

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

**Образовательно-научный институт физико-химических технологий
и материаловедения (ИФХТиМ)**

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

Мацулевич Ж.В.

подпись

“ 20 ” января 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.2 «Аддитивные технологии и производства»

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки: 22.04.02 «Металлургия»

(код и направление подготовки, специальности)

Направленность: программа «Металлургические процессы и ресурсосбережение»

(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки 2025

Выпускающая кафедра «Металлургические технологии и оборудование» (МТО)

Кафедра-разработчик «Металлургические технологии и оборудование» (МТО)

Объем дисциплины 180 часов / 5 з.е.

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Гейко М.А., к.т.н., доцент

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2025

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++)
по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия»,
утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 24.04.2018 г. № 308
на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ
протокол от 17.12.2024 г. № 6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 09.01.2025 г. № 6

Зав. кафедрой д.т.н., профессор
(учёная степень, учёное звание) Леушин И.О.
(ФИО) _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению Учебно-методическим советом института ИФХТИМ,
протокол от 20.01.2025 г. № 5

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 22.04.02-м-22

Начальник МО _____ Севрюкова Е.Г.
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Кабанина Н.И.
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.....	5
4. Структура и содержание дисциплины.....	8
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	13
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	17
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	18
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	20
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	21
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	22
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	23
Рецензия.....	26

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины является формирование и развитие компетенций, позволяющих решать вопросы внедрения аддитивных технологий и организации аддитивного производства на предприятиях металлургического профиля.

1.2. Задачи освоения дисциплины Дисциплина «Аддитивные технологии и производства» готовит к решению задач профессиональной деятельности научно-исследовательского и технологического типов:

- осуществлять сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- осуществлять планирование, постановку и проведение экспериментов в областях и сферах профессиональной деятельности;
- проводить анализ результатов экспериментов, осуществлять выбор оптимальных решений, подготавливать и составлять обзоры, отчеты и научные публикации;
- проводить разработку, критический анализ металлургических процессов и оценку работы технологического оборудования для их реализации;
- управлять технологическим обеспечением заготовительного производства;
- руководить технологическим подразделением предприятия;
- выбирать и применять методы моделирования металлургических процессов; разрабатывать и реализовывать технологические процессы заготовительного производства;
- разрабатывать проекты реконструкции действующих и строительства новых цехов, промышленных агрегатов и оборудования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Аддитивные технологии и производства» включена в перечень дисциплин по выбору в рамках вариативной части Блока 1, установленного ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия».

Дисциплина базируется на дисциплинах курса бакалавриата.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении дисциплин: Б1.В.ОД.4 «Технологическая подготовка литейно-металлургических производств», Б1.В.ОД.1 «Инновационные литейно-металлургические технологии», Б1.В.ОД.6 «Теория и практика поиска новых технических решений», а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Аддитивные технологии и производства» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины направлен на:

- формирование элементов следующих профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки: 22.04.02 «Металлургия»: ПК-3, ПК-10, ПК-16.

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплиной

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Курсы формирования компетенций дисциплиной		
	1	2	3
<i>Код компетенции ПК-3</i>			
Б1.В.ОД.7 Организация и математическое планирование эксперимента в металлургии		+	
Б1.В.ДВ.2.1 Аддитивные технологии и производства	+		
Б1.В.ДВ.2.2 Автоматизация производства в металлургии	+		
Б2.П.2 Научно-исследовательская работа	+	+	
Б2.П.3 Научно-исследовательская работа		+	
Б3.Д.1 Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы			+
<i>Код компетенции ПК-10</i>			
Б1.В.ОД.1 Инновационные литейно-металлургические технологии		+	
Б1.В.ОД.2 Проектирование и производство оснастки		+	
Б1.В.ДВ.2.1 Аддитивные технологии и производства	+		
Б1.В.ДВ.2.2 Автоматизация производства в металлургии	+		
Б1.В.ДВ.3.1 Малоотходные (безотходные) технологии в литейном производстве	+	+	
Б1.В.ДВ.3.2 Специальные плавильные печи	+	+	
Б1.В.ДВ.5.1 Модернизация металлургических производств	+		
Б1.В.ДВ.5.2 Технический надзор и экологическая экспертиза объектов металлургии	+		
Б2.П.4 Преддипломная практика			+
Б3.Д.1 Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы			+
<i>Код компетенции ПК-16</i>			
Б1.В.ОД.8 Моделирование и оптимизация процессов металлургии	+		
Б1.В.ДВ.2.1 Аддитивные технологии и производства	+		
Б1.В.ДВ.2.2 Автоматизация производства в металлургии	+		
Б2.П.4 Преддипломная практика			+
Б3.Д.1 Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы			+

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 2.

