы предыдущего уровня.

Результаты обучения по учебной дисциплине, используются при изучении следующих дисциплин и прохождения практик:

- Художественное проектирование изделий;
- Выполнение проекта в материале;
- Проектирование авторских коллекций
- Производственная практика. Преддипломная практика.

Результаты освоения учебной дисциплины в дальнейшем будут использованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

2. ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Целями освоения дисциплины **Аддитивные технологии послойным наплавлением** являются:

- формирование профессиональных компетенций в области разработки, проектирования и изготовления изделий с использованием аддитивных и субтрактивных технологий
- изучение технологий, актуальных в области модных аксессуаров костюма, изучение соответствующего инструментария для выполнения таких работ;
- формирование навыков выполнения технологических приемов при изготовлении различных ассортиментных видов аксессуаров костюма;
- формирование навыков объемно-пространственного решения аксессуаров костюма;
- применение подходов к решению задач профессиональной направленности и практического их использования в дальнейшей профессиональной деятельности;
- формирование у обучающихся компетенций, установленных образовательной программой в соответствии с ФГОС ВО по данной дисциплине.

Результатом обучения по дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенций и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения дисциплины.

2.1. Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3	ИД-ПК-3.1	

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Способен создавать концептуальную и художественно-графическую работу в экспериментальных творческих проектах	Разработка концептуальной идеи экспериментального творческого проекта; создание креативного образа и стиля в экспериментальном творческом проекте	<ul style="list-style-type: none"> – выбор художественных материалов и технологий для изготовления авторских ювелирных коллекций – создает образцы украшений по авторскому проекту из различных материалов с применением традиционных и современных технологий – составляет технологическую карту изделия с подробным разъяснением конструкции изделия, процесса его изготовления, последовательности технологических процессов при изготовлении.
	ИД-ПК-3.3 Создание эскизов систем изделий (комплектов, ансамблей, коллекций) с выстраиванием взаимосвязей между изделиями систем, в различных графических техниках, отвечающих на авторскую концепцию	
	ИД-ПК-3.5 Поиск и синтез графической подачи, отвечающей на авторскую концепцию, осуществляемой в среде компьютерных графических редакторов	
	ИД-ПК-3.6 Создание тенденций в дизайне посредством эксперимента над конструкцией, формой и технологией	
ПК-4 Способен осуществлять конструкторско-техническую разработку экспериментальных творческих проектов	ИД-ПК-4.3 Осуществление конструкторско-технологической разработки творческой идеи путем применения компьютерных программ 3D-моделирования и технологий аддитивного и субтрактивного прототипирования	
ПК-5 Способен работать с различными материалами, технологическими приемами работы с ними, а также их комбинирования в авторских арт-объектах и творческих проектах	ИД-ПК-5.4 Поиск оригинальных технологических решений на основе традиционных и инновационных техник, их сочетаний, современной интерпретации традиционных ремесленных техник	
ПК-6 Способен создавать коллекции ювелирных украшений и/или аксессуаров костюма в авторском стиле	ИД-ПК-6.1 Технологическое оборудование для создания ювелирных изделий	

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

по очной форме обучения –	12	з.е.	432	час.
---------------------------	----	------	-----	------

3.1. Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий (очная форма обучения)

Структура и объем дисциплины				
форма обучения	всего часов	Контактная работа, час	Самостоятельная работа обучающегося, час	

Объем дисциплины по семестрам			лекции, час	практические занятия, час	лабораторные занятия, час	практическая подготовка, час	курсовая работа/ курсовой проект	самостоятельная работа обучающегося, час	промежуточная аттестация, час
4 семестр	зачет	108	30	30				48	
5 семестр	зачет	108	16	34				58	
6 семестр	зачет	72	14	14				44	
7 семестр	экзамен	144	16	34				58	36
Всего:		432	188					208	36

3.2. Структура учебной дисциплины для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (очная форма обучения)