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С
ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

Таблица 2 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине Трудовая функция			Оценочные средства	
		ПС 40.011 ТФ В/02.6 Знать: - аддитивные технологии и производства в металлургии.	ПС 40.011 ТФ В/02.6 Уметь: - применять актуальную нормативную документацию при поиске и моделировании аддитивных технологий.	ПС 40.011 ТФ В/02.6 Владеть: - навыками разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок при поиске и моделировании аддитивных технологий.	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПК-3. Способен осуществлять планирование, постановку и проведение экспериментов в областях и сферах профессиональной деятельности	ИПК-3.1. Осуществляет планирование и постановку задач и целей экспериментов. ИПК-3.2. Проводит эксперименты в областях и сферах профессиональной деятельности.	ПС 40.011 ТФ В/02.6 Знать: - аддитивные технологии и производства в металлургии.	ПС 40.011 ТФ В/02.6 Уметь: - применять актуальную нормативную документацию при поиске и моделировании аддитивных технологий.	ПС 40.011 ТФ В/02.6 Владеть: - навыками разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок при поиске и моделировании аддитивных технологий.	Банк вопросов	Вопросы к зачету
ПК-10. Способен разрабатывать проекты реконструкции действующих и строительства новых цехов, промышленных агрегатов и оборудования	ИПК-10.1. Разрабатывает проекты реконструкции действующих цехов. ИПК-10.2. Разрабатывает проекты строительства новых цехов. ИПК-10.3. Разрабатывает проекты промышленных агрегатов и оборудования.	ПС 31.009 ТФ Ј/01.7 Знать: - основы моделирования аддитивных технологий в металлургии.	ПС 31.009 ТФ Ј/01.7 Уметь: - анализировать технологические процессы и выявлять причины брака при поиске и моделировании аддитивных технологий.	ПС 31.009 ТФ Ј/01.7 Владеть: - навыками составления технического задания, планирования и оценки результатов экспериментальных работ при поиске и моделировании аддитивных технологий.	Банк вопросов	Вопросы к зачету

ПК-16. Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности.	ИПК-16.1 Осваивает цифровые технологии математического и информационного модели используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности; ИПК-16.2 Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности.	Знать: - постановку проблем математического и информационного моделирования сложных систем в профессиональной деятельности.	Уметь: - планировать процесс моделирования и вычислительного эксперимента в профессиональной деятельности; - работать на современной электронно-вычислительной технике с объектами профессиональной деятельности.	Владеть: - методами постановки задач и обработки результатов компьютерного моделирования в профессиональной деятельности; - навыками самостоятельной работы в лаборатории на современной вычислительной технике.	-	Банк вопросов
---	---	---	--	---	---	---------------

ПС 40.011 ТФ В/02.6 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.

Трудовые действия:

- осуществление разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок;
- осуществление теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.

Трудовые умения:

- применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний.

Трудовые знания:

- актуальная нормативная документация в соответствующей области знаний;
- методы и средства планирования и организации исследований и разработок.

ПС 31.009 ТФ І/01.7 Организация разработки и внедрения программ развития литейного производства в автомобилестроении.

Трудовые действия:

- руководство разработкой программ подготовки квалифицированного персонала литейного производства в автомобилестроении с учетом перспектив его развития.

Необходимые умения:

- оценивать эффективность производства новой продукции в литейном производстве в автомобилестроении в соответствии с требованиями потребителя;
- применять специализированное программное обеспечение и информационные технологии в литейном производстве в автомобилестроении.