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы/индивидуальные занятия, час	Практическая подготовка, час		
ПК-3	Четвертый семестр						Формы текущего контроля по разделу: – Устный опрос; – Защита лабораторных творческих и исследовательских работ по заданиям преподавателя (очно и в форме презентации) – Реферат
ИД-ПК-3.1	Раздел 1. Введение в аддитивные технологии	30	30			48	
ИД-ПК-3.3	Тема 1.1	5	5			8	
ИД-ПК-3.5	Исторические предпосылки появления аддитивных технологий. Терминология. Общее представление процесса аддитивного производства.						
ИД-ПК-3.6	Тема 1.2	5	5			8	
ПК-4	ИД-ПК-4.3	Тема 1.2	5	5		8	
ПК-5	ИД-ПК-5.4	Тема 1.3	5	5		8	
ПК-6	ИД-ПК-6.1	Классификация методов аддитивных технологий					
	Раздел 2. Процессы аддитивного производства						
	Тема 2.1.	5	5			8	
	Последовательность процесса аддитивного производства.						
	Тема 2.2. Области применения, не включающие традиционное моделирование в среде САПР	5	5			8	
	Тема 2.3 Плавление порошков в сформированном слое.	5	5			8	
	Зачет						
	Итого за 4 семестр	30	30			48	
	Пятый семестр						Формы текущего контроля по разделу: – Устный опрос; – Защита лабораторных творческих и исследовательских работ
	Раздел 3. Процессы аддитивного производства не в среде САПР						
	Тема 3.1.	2	5			9	
	Экструзионные системы						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы/индивидуальные занятия, час	Практическая подготовка, час		
	Тема 3.2. Распыление материала методом струйной печати	3	6			10	по заданиям преподавателя (очно и в форме презентации) – Реферат
	Тема 3.3 Процессы ламинирования листовых (слоистых) материалов	2	6			9	
	Тема 3.4. Технологии прямой записи	3	5			10	
	Тема 3.5. Процессы направленного энерговклада. Directed energy deposition	3	6			10	
	Тема 3.6 Особенности применения аддитивных технологий в различных отраслях	3	6			10	
	Зачет						
	Итого за 5 семестр	16	34			58	
	Шестой семестр						Формы текущего контроля по разделу: – Устный опрос; – Защита лабораторных творческих и исследовательских работ по заданиям преподавателя (очно и в форме презентации) – Реферат
	Раздел 4. Особенности применения аддитивных технологий в различных отраслях						
	Тема 4.1 Точность и качество поверхности при выращивании изделий	2	2			7	
	Тема 4.2 Способы создания цифровой 3D-модели	2	2			7	
	Тема 4.3 Методы 3D -сканирования	2	2			7	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы/индивидуальные занятия, час	Практическая подготовка, час		
	Тема 4.4 Программное обеспечение, используемое в аддитивных технологиях	2	2			7	
	Тема 4.5 Материалы для 3D-печати	3	3			8	
	Тема 4.6 Выбор технологии для конкретного изделия	3	3			8	
	Зачет						Зачет по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и оценки итоговой работы
	Итого за 6 семестр	14	14			44	
	Седьмой семестр						Формы текущего контроля по разделу:
	Раздел 5. Смежные процессы						– Устный опрос;
	Тема 5.1 Постобработка	2	5			9	– Защита лабораторных творческих и исследовательских работ по заданиям преподавателя (очно и в форме презентации)
	Тема 5.2 Проблемы	3	6			10	– Реферат
	Тема 5.3 Субтрактивные технологии аддитивного производства	2	6			9	
	Тема 5.4 Основы генеративного дизайна	3	5			10	
	Тема 5.5 Возможности для бизнеса и будущее аддитивного и субтрактивного производств	3	6			10	
	Тема 5.6 Преимущества систем аддитивного производства	3	6			10	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы/индивидуальные занятия, час	Практическая подготовка, час		
	Экзамен					36	Экзамен по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и оценки итоговой работы
	Итого за 7 семестр	16	34			58	
	ИТОГО за весь период		50	50		94	

3.3. Краткое содержание учебной дисциплины

№ пп	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание раздела (темы)
Раздел 1.	Введение в аддитивные технологии	
Тема 1.1	Исторические предпосылки появления аддитивных технологий. Терминология. Общее представление процесса аддитивного производства.	Исторические предпосылки появления аддитивных технологий, терминология Исторические этапы развития аддитивных технологий. Основы технологии аддитивного производства. Введение и описание основных принципов. Общее представление процесса аддитивного производства. Различие между аддитивным производством и обработкой на станках с ЧПУ. Подходы цифрового проектирования и производства. Другие родственные технологии. Международное распространение аддитивного производства. Перспективы аддитивного производства. Трансформация быстрого прототипирования в прямое цифровое производство.
Тема 1.2	Основные термины, классификация и принципы устройств для 3D-печати.	Основные термины, классификация и принципы устройств для 3D-печати. Этапы 3D-печати. Преимущества и недостатки аддитивных технологий по сравнению с традиционными – субтрактивными. Характеристика рынка аддитивных технологий. Перспективы применения и задачи кривой Гартнера для аддитивных технологий. Развитие технологий аддитивного компьютерного моделирования и проектирования. Системы с использованием металлов. Гибридные системы.
Тема 1.3	Классификация методов аддитивных технологий	Классификация методов аддитивных технологий Классификация по методу формирования слоя, по методу фиксации слоя, по типу материалов, по ключевой технологии. Примеры применения. Классификация порошков и других материалов. Технологические параметры процессов аддитивного производства Физические основы и технологические процессы трехмерной печати. Синтез на подложке и прямое нанесение металла, как два основных принципа 3D-печати. Современные промышленные аддитивные технологии: селективное лазерное сплавление, селективное электронно-лучевое сплавление, струйное нанесение связующего и прямая печать. Физические основы селективного лазерного спекания (СЛС)
Раздел 2.	Процессы аддитивного производства	
Тема 2.1	Последовательность процесса аддитивного производства.	Последовательность процесса аддитивного производства. Восемь этапов аддитивного производства: 1) Концептуализация изделия и его проектирование в среде САПР; 2) Преобразование данных САПР в STL/AMF форматы; 3) Передача STL/AMF файлов на машины аддитивного производства и их обработка; 4) Настройка машины; 5) Построение изделия; 6) Извлечение и очистка изделия; 7) Постобработка изделия; 8) Применение. Различия технологий аддитивного производства. Системы с использованием металлов. Техническое обслуживание оборудования. Вопросы обработки и хранения материалов. Проектирование аддитивного производства.
Тема 2.2	Области применения, не включающие традиционное моделирование в среде САПР	Области применения, не включающие традиционное моделирование в среде САПР. Процесс фотополимеризации в ванне. Материалы для фотополимеризации в ванне. Скорость реакции. Фотополимеризация в ванне с лазерным сканированием. Моделирование процесса фотополимеризации. Векторное сканирование. Микрофотополимеризация в ванне с векторным сканированием. Технологии и процессы проекционной фотополимеризации в ванне с