Необходимые знания:

- опыт мировых автопроизводителей в области литейного производства;
- технический иностранный язык в объеме, достаточном для чтения и понимания технической документации.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед., 180 часов, распределение часов по видам работ (по семестрам) представлено в таблице 3.

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по курсам 1 курс
Формат изучения дисциплины		с использованием элементов электронного обучения
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	180	180
1. Контактная работа:	31	31
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	25	25
занятия лекционного типа (Л)	10	10
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	15	15
лабораторные работы (ЛР)	-	-
1.2. Внеаудиторная, в том числе	6	6
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-	-
текущий контроль, консультации по дисциплине	5,45	5,45
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,55	0,55
2. Самостоятельная работа (СРС)	140	140
реферат/эссе (подготовка)	-	-
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	-	-
контрольная работа	-	-
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	-	-
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	140	140
Подготовка к экзамену (контроль)	9	9
Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)	-	-

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа									
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час						
2 семестр											
ПК-3: ИПК-3.1; ИПК-3.2. ПК-10: ИПК-10.1; ИПК-10.2; ИПК-10.3. ПК-16: ИПК-16.1; ИПК-16.2.	Раздел 1 Общая характеристика аддитивных технологий и производств										
	Тема 1.1. Классификация аддитивных технологий	0,5			6	Подготовка к лекциям [2]					
	Тема 1.2 Предпосылки и проблемы применения аддитивных технологий	0,5			8	Подготовка к лекциям [2]					
	Тема 1.3. Перспективные направления развития аддитивных технологий и производств	0,5			8	Подготовка к лекциям [2]					
	Работа по освоению 1 раздела: реферат, эссе (тема)	1,5			22						
	расчётно-графическая работа (РГР)										
	контрольная работа										
	Итого по 1 разделу	1,5			22						
	Раздел 2 Подготовка цифровой модели для применения в аддитивном производстве										
	Тема 2.1. Подготовка CAD-модели	1			10	Подготовка к лекциям [2,5]					
	Тема 2.2. Техническое и программное обеспечение для подготовки CAD-модели	0,5			12	Подготовка к лекциям [2,5]					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час						
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час							
Практическое занятие Подготовить цифровую модель для изготовления изделия методами аддитивных технологий				2	10	Подготовка к практическому занятию [2,4]		2			
	Тема 2.3. Подготовка САМ-модели и программное обеспечение промышленных 3d-принтеров	0,5			8	Подготовка к лекциям [2]	Мини-лекция				
	Практическое занятие Подготовить САМ-модель для печати			1	8	Подготовка к практическому занятию [2]		1			
	Работа по освоению 2 раздела: реферат, эссе (тема)	2		3	48			3			
	расчёто-графическая работа (РГР)										
	контрольная работа										
	Итого по 2 разделу	2		3	48			3			
	Раздел 3 Аддитивные технологии производства изделий										
	Тема 3.1. Быстрое прототипирование	0,5			8	Подготовка к лекциям [1,2]					
	Тема 3.2. Аддитивные технологии производства изделий из неметаллических материалов	1			16	Подготовка к лекциям [2]					
	Тема 3.3. Аддитивные технологии производства изделий из металлических материалов	1			16	Подготовка к лекциям [2]					
	Практическое занятие Выбор аддитивного метода получения изделия для быстрого прототипирования			2	8	Подготовка к практическому занятию [2]	Круглый стол	2			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час						
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час							
	Практическое занятие Подготовка программы для изготовления изделия методом прямого лазерного выращивания			5	8	Подготовка к практическому занятию [2]	Моделирование производственных процессов и ситуаций	5			
	Работа по освоению 3 раздела:	2,5		7	56			7			
	реферат, эссе (тема)										
	расчётно-графическая работа (РГР)										
	контрольная работа										
	Итого по 3 разделу	2,5		7	56			7			
	Раздел 4 Аддитивные технологии в литейном производстве										
	Тема 4.1. Изготовление моделей, промоделей и элементов технологической оснастки	0,5			6	Подготовка к лекциям [2]					
	Практическое занятие Подготовка производства с помощью 3D-печати изделий из неметаллических материалов			5	6	Подготовка к практическому занятию [2]	Моделирование производственных процессов и ситуаций	5			
	Тема 4.2 Изготовление литейных форм и стержней	1			6	Подготовка к лекциям [2]					
	Тема 4.3. «Залечивание» литейных дефектов	0,5			6	Подготовка к лекциям [2]					
	Работа по освоению 4 раздела:	2		5	24			5			
	реферат, эссе (тема)										
	расчётно-графическая работа (РГР)										
	контрольная работа										
	Итого по 4 разделу	2		5	24			5			
	Раздел 5 Организация аддитивного производства										

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час						
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час							
	Тема 5.1. Производственные подразделения и помещения	0,5			2	Подготовка к лекциям [2]					
	Тема 5.2 Объёмно-планировочные решения	0,5			2	Подготовка к лекциям [2]					
	Тема 5.3. Оборудование и материалы	0,5			4	Подготовка к лекциям [2]					
	Тема 5.4. Контроль качества продукции и соблюдения технологической дисциплины	0,5			4	Подготовка к лекциям [2]					
	Работа по освоению 5 раздела: реферат, эссе (тема) расчёто-графическая работа (РГР)	2			12						
	контрольная работа										
	Итого по 5 разделу	2			12						
	Подготовка к экзамену				9						
	ИТОГО ЗА КУРС	10		15	149			15			
	ИТОГО по дисциплине (в том числе не менее 50% с использованием интерактивных образовательных технологий)	10		15	149			15			

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

1) Типовые вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль)

1. Почему литейное производство оценивается специалистами как перспективная область практического применения аддитивных технологий?
2. Какие направления применения аддитивных технологий в литейном производстве в настоящее время и на ближайшее будущее представляются наиболее перспективными?
3. Основные трудности практического использования проблемой *SLM*-технологии производства металлических изделий.
4. Можно ли рассматривать аддитивные технологии и производства в качестве реальной альтернативы традиционному литейному производству?

2) Типовые вопросы, выносимые на промежуточную аттестацию (зачет)

1. В чём заключается принципиальное отличие аддитивных технологий от субтрактивных?
2. Что такое «аддитивный технологический процесс»?
3. Что такое «аддитивное производство», «цифровое производство»?
4. Что такое «технологии быстрого прототипирования»?
5. Принципиальные различия традиционного производства, производства с использованием цифрового проектирования и цифровых прототипов (быстрого прототипирования) и цифрового производства.
6. Классификация аддитивных технологий: *Bed Deposition* и *Direct Deposition*; семь категорий аддитивных технологий согласно классификации *ASTM*; разделение аддитивных технологий по типам процесса согласно ГОСТ Р 57558-2017.
7. Плюсы и минусы и области применения аддитивных технологий.
9. Перспективные направления развития аддитивных технологий и производств.
10. Аддитивное производство в России: текущее состояние и перспективы.

5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов. Критерии выставления оценок по традиционной четырехбалльной системе представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-3. Способен осуществлять планирование, постановку и проведение экспериментов в областях и сферах профессиональной деятельности	ИПК-3.1. Осуществляет планирование и постановку задач и целей экспериментов. ИПК-3.2. Проводит эксперименты в областях и сферах профессиональной деятельности.	Задача решена менее чем на 50% Студент не способен эффективно применить знания основных положений учебной дисциплины только в решении наиболее часто встречающиеся проблем в конкретной области. Студент способен к решению некоторых практических задач из числа предусмотренных рабочей программой, но слабо знаком с рекомендованной справочной литературой.	Задача решена более чем на 50%. Продемонстрированы знания основных положений учебной дисциплины только в решении наиболее часто встречающиеся проблем в конкретной области, умения решать конкретные практические задачи из числа предусмотренных рабочей программой, студент знаком с рекомендованной справочной литературой.	Задача решена более чем на 75%. Студент способен обработать, анализировать и синтезировать предложенную информацию, выбрать метод решения проблемы и решить ее. Допускает единичные ошибки в решении проблем, испытывает сложности в редко встречающихся или сложных случаях решения проблем. Способен самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты расчетов или эксперимента.	Задача решена более чем на 90%. Студент свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками ее анализа и синтеза, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы. Уверенно решает конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использует справочную литературу, делает обоснованные выводы из результатов расчетов или экспериментов.