		использованием масок. Двухфотонная фотополимеризация в ванне. Преимущества и недостатки процесса.
Тема 2.3	Плавление порошков в сформированном слое.	Плавление порошков в сформированном слое. Материалы: полимеры, металлы и керамика. Механизмы спекания порошков. Параметры технологического процесса и моделирование. Работа с порошками. Варианты процессов PBF Преимущества и недостатки процесса.
Раздел 3.	Процессы аддитивного производства не в среде САПР	
Тема 3.1.	Экструзионные системы	Экструзионные системы. Основные принципы построения и траектории движения. FDM процесс, разработанный компанией Stratasys. Материалы. Ограничения FDM. Биоэкструзия. Другие системы.
Тема 3.2.	Распыление материала методом струйной печати	Распыление материала методом струйной печати. Развитие печати как процесса аддитивного производства. Материалы для распыления методом струйной печати (полимеры, керамика, металлы и др.). Основы обработки материалов. Моделирование процесса распыления материалов. Оборудование для распыления материалов. Распыление связующего для струйной печати. Материалы. Варианты процесса. Оборудование для распыления связующего. Преимущества и недостатки процесса.
Тема 3.3	Процессы ламинирования листовых (слоистых) материалов	Процессы ламинирования листовых (слоистых) материалов. Материалы. Основы обработки материалов. Ультразвуковое аддитивное производство.
Тема 3.4.	Технологии прямой записи	Технологии прямой записи. История развития технологии прямой записи. Прямая запись с использованием чернил. Прямая запись методом лазерного переноса. Прямая запись термическим напылением. Прямая запись потоком частиц. Прямое осаждение из жидкой фазы. Пучковые методы корректировки для аддитивных субтрактивных подходов прямой записи. Гибридные технологии. Использование методов прямой записи.
Тема 3.5.	Процессы направленного энерговклада. Directed energy deposition	Процессы направленного энерговклада. Directed energy deposition. Общее описание процесса направленного энерговклада. Подача материала. Системы направленного энерговклада. Параметры процесса. Типичные материалы и микроструктура. Взаимосвязь обработки, структуры и свойств. Преимущества и недостатки DED.
Тема 3.6	Особенности применения аддитивных технологий в различных отраслях	Особенности применения аддитивных технологий в различных отраслях. Характеристика рынка. Методы контроля качества в аддитивных технологиях.
Раздел 4.	Особенности применения аддитивных технологий в различных отраслях	
Тема 4.1	Точность и качество поверхности при выращивании изделий	Точность и качество поверхности при выращивании изделий. Факторы, влияющие на точность и качество поверхности.
Тема 4.2	Способы создания цифровой 3D-модели	Способы создания цифровой 3D-модели. Различные методы создания 3D-модели. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование. Подготовка электронной модели изделий к выращиванию. Подготовка опорной структуры (поддержки). Создание трехмерной модели по чертежу детали; 3D моделирование в Компас 3D; Построение сборок в Компас 3D; Проектирование литейных форм в Компас 3D. Практические задачи 3D моделирования в Компас 3D. Создание трехмерных моделей
Тема 4.3	Методы 3D - сканирования	Методы 3D -сканирования. Контактные сканеры. Бесконтактные активные сканеры. Оптические сканеры. Бесконтактные пассивные сканеры. Изучение устройства, принципа работы 3D сканеров: подготовка сканера, калибровка и проверка на точность; подготовка детали к сканированию; выполнение работы по оцифровке изделия; обработка результатов сканирования; сшивка сканов и создание stl модели; исправление и

		доработка отсканированных моделей. Назначение и проверка стратегии сканирования для слоев.
Тема 4.4	Программное обеспечение, используемое в аддитивных технологиях	Программное обеспечение, используемое в аддитивных технологиях.
Тема 4.5	Материалы для 3D-печати	Материалы для 3D-печати Классификация конструкционных и сырьевых материалов, применяемых в аддитивном производстве. Материалы для аддитивных машин для изготовления деталей из металла. Области применения порошковых материалов. Методы получения металлических порошков, технология получения заготовок из конструкционных и специальных сплавов распылением (атомизацией) металла. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий. Принцип действия и особенности эксплуатации оборудования для изготовления изделий методом послойного синтеза и прямого нанесения металла. Binder jetting технологии. Использование аддитивных технологий в литейном производстве.
Тема 4.6	Выбор технологии для конкретного изделия	Выбор технологии для конкретного изделия. Принципы выбора материалов и отладки технологии 3D-печати конкретного изделия. Конечно-элементное моделирование. Проектирование деталей для аддитивных технологий. Топологическая оптимизация
Раздел 5.	Смежные процессы	
Тема 5.1	Постобработка	Постобработка. Виды термомеханической и электрохимической обработок изделий для ювелирной отрасли. Оценка и устранение внутренних напряжений. Горячее изостатическое прессование. Гибридные технологии.
Тема 5.2	Проблемы	Проблемы трещинообразования при выращивании изделий.
Тема 5.3	Субтрактивные технологии аддитивного производства	Субтрактивные технологии аддитивного производства. Быстрая инструментовка. Основы обратного проектирования и конструирования. Программное обеспечение. Распространенные технологии субтрактивного производства. Технологии субтрактивного производства в отраслях производства. Распространенные субтрактивные процессы: фрезерная обработка; обработка резанием, токарная обработка; лазерная резка; гидроабразивная резка; сверление; электроэрозионная обработка; шлифование. Оборудование. Программное обеспечение.
Тема 5.4	Основы генеративного дизайна	Основы генеративного дизайна. Проектирование с учетом требований производства и сборки. Уникальные возможности аддитивного производства (сложные формы, иерархия, материалы, а также функциональная сложность). Принципы и цели базового проектирования для аддитивного производства. Исследование свободы проектирования. Инструменты САПР для аддитивного и субтрактивного производства. Методы синтеза.
Тема 5.5	Возможности для бизнеса и будущее аддитивного и субтрактивного производств.	Возможности для бизнеса и будущее аддитивного и субтрактивного производств.
Тема 5.6	Преимущества систем аддитивного производства	Преимущества систем аддитивного производства Возможности для бизнеса и будущее аддитивного и субтрактивного производств в ювелирной отрасли. Новые виды продукции. Новые типы организаций. Новые типы занятости. Цифровое предпринимательство. Интеллектуальная собственность. Прорывная инновация. Движение новаторов. Методы выбора для изделий. Планирование и контроль производства

3.4. Организация самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию. Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведенного учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Виды и содержание заданий для внеаудиторной самостоятельной работы могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать особенности направления подготовки и данной учебной дисциплины, а также индивидуальные особенности студента.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

- подготовку к лекциям и практическим занятиям, зачету с оценкой, экзамену;
- изучение учебных пособий;
- изучение разделов/тем, не выносимых на лекции и практические занятия самостоятельно;
- проведение исследовательских работ;
- изучение теоретического и практического материала по рекомендованным источникам;
- выполнение домашних заданий;
- выполнение индивидуальных заданий;
- подготовка к промежуточной аттестации в течение семестра;
- создание презентаций по изучаемым темам и др.

Самостоятельная работа обучающихся с участием преподавателя в форме иной контактной работы предусматривает групповую и (или) индивидуальную работу с обучающимися и включает в себя:

- проведение индивидуальных и групповых консультаций по отдельным темам/разделам дисциплины;
- проведение консультаций перед зачетом с оценкой по необходимости;
- консультации по организации самостоятельного изучения отдельных разделов/тем, базовых понятий учебных дисциплин профильного/родственного бакалавриата, которые формировали ОПК и ПК, в целях обеспечения преемственности образования.

Перечень разделов/тем/, полностью или частично отнесенных на самостоятельное изучение с последующим контролем:

№ пп	Наименование раздела /темы дисциплины, выносимые на самостоятельное изучение	Задания для самостоятельной работы	Виды и формы контрольных мероприятий (учитываются при проведении текущего контроля)	Трудоемкость, час
------	--	------------------------------------	---	-------------------

Раздел 1.	Введение в аддитивные технологии			
Тема 1.1	Исторические предпосылки появления аддитивных технологий. Терминология. Общее представление процесса аддитивного производства.	Исторические предпосылки появления аддитивных технологий, терминология. Исторические этапы развития аддитивных технологий. Основы технологии аддитивного производства. Введение и описание основных принципов. Общее представление процесса аддитивного производства. Различие между аддитивным производством и обработкой на станках с ЧПУ. Подходы цифрового проектирования и производства. Другие родственные технологии. Международное распространение аддитивного производства. Перспективы аддитивного производства. Трансформация быстрого прототипирования в прямое цифровое производство.	Формы текущего контроля по разделу: – Устный опрос; – Защита лабораторных творческих и исследовательских работ по заданиям преподавателя (очно и в форме презентации) – Реферат	8
Тема 1.2	Основные термины, классификация и принципы устройств для 3D-печати.	Основные термины, классификация и принципы устройств для 3D-печати. Этапы 3D-печати. Преимущества и недостатки аддитивных технологий по сравнению с традиционными – субтрактивными. Характеристика рынка аддитивных технологий. Перспективы применения и задачи кривой Гартнера для аддитивных технологий. Развитие технологий аддитивного компьютерного моделирования и проектирования. Системы с использованием металлов. Гибридные системы.		8
Тема 1.3	Классификация методов аддитивных технологий	Классификация методов аддитивных технологий. Классификация по методу формирования слоя, по методу фиксации слоя, по типу материалов, по ключевой технологии. Примеры применения. Классификация порошков и других материалов. Технологические параметры процессов аддитивного производства. Физические основы и технологические процессы трехмерной печати. Синтез на подложке и прямое нанесение металла, как два основных принципа 3D-печати.		8

		Современные промышленные аддитивные технологии: селективное лазерное сплавление, селективное электронно-лучевое сплавление, струйное нанесение связующего и прямая печать. Физические основы селективного лазерного спекания (СЛС)		
Раздел 2.	Процессы аддитивного производства			
Тема 2.1	Последовательность процесса аддитивного производства.	Последовательность процесса аддитивного производства. Восемь этапов аддитивного производства: 1) Концептуализация изделия и его проектирование в среде САПР; 2) Преобразование данных САПР в STL/AMF форматы; 3) Передача STL/AMF файлов на машины аддитивного производства и их обработка; 4) Настройка машины; 5) Построение изделия; 6) Извлечение и очистка изделия; 7) Постобработка изделия; 8) Применение. Различия технологий аддитивного производства. Системы с использованием металлов. Техническое обслуживание оборудования. Вопросы обработки и хранения материалов. Проектирование аддитивного производства.	Формы текущего контроля по разделу: – Устный опрос; – Защита лабораторных творческих и исследовательских работ по заданиям преподавателя (очно и в форме презентации) – Реферат	8
Тема 2.2	Области применения, не включающие традиционное моделирование в среде САПР	Области применения, не включающие традиционное моделирование в среде САПР. Процесс фотополимеризации в ванне. Материалы для фотополимеризации в ванне. Скорость реакции. Фотополимеризация в ванне с лазерным сканированием. Моделирование процесса фотополимеризации. Векторное сканирование. Микрофотополимеризация в ванне с векторным сканированием. Технологии и процессы проекционной фотополимеризации в ванне с использованием масок. Двухфотонная фотополимеризация в ванне. Преимущества и недостатки процесса.		8