ПК-10. Способен разрабатывать проекты реконструкции действующих и строительства новых цехов, промышленных агрегатов и оборудования	ИПК-10.1. Разрабатывает проекты реконструкции действующих цехов. ИПК-10.2. Разрабатывает проекты строительства новых цехов. ИПК-10.3. Разрабатывает проекты промышленных агрегатов и оборудования.	<p>Задача решена менее чем на 50%</p> <p>Студент не способен эффективно применить знания основных положений учебной дисциплины только в решении наиболее часто встречающиеся проблем в конкретной области.</p> <p>Студент способен к решению некоторых практических задач из числа предусмотренных рабочей программой, но слабо знаком с рекомендованной справочной литературой.</p>	<p>Задача решена более чем на 50%.</p> <p>Продемонстрированы знания основных положений учебной дисциплины только в решении наиболее часто встречающиеся проблем в конкретной области, умения решать конкретные практические задачи из числа предусмотренных рабочей программой, студент знаком с рекомендованной справочной литературой.</p>	<p>Задача решена более чем на 75%.</p> <p>Студент способен обработать, анализировать и синтезировать предложенную информацию, выбрать метод решения проблемы и решить ее.</p> <p>Допускает единичные ошибки в решении проблем, испытывает сложности в редко встречающихся или сложных случаях решения проблем. Способен самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты расчетов или эксперимента.</p>	<p>Задача решена более чем на 90%.</p> <p>Студент свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками ее анализа и синтеза, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы. Уверенно решает конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использует справочную литературу, делает обоснованные выводы из результатов расчетов или экспериментов.</p>
---	---	--	--	---	--

<p>ПК-16. Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности.</p>	<p>ИПК-16.1 Осваивает цифровые технологии математического и информационного модели используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности; ИПК-16.2 Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности.</p>	<p>Задача решена менее чем на 50% Студент не способен эффективно применить знания основных положений учебной дисциплины только в решении наиболее часто встречающиеся проблем в конкретной области. Студент способен к решению некоторых практических задач из числа предусмотренных рабочей программой, но слабо знаком с рекомендованной справочной литературой.</p>	<p>Задача решена более чем на 50%. Продемонстрированы знания основных положений учебной дисциплины только в решении наиболее часто встречающиеся проблем в конкретной области, умения решать конкретные практические задачи из числа предусмотренных рабочей программой, студент знаком с рекомендованной справочной литературой.</p>	<p>Задача решена более чем на 75%. Студент способен обработать, анализировать и синтезировать предложенную информацию, выбрать метод решения проблемы и решить ее. Допускает единичные ошибки в решении проблем, испытывает сложности в редко встречающихся или сложных случаях решения проблем. Способен самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты расчетов или эксперимента.</p>	<p>Задача решена более чем на 90%. Студент свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками ее анализа и синтеза, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы. Уверенно решает конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использует справочную литературу, делает обоснованные выводы из результатов расчетов или экспериментов.</p>
--	---	--	---	---	---

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « хорошо » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « удовлетворительно » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Учебно-методическое обеспечение дисциплины реализуется в рамках функционирующей в вузе электронной информационно-образовательной среды. В дополнение к этому в образовательном процессе используется библиотечный фонд печатных изданий.

Но^п	Наименование издания	Количество в библиотеке
1	А.С. Романов, М.А. Гейко, В.А. Решетов, Н.Ф. Чувагин Информационные технологии в металлургии: учеб. пособие / А.С. Романов [и др.]; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2021. – 178 с.	11
2	М.А. Гейко, А.С. Романов, О.И. Чеберяк, Т.Д. Курилина Цифровые технологии производства литья: учеб. пособие / М.А. Гейко [и др.]; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2025. – 81 с.	12
3	М.А. Гейко, И.О. Леушин, А.В. Нищенков, В.А. Решетов, А.С. Романов Основы Аддитивных технологий и производств: учебное пособие / М.А. Гейко, И.О. Леушин, А.В. Нищенков, В.А. Решетов, А.С. Романов; НГТУ им. Р.Е. Алексеева – Н. Новгород, 2020, – 213с. (Гриф)	12