Тема 2.3	Плавление порошков в сформированном слое.	Плавление порошков в сформированном слое. Материалы: полимеры, металлы и керамика. Механизмы спекания порошков. Параметры технологического процесса и моделирование. Работа с порошками. Варианты процессов PBF Преимущества и недостатки процесса.		8
Раздел 3.	Процессы аддитивного производства не в среде САПР			
Тема 3.1.	Экструзионные системы	Экструзионные системы. Основные принципы построения и траектории движения. FDM процесс, разработанный компанией Stratasys. Материалы. Ограничения FDM. Биоэкструзия. Другие системы.	Формы текущего контроля по разделу: – Устный опрос; – Защита лабораторных творческих и исследовательских работ по заданиям преподавателя (очно и в форме презентации) – Реферат	9
Тема 3.2.	Распыление материала методом струйной печати	Распыление материала методом струйной печати. Развитие печати как процесса аддитивного производства. Материалы для распыления методом струйной печати (полимеры, керамика, металлы и др.). Основы обработки материалов. Моделирование процесса распыления материалов. Оборудование для распыления материалов. Распыление связующего для струйной печати. Материалы. Варианты процесса. Оборудование для распыления связующего. Преимущества и недостатки процесса.		10
Тема 3.3	Процессы ламинирования листовых (слоистых) материалов	Процессы ламинирования листовых (слоистых) материалов. Материалы. Основы обработки материалов. Ультразвуковое аддитивное производство.		9
Тема 3.4.	Технологии прямой записи	Технологии прямой записи. История развития технологии прямой записи. Прямая запись с использованием чернил. Прямая запись методом лазерного переноса. Прямая запись термическим напылением. Прямая запись потоком частиц. Прямое осаждение из жидкой фазы. Пучковые методы корректировки для аддитивных субтрактивных подходов прямой записи. Гибридные технологии. Использование методов прямой записи.		10

Тема 3.5.	Процессы направленного энерговклада. Directed energy deposition	Процессы направленного энерговклада. Directed energy deposition Общее описание процесса направленного энерговклада. Подача материала. Системы направленного энерговклада. Параметры процесса. Типичные материалы и микроструктура. Взаимосвязь обработки, структуры и свойств. Преимущества и недостатки DED.		10
Тема 3.6	Особенности применения аддитивных технологий в различных отраслях	Особенности применения аддитивных технологий в различных отраслях Характеристика рынка. Методы контроля качества в аддитивных технологиях.		10
Раздел 4.	Особенности применения аддитивных технологий в различных отраслях			
Тема 4.1	Точность и качество поверхности при выращивании изделий	Точность и качество поверхности при выращивании изделий. Факторы, влияющие на точность и качество поверхности.	Формы текущего контроля по разделу: – Устный опрос; – Защита лабораторных творческих и исследовательских работ по заданиям преподавателя (очно и в форме презентации) – Реферат	7
Тема 4.2	Способы создания цифровой 3D-модели	Способы создания цифровой 3D-модели Различные методы создания 3D-модели. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование. Подготовка электронной модели изделий к выращиванию. Подготовка опорной структуры (поддержки). Создание трехмерной модели по чертежу детали; 3D моделирование в Компас 3D; Построение сборок в Компас 3D; Проектирование литейных форм в Компас 3D Практические задачи 3D моделирования в Компас 3D. Создание трехмерных моделей		7
Тема 4.3	Методы 3D -сканирования	Методы 3D -сканирования. Контактные сканеры. Бесконтактные активные сканеры. Оптические сканеры. Бесконтактные пассивные сканеры. Изучение устройства, принципа работы 3D сканеров: подготовка сканера, калибровка и проверка на точность; подготовка детали к сканированию; выполнение работы по оцифровке изделия; обработка результатов сканирования; шивка сканов и создание stl модели; исправление и доработка отсканированных моделей.		7

		Назначение и проверка стратегии сканирования для слов.		
Тема 4.4	Программное обеспечение, используемое в аддитивных технологиях	Программное обеспечение, используемое в аддитивных технологиях.		7
Тема 4.5	Материалы для 3D-печати	Материалы для 3D-печати Классификация конструкционных и сырьевых материалов, применяемых в аддитивном производстве. Материалы для аддитивных машин для изготовления деталей из металла. Области применения порошковых материалов. Методы получения металлических порошков, технология получения заготовок из конструкционных и специальных сплавов распылением (атомизацией) металла. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий. Принцип действия и особенности эксплуатации оборудования для изготовления изделий методом послойного синтеза и прямого нанесения металла. Binder jetting технологии. Использование аддитивных технологий в литейном производстве.		8
Тема 4.6	Выбор технологии для конкретного изделия	Выбор технологии для конкретного изделия. Принципы выбора материалов и отладки технологии 3D-печати конкретного изделия. Конечно-элементное моделирование. Проектирование деталей для аддитивных технологий. Топологическая оптимизация		8
Раздел 5.	Смежные процессы			
Тема 5.1	Постобработка	Постобработка. Виды термомеханической и электрохимической обработок изделий для ювелирной отрасли. Оценка и устранение внутренних напряжений. Горячее изостатическое прессование. Гибридные технологии.	Формы текущего контроля по разделу: – Устный опрос; – Защита лабораторных творческих и исследовательских работ по заданиям преподавателя (очно и в форме презентации) – Реферат	9
Тема 5.2	Проблемы	Проблемы трещинообразования при выращивании изделий.		10
Тема 5.3	Субтрактивные технологии аддитивного производства	Субтрактивные технологии аддитивного производства. Быстрая инструментовка. Основы обратного проектирования и конструирования. Программное		9

		<p>обеспечение.</p> <p>Распространенные технологии субтрактивного производства.</p> <p>Технологии субтрактивного производства в отраслях производства.</p> <p>Распространенные субтрактивные процессы: фрезерная обработка; обработка резанием, токарная обработка; лазерная резка; гидроабразивная резка; сверление; электроэрозионная обработка; шлифование.</p> <p>Оборудование. Программное обеспечение.</p>	
Тема 5.4	Основы генеративного дизайна	<p>Основы генеративного дизайна.</p> <p>Проектирование с учетом требований производства и сборки. Уникальные возможности аддитивного производства (сложные формы, иерархия, материалы, а также функциональная сложность).</p> <p>Принципы и цели базового проектирования для аддитивного производства.</p> <p>Исследование свободы проектирования. Инструменты САПР для аддитивного и субтрактивного производства.</p> <p>Методы синтеза.</p>	10
Тема 5.5	Возможности для бизнеса и будущее аддитивного и субтрактивного производств.	<p>Возможности для бизнеса и будущее аддитивного и субтрактивного производств.</p>	10
Тема 5.6	Преимущества систем аддитивного производства	<p>Преимущества систем аддитивного производства</p> <p>Возможности для бизнеса и будущее аддитивного и субтрактивного производств в ювелирной отрасли. Новые виды продукции. Новые типы организаций. Новые типы занятости. Цифровое предпринимательство.</p> <p>Интеллектуальная собственность. Прорывная инновация. Движение новаторов. Методы выбора для изделий. Планирование и контроль производства</p>	10

3.5. Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий
 Реализация программы учебной дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий регламентируется действующими локальными актами университета.

Электронные образовательные технологии обеспечивают в соответствии с программой дисциплины:

- организацию самостоятельной работы обучающегося, включая контроль знаний обучающегося (текущий контроль и промежуточную аттестацию),
- методическое сопровождение и дополнительную информационную поддержку электронного обучения (дополнительные учебные и информационно-справочные материалы). Текущая и промежуточная аттестации проводятся в соответствии с графиком учебного процесса и расписанием.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

4.1. Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенции(й).

Уровни сформированности компетенций	Итоговое количество баллов в 100-балльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Оценка в пятибалльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Показатели уровня сформированности		
			универсальной(-ых) компетенции(-й)	обще профессиональных компетенций	профессиональной компетенции
					ПК-3: ИД-ПК-3.1; ИД-ПК-3.3; ИД-ПК-3.5; ИД-ПК-3.6 ПК-4: ИД-ПК-4.3 ПК-5: ИД-ПК-5.4 ПК-6: ИД-ПК-6.1
высокий		отлично/ зачтено (отлично)/ зачтено		–	Обучающийся, на высоком художественном уровне: – создает образцы украшений по авторскому проекту из различных материалов с применением традиционных и современных технологий – составляет технологическую карту изделия с подробным разъяснением конструкции изделия, процесса его изготовления, последовательности технологических процессов при изготовлении.
повышенный		хорошо/ зачтено (хорошо)/ зачтено	–	–	Обучающийся: – создает образцы украшений по авторскому проекту из различных материалов с применением традиционных и современных технологий – составляет технологическую карту изделия с подробным разъяснением конструкции изделия, процесса его изготовления, последовательности технологических процессов при изготовлении.
базовый		удовлетворительно/ зачтено		–	Обучающийся испытывает серьезные затруднения в:

					<ul style="list-style-type: none"> – создании образцов украшений по авторскому проекту из различных материалов с применением традиционных и современных технологий – составлении технологической карты изделия с подробным разъяснением конструкции изделия, процесса его изготовления, последовательности технологических процессов при изготовлении.
низкий		неудовлетворительно/ не зачтено	Обучающийся:	<ul style="list-style-type: none"> – демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации; – испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических художественных задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами; – не способен проанализировать причинно-следственные связи; – выполняет тематические задания, без проявления творческой инициативы; – ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы. 	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю), указанных в разделе 2 настоящей программы.

5.1. Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
1	Защита лабораторных творческих и исследовательских работ по заданиям преподавателя (очно и в форме презентации); устный опрос; реферат по разделу/теме	<p>Перечень типовых заданий по разделам 1–5:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Принципы работы технологии SLS (Selective Laser Sintering) или «селективное лазерное спекание». 2. Принципы работы технологии SLA (StereoLithography Apparatus) – лазерная стереолитография. 3. Принципы работы технологии SLM (Selectiv Laser Melting) – селективное лазерное плавление. 4. Принципы работы технологии DMLS – (Direct metal laser sintering) – прямое лазерное спекание металла. 5. Принципы работы технологии EBM – (Electron Beam Melting) – электронно-лучевая плавка 6. Принципы работы технологии SPLS – (Solid Phase Laser Sintering) – твердофазное лазерное спекание 7. Принципы работы технологии DMD – (Direct Metal Deposition) – прямое нанесение металла

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
		8. Принципы работы технологии LENS – (Laser Engineered Net Shape) – лазерное посектирование сетчатой формы 9. Принципы работы технологии DM – (Direct Manufacturing) – прямое производство. 10. Принципы работы технологии MJS – (Multiphase Jet Solidification) - многофазного отверждения струи 11. Категория аддитивной технологии - Material Extrusion – «выдавливание материала» 12. Категория аддитивной технологии - Material Jetting – «разбрызгивание материала», «струйные технологии» 13. Категория аддитивной технологии - Binder Jetting – «разбрызгивание связующего» 14. Категория аддитивной технологии - Sheet Lamination – «соединение листовых материалов» 15. Категория аддитивной технологии - Vat Photopolymerization – «фотополимеризация в ванне» 16. Категория аддитивной технологии - Powder Bed Fusion – «расплавление материала в заранее сформированном слое» 17. Категория аддитивной технологии - Directed energy deposition – «прямой подвод энергии непосредственно в место построения» и т. д.