6.2. Справочно-библиографическая литература

Но^п	Наименование издания	Количество в библиотеке
4	Кабалдин Ю.Г. Научные основы управления микро- и макроструктурной металла заготовок, полученных аддитивным выращиванием, путем послойного нано- и дисперсного модифицирования для повышения	2

	механических характеристик изделий / Ю.Г. Кабалдин ; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Н. Новгород : [Изд-во НГТУ], 2024. - 192 с. : ил. - Библиогр.:с.178-192. - ISBN 978-5-502-01766-4 : 500-00.	
5	Искусственный интеллект и кибер-физические механообрабатывающие системы в цифровом производстве / Ю.Г. Кабалдин [и др.] ; НГТУ им. Р.Е. Алексеева; Под ред. Ю.Г. Кабалдина. – Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2018. - 270 с. : ил. - Библиогр.:с.261-270. - ISBN 978-5-502-01029-0 : 190-00.	8

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

№пп	Наименование издания	Количество в библиотеке
6	Цифровые технологии производства литья : Учебно-метод. разработка к практикам для студ. направления подгот.22.03.02 "Металлургия", всех форм обучения / НГТУ им. Р.Е. Алексеева, Образовательно-науч. ин-т физико-хим.технол. и материаловедения, Каф. "Металлургические технол. и оборуд."; Сост. :М.А .Гейко, А.С. Романов. - Н. Новгород : [Изд-во НГТУ], 2023. - 48 с. : ил. - Библиогр.:с.48. - 0-00.	7
7	Леушин, И.О. Подготовка и защита выпускной квалификационной работы магистра: учебно-методическое пособие для студентов-магистрантов направления подготовки 22.04.02 «Металлургия» всех форм обучения / НГТУ; сост: И.О. Леушин, В.Н. Гущин, В.А. Коровин, Л.И. Леушкина, Е.А. Чернышов, Нижний Новгород, 2020. – 43 с.	10

Журналы: «Литейное производство», «Литейщик России», «Инженерное образование», «Заготовительные производства в машиностроении», «Известия вузов. Черная металлургия», «Известия вузов. Цветная металлургия», «Черные металлы».

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
5. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
6. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.
7. Федеральный портал. Российское образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.edu.ru/> – Загл. с экрана.
8. Российский образовательный портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.school.edu.ru/default.asp> – Загл. с экрана.
9. «Инженеринг» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.enginrussia.ru> – Загл. с экрана.
10. Университетские сети знаний [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.unicor.ru> – Загл. с экрана.
11. Федеральный образовательный портал. Инженерное образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.techno.edu.ru> – Загл. с экрана.
12. Портал для студентов для поиска информации по изучаемым дисциплинам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.twirpx.com> – Загл. с экрана.
13. Портал «Металлург» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.bestmetallurg.narod.ru – Загл. с экрана.
14. Портал Российской Ассоциации Литейщиков [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.ruscastings.ru – Загл. с экрана.

7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	2	3
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	TNT-ebook	https://www.tnt-ebook.ru/

В таблице 8 указан перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Таблица 8 - Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	2

Microsoft Ofice 2007 Russian Academic OPEN No Level; номер лицензии 44804588; дата выдачи 15.11.2008; авторизационный номер лицензиата 64795440ZZE1011	PDM STEP Suite 5.405 free license
Компас 3D v21. Лицензионное соглашение № Нп-24-00076 от 28.06.24	
LVMFlow 4.5r5, лицензия №8200.G54 (специальное программное обеспечение)	

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
4	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accev/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	2	3
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе (таблица 11).