5.2. Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Защита лабораторных творческих и исследовательских работ по заданиям преподавателя (очно и в форме презентации)	Работа выполнена полностью. Оформлена качественно, презентабельно, аккуратно, с учетом всех рекомендаций преподавателя. Нет ошибок в логических рассуждениях. Возможно наличие одной неточности или описки, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала. Обучающийся показал полный объем знаний, умений в освоении, пройденных тем и применение их на практике.	85 – 100	5
	Работа выполнена полностью, но обоснований шагов решения недостаточно. Допущена одна ошибка или два-три недочета.	65 – 84	4
	Допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов.	41 – 64	3
	Работа не выполнена или выполнена не полностью. Допущены грубые ошибки.	0 – 40	2
Устный опрос	Даны полные, развернутые ответы на поставленные вопросы, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине и выбранной теме, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные причинно-следственные связи. Обучающийся демонстрирует глубокие и прочные знания материала по заданным вопросам, исчерпывающе и последовательно, грамотно и логически стройно его излагает.	85 – 100	5

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	Даны полные, развернутые ответы на поставленные вопросы, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения дисциплины; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Обучающийся твердо знает материал по заданным вопросам, грамотно и последовательно его излагает, но допускает несущественные неточности в ответах.	65 – 84	4
	Дан недостаточно полные и недостаточно развернутые ответы на вопросы. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Обучающийся не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Обучающийся способен конкретизировать обобщенные знания только с помощью преподавателя. Обучающийся обладает фрагментарными знаниями по дисциплине, слабо владеет понятийным аппаратом, нарушает последовательность в изложении материала.	41 – 64	3
	Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связь понятий, теории, явлений с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа обучающегося не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы темы.	0 – 40	2
Реферат	Обучающийся, в процессе раскрытия вопроса реферата продемонстрировал глубокие знания дисциплины, сущности проблемы, были даны логически последовательные, содержательные, полные, правильные и конкретные ответы на все вопросы реферата, в том числе и дополнительные. Реферат оформлен по всем правилам.		5
	Обучающийся, в процессе раскрытия вопроса реферата продемонстрировал в целом хорошие знания дисциплины, понимание сущности вопроса реферата, были даны логически последовательные, содержательные, полные, правильные и конкретные ответы на вопросы реферата с незначительными неточностями. Реферат оформлен с помарками.		4
	Обучающийся при написании реферата слабо ориентируется в материале, в рассуждениях не демонстрирует логику ответа, плохо владеет профессиональной терминологией, не раскрывает суть проблемы и не предлагает конкретного ее решения.		3

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	Реферат оформлен неаккуратно		
	Реферат не написан		2

5.3. Промежуточная аттестация:

Форма промежуточной аттестации	Типовые контрольные задания и иные материалы для проведения промежуточной аттестации:
Зачет	Зачет по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и оценки итоговых работ.

5.4. Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины:

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Зачет по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и оценки итоговых работ	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – исчерпывающе и логически стройно анализирует, систематизирует и излагает изученный материал, умеет связывать теорию с практикой; – справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности; – логически обосновывает принятые решения; – показывает четкие системные знания и представления по дисциплине; – дает развернутые, полные и верные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные; – отлично ориентируется в учебной и профессиональной литературе; ответ отражает полное знание материала, с незначительными пробелами, допускает единичные негрубые ошибки. 	85 – 100	5
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – достаточно подробно и, по существу, анализирует, систематизирует и излагает изученный материал, умеет связывать теорию с практикой; – справляется с решением задач профессиональной направленности разного уровня сложности; – логически обосновывает принятые решения; 	65 – 84	4

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
	<ul style="list-style-type: none"> – показывает системные знания и представления по дисциплине; – дает развернутые, полные и верные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные; – допускает единичные негрубые ошибки; – достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе; – ответ отражает знание теоретического и практического материала, не допуская существенных неточностей и грубых ошибок. 		
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – испытывает затруднения при анализе, систематизации и изложении изученного материала, с трудом связывает теорию с практикой; – владеет базовыми необходимыми навыками и приёмами для решения практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности; – логически обосновывает принятые решения; – демонстрирует фрагментарные знания и представления по дисциплине; – дает ответы на вопросы, в том числе, дополнительные; – допускает негрубые ошибки; – с трудом ориентируется в учебной и профессиональной литературе; ответ отражает знания на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю обучения. 	41 – 64	3
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации; – испытывает серьезные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами; – выполняет задания только по образцу и под руководством преподавателя; 	0 – 40	2

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
	– ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы.		

5.5. Примерные темы курсовой работы/курсового проекта:

Курсовая работа не предусмотрена

5.6. Критерии, шкалы оценивания курсовой работы/курсового проекта:

Курсовая работа не предусмотрена

5.7. Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации. Зачет с оценкой выставляется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости, результатов оценки курсовой работы и компьютерного тестирования - вычисляется средняя арифметическая оценка.

Форма контроля	100-балльная система	Пятибалльная система
Текущий контроль:		
Письменный отчет-презентация с результатами выполненных практических заданий	0–100 баллов	2–5 или зачтено/не зачтено
Устный опрос	0–100 баллов	2–5 или зачтено/не зачтено
Промежуточная аттестация:		
Зачет по совокупности результатов текущего контроля успеваемости	0–100 баллов	зачтено (отлично) зачтено (хорошо)
Итого за семестр (дисциплину) экзамен	0–100 баллов	зачтено (удовлетворительно) не зачтено (неудовлетворительно)

Полученный совокупный результат конвертируется в пятибалльную систему оценок в соответствии с таблицей:

100-балльная система	пятибалльная система	
	зачет с оценкой/экзамен	зачет
85–100 баллов	отлично зачтено (отлично)	зачтено
65–84 баллов	хорошо зачтено (хорошо)	
41–64 баллов	удовлетворительно зачтено (удовлетворительно)	
0–40 баллов	неудовлетворительно	не зачтено

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:

- проектная деятельность;
- проведение интерактивных лекций;
- поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
- дистанционные образовательные технологии;
- использование на лекционных занятиях видеоматериалов и наглядных пособий;
- самостоятельная работа в системе компьютерного тестирования.

7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении практических занятий и самостоятельных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Проводятся отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, которая необходима для последующего выполнения практической работы.

8. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.

Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:

Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т. п.).

Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины. При необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Характеристика материально-технического обеспечения дисциплины составляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
<i>119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 2, строение 6</i>	
Аудитории для проведения занятий лекционного типа Аудитория 1224, 1223, 1225	Комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – экран; – подключение к интернету; – доступ к электронной информационно-образовательной среде университета.

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
<p>Аудитории для проведения занятий по практической подготовке, групповых и индивидуальных консультаций</p> <p>Аудитория 1630, 1631, 1632</p>	<p>Комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ноутбук; – экран; – подключение к интернету; – доступ к электронной информационно-образовательной среде университета.
<p>Аудитории для самостоятельной работы студентов. Читальные залы: учебной; научной литературы.</p> <p>Аудитории 1154, 1155, 1156</p>	<p>Комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 24 компьютера; – подключение к интернету; – доступ к электронной информационно-образовательной среде университета; – доступом к электронной библиотечной системе Университета.

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины при обучении с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Необходимое оборудование	Параметры	Технические требования
Персональный компьютер/ноутбук/планшет, камера, микрофон, динамики, доступ в сеть Интернет	Веб-браузер	Версия программного обеспечения не ниже: Chrome 72, Opera 59, Firefox 66, Edge 79, Яндекс.Браузер 19.3
	Операционная система	Версия программного обеспечения не ниже: Windows 7, macOS 10.12 «Sierra», Linux
	Веб-камера	640x480, 15 кадров/с
	Микрофон	любой
	Динамики (колонки или наушники)	любые
	Сеть (интернет)	Постоянная скорость не менее 192 кБит/с

Технологическое обеспечение реализации программы осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационное обеспечение дисциплины в разделах 10.1 и 10.2 формируется на основании печатных изданий, имеющих в фонде библиотеки, и электронных ресурсов, к которым имеет доступ Университет. Сайт библиотеки <http://biblio.kosygin-rgu.ru> (см. разделы «Электронный каталог» и «Электронные ресурсы»).

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, УП, МП и др.)	Издательство	Год издания	Адрес сайта ЭБС или электронного ресурса (заполняется для изданий в электронном виде)	Количество экземпляров в библиотеке Университета
10.1 Основная литература, в том числе электронные издания Электронный каталог по ссылке							
1	Преображенская Е. В., Зуев В. В., Мышечкин А. А.	Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств	учебное пособие	Москва: РТУ МИРЭА	2021	Лань: электронно библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/182474 (дата обращения: 01.12.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.	
2	Горунов, А. И.	Аддитивные технологии и материалы	Учебное пособие	Казань: КНИТУ-КАИ	2019	Лань: электронно библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/144008 (дата обращения: 01.12.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.	
3	Валетов В. А.	Аддитивные технологии (состояние и перспективы)	учебное пособие	Университет ИТМО, СПб	2015	http://www.iprbookshop.ru/65766.html (Электронное издание)	
4	Антонова, В. С.	Аддитивные технологии	учебное пособие	ГУ ИТ и Д, СПб	2017	http://www.iprbookshop.ru/102502.html (Электронное издание)	
10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания							
1	Кравченко Е. Г., Верещагина А. С., Верещагин В. Ю.	Аддитивные технологии в машиностроении	учебное пособие	Москва: Ай Пи Ар Медиа	2021	Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. -	

						URL: https://www.iprbookshop.ru/105704.html , по паролю.	
2	Попович А. А., Суфияров В. Ш., Разумов Н. Г. и др.	Материалы и аддитивные технологии. Современные материалы для аддитивных технологий	учебное пособие	Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого	2021	Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/116134.html , по паролю.	
3	Новиков А. Н., Фирсов А. В., Борзунов Г.И. и др.	Современные технологии 3D-печати и приемы подготовки 3D-моделей	учебное пособие	М., ФГБОУ ВО МГТУ	2016		30
10.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины (модуля) авторов РГУ им. А. Н. Косыгина)							

11. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

11.1. Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

Информация об используемых ресурсах составляется в соответствии с Приложением 3 к ОПОП ВО.

№ пп	Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы
1.	ЭБС «Лань» http://www.e.lanbook.com/
2.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/
3.	Образовательная платформа «Юрайт» https://urait.ru
4.	Ресурсы издательства «SpringerNature» http://www.springernature.com/gp/librarians
5.	Патентная база данных компании «QUESTEL-ORBIT» https://www37.orbit.com/
Профессиональные базы данных, информационные справочные системы	
1.	Web of Science http://webofknowledge.com/ (обширная международная универсальная реферативная база данных)
2.	Scopus https://www.scopus.com (международная универсальная реферативная база данных, индексирующая более 21 тыс. наименований научно-технических, гуманитарных и медицинских журналов, материалов конференций примерно 5000 международных издательств)
3.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU https://elibrary.ru (крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования)

11.2. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения с реквизитами подтверждающих документов составляется в соответствии с Приложением № 2 к ОПОП ВО.

№п/п	Программное обеспечение	Реквизиты подтверждающего документа/ Свободно распространяемое
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
2.	PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
3.	V-Ray для 3Ds Max	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
4.	...	
5.

ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В рабочую программу учебной дисциплины внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

№ пп	год обновления РПД	характер изменений/обновлений с указанием раздела	номер протокола и дата заседания кафедры
1	2024	Корректировки в соответствии с УП	протокол заседания кафедры №9 от 24.04.2024 г.