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1	2	3
1	3306а Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «Металлургические технологии и оборудование»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 28а, корп. 3	1. Доска маркерная; 2. Доска интерактивная; 3. Мультимедийный проектор (Canon); 4. Компьютеры PC Intel Core I3/16 Gb RAM/NVIDIA GeForce GTX 1050Ti/RX550/HDD 500/1000 Gb (8 штук) 5. МФУ HP113 6. Рабочее место преподавателя 7. Рабочее место студента - 24 чел.	Microsoft Ofice 2007 Russian Academic OPEN No Level; номер лицензии 44804588; дата выдачи 15.11.2008; авторизационный номер лицензиата 64795440ZZE1011. LVMFlow 4.5r5, лицензия №8200.G54 Представляемое ОУ на безвозмездной основе в учебных целях: Компас 3D v21. Лицензионное соглашение № Нп-24-00076 от 28.06.24; PDM STEP Suite 5.405 free license: http://pss.cals.ru ; CAE Fidesys 7.1. https://cae-fidesys.com . Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- интерактивные технологии;

- разноуровневые задания;
- собеседование.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине преподаватель может применять балльно-рейтинговую систему контроля и оценку успеваемости студентов.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий согласно технологической карте дисциплины.

Методические указания к практическим занятиям представлены в учебных пособиях:

1. М.А. Гейко, И.О. Леушин, А.В. Нищенков, В.А. Решетов, А.С. Романов Основы Аддитивных технологий и производств: учебное пособие / М.А. Гейко, И.О. Леушин, А.В. Нищенков, В.А. Решетов, А.С. Романов; НГТУ им. Р.Е. Алексеева – Н. Новгород , 2020, – 213с. (Гриф).

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

11.1.1. Типовые задания к практическим занятиям

1. Спроектировать участок аддитивных технологий (по заданию преподавателя).
2. Подготовить цифровую модель для изготовления изделия методами аддитивных технологий (по заданию преподавателя).

11.1.2. Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) опроса

1. Принципиальные различия традиционного производства, производства с использованием цифрового проектирования и цифровых прототипов (быстрого прототипирования) и цифрового производства.
2. Классификация аддитивных технологий: *Bed Deposition* и *Direct Deposition*; семь категорий аддитивных технологий согласно классификации ASTM; разделение аддитивных технологий по типам процесса согласно ГОСТ Р 57558-2017.

3. Плюсы и минусы и области применения аддитивных технологий.
4. Перспективные направления развития аддитивных технологий и производств.
5. Аддитивное производство в России: текущее состояние и перспективы.

11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине экзамен в письменной форме.

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену

1. В чём заключается принципиальное отличие аддитивных технологий от субтрактивных?
2. Что такое «аддитивный технологический процесс»?
3. Что такое «аддитивное производство», «цифровое производство»?
4. Что такое «технологии быстрого прототипирования»?
5. Принципиальные различия традиционного производства, производства с использованием цифрового проектирования и цифровых прототипов (быстрого прототипирования) и цифрового производства.
6. Подготовьте эссе на тему «История появления аддитивных технологий».
7. Классификация аддитивных технологий: *Bed Deposition* и *Direct Deposition*; семь категорий аддитивных технологий согласно классификации ASTM; разделение аддитивных технологий по типам процесса согласно ГОСТ Р 57558-2017.
7. Плюсы и минусы и области применения аддитивных технологий.
8. Перспективные направления развития аддитивных технологий и производств.
9. Аддитивное производство в России: текущее состояние и перспективы.
10. Способы получения 3D-модели для изготовления по ней изделия с помощью аддитивных технологий.
11. Основные факторы, влияющие на её технологичность 3D-модели.
12. Особенности построения 3D-модели для 3D-печати в CAD-системе.
13. Основные ошибки построения при моделировании для 3D-печати.
14. Понятие поверхностной и твёрдотельной модели применительно к 3D-печати.
15. Переход от 3D-сканирования к проектированию в CAD.
16. Техническое обеспечение для подготовки CAD-модели.
17. Классификация 3D-сканеров для аддитивного производства.
18. Программное обеспечение для подготовки CAD-модели.
19. Подготовка CAM-модели к 3D-печати.
20. Программное обеспечение для редактирования STL-модели и подготовке её к печати.
21. Программы для управления функциями 3D-принтера.
22. Каков общий принцип построения модели объекта методами аддитивных технологий?
23. Каков процесс развития технологии стереолитографии?
24. Какова суть SLA-технологии?
25. Каков процесс развития технологии масочной стереолитографии?
26. Какова суть SGC-технологии?
27. Какова суть MJM-технологии?
28. Каков процесс развития технологии струйной трёхмерной печати?
29. Какова суть 3DP-технологии?
30. Каков процесс развития технологии послойного наплавления?

31. Какова суть *FDM*-технологии?
 32. Какова суть *DLP*-технологии?
 33. Какова суть *CJP*-технологии?
 34. *SLS*-процесс селективного лазерного спекания
 35. *SLM*-процесс селективного лазерного плавления
 36. *DMLS*-процесс прямого лазерного спекания
 37. *EBM*-процесс электронно-лучевой плавки
 38. *3DP*-процесс струйной трёхмерной печати
 39. *SHS*-процесс селективного теплового спекания
 40. *LOM*-процесс ламинирования
 41. *DMD*-процесс прямого нанесения металла
 42. Инновационные процессы *3D*-печати металлом
 43. Почему литейное производство оценивается специалистами как перспективная область практического применения аддитивных технологий?
 44. Какие направления применения аддитивных технологий в литейном производстве в настоящее время и на ближайшее будущее представляются наиболее перспективными?
 45. Какие аддитивные технологии используются для производства литейных моделей однократного применения?
 46. Особенности применения *SLS*-технологии при производстве разовых литейных моделей из полистирола и полиамида.
 47. Использование *SLA*-технологии для изготовления *Quick-Cast*-моделей и промоделей.
 48. Какими профессиональными знаниями и навыками должен обладать специалист по аддитивным технологиям?
 49. В чём заключается техническая подготовка аддитивного производства?
 50. В чём заключается информационное сопровождение аддитивного производства?
 51. Перечислить состав основного технологического оборудования.
 52. Перечислить состав и назначение вспомогательного оборудования.
 53. Описать технологические процессы подготовки материалов.
 54. Описать технологические процессы рециклинга материалов.
- Что такое контроль качества изделий аддитивного производства и в чём он заключается?

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу дисциплины
«Аддитивные технологии и производства»
ОП ВО по направлению 22.04.02 «Металлургия»,
программа «Металлургические процессы и ресурсосбережение»
(квалификация выпускника – магистр)

Володиным Анатолием Вячеславовичем, генеральным директором ПАО «Нормаль» (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины **«Аддитивные технологии и производства»** ОП ВО по направлению 22.04.02 **«Металлургия»**, программа **«Металлургические процессы и ресурсосбережение»** (магистратура) разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», на кафедре **«Металлургические технологии и оборудование»** (разработчик – Гейко М.А., доцент, к.т.н.)

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Программа соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 22.04.02 **«Металлургия»**. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.

Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОСВО направления 22.04.02 **«Металлургия»**.

В соответствии с Программой за дисциплиной **«Аддитивные технологии и производства»** закреплены **компетенции ПК-3, ПК-10, ПК-16**. Дисциплина и представленная Программа способны реализовать их в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины **«Аддитивные технологии и производства»** составляет 5 зачётных единиц (180 часов). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина **«Аддитивные технологии и производства»** взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 22.04.02 **«Металлургия»** и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Программа дисциплины **«Аддитивные технологии и производства»** предполагает не менее 50% занятий в интерактивной форме.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 22.04.02 **«Металлургия»**.

Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (устный и письменный опрос), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, – зачет с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 22.04.02 **«Металлургия»**.

Нормы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника (базовые учебники), дополнительной литературой – 6 наименований,

периодическими изданиями – 7, источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 14 и соответствует требованиям ФГОСВО направления 22.04.02 «Металлургия».

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «**Аддитивные технологии и производства**» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «**Аддитивные технологии и производства**».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «**Аддитивные технологии и производства**» ОПОП ВО по направлению 22.04.02 «Металлургия», программа «*Металлургические процессы и ресурсосбережение*» (*квалификация выпускника – магистр*), разработанная Гейко Михаилом Алексеевичем, доцентом, к.т.н., доцентом соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

Володин А.В., генеральный директор ПАО «Нормаль»

20.01.2025 г.