

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 30.10.2023 16:01:32

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Материаловедение в аддитивных технологиях

Закреплена за подразделением Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Направление подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль Новые материалы. Порошковые и аддитивные технологии

Квалификация	<b>Магистр</b>	
Форма обучения	<b>очная</b>	
Общая трудоемкость	<b>3 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	108	Формы контроля в семестрах: экзамен 3
в том числе:		
аудиторные занятия	54	
самостоятельная работа	18	
часов на контроль	36	

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	18	18	18	18
Лабораторные	6	6	6	6
Практические	30	30	30	30
Итого ауд.	54	54	54	54
Контактная работа	54	54	54	54
Сам. работа	18	18	18	18
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*к.тн, старший преподаватель, Пацера Евгений Иванович*

Рабочая программа

**Материаловедение в аддитивных технологиях**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Металлургия, 22.04.02-ММТ-23-16.plx Новые материалы. Порошковые и аддитивные технологии, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Металлургия, Новые материалы. Порошковые и аддитивные технологии, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий**

Протокол от 03.04.2023 г., №11

Руководитель подразделения Левашов Е.А.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цели освоения дисциплины: Научить основам комплексного научного подхода для формирования у студентов навыков в области теоретических основ специфики материаловедения в аддитивных технологиях, обучить выбору подходов к разработке режимов и параметров изготовления деталей, особенностям методов контроля структуры и свойств материалов, управлять технологическими процессами изготовления изделий.
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Аддитивные технологии	
2.1.2	Научно-исследовательская практика	
2.1.3	Процессы консолидации порошковых материалов	
2.1.4	Процессы СВС как основы синтеза неорганических материалов	
2.1.5	Современные методы металлургии, машиностроения и материаловедения	
2.1.6	Закономерности, механизмы и методы диагностики процессов горения в СВС-системах	
2.1.7	Технологии инженерии поверхности	
2.1.8	Технологии получения порошкообразных материалов	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-4: Способен разрабатывать технологические процессы получения порошков, порошковых, композиционных материалов, покрытий и управлять ими, проводить их анализ для выбора мер и средств управления качеством продукции</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-4-32 средства управления качеством продукции в процессе аддитивного производства	
ПК-4-31 физическую сущность явлений, происходящих в процессе получения порошков, порошковых, композиционных материалов, покрытий и способы управления данными процессами.	
<b>ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-5-31 основные требования к порошкам и конечным изделиям,	
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-1-31 терминологии, классификацию и общие характеристики аддитивных технологий,	
ОПК-1-32 основные группы и классы современных материалов, их свойства и области применения;	
<b>ПК-4: Способен разрабатывать технологические процессы получения порошков, порошковых, композиционных материалов, покрытий и управлять ими, проводить их анализ для выбора мер и средств управления качеством продукции</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-4-У1 выбирать методы исследований структуры исходных порошков и готовых изделий	
<b>ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях</b>	
<b>Уметь:</b>	
ОПК-5-У1 оценивать структуру и ее составляющих сформированных в процессе аддитивного производства	
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии</b>	
<b>Уметь:</b>	

ОПК-1-У1 работать с технической и справочной литературой и патентами
ОПК-1-У2 формулировать цели и задачи исследований
<b>ПК-4: Способен разрабатывать технологические процессы получения порошков, порошковых, композиционных материалов, покрытий и управлять ими, проводить их анализ для выбора мер и средств управления качеством продукции</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-4-В2 навыками самостоятельной работы с литературой для поиска информации необходимой для решения теоретических и практических задач
ПК-4-В1 практическими навыками исследования материалов;
<b>ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-5-В2 умением читать двойные и тройные диаграммы состояния
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 навыками в области анализа кристаллической структуры материалов
<b>ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-5-В1 навыками выбора материала и способа его металлообработки

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Введение. Классификация материалов. Кристаллическое строение металлов.</b>							
1.1	Введение. Классификация материалов. Кристаллическое строение металлов. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2			
1.2	Теоретические основы аддитивных процессов. Основные технологические параметры аддитивного производства. Подходы к разработке режимов. /Лек/	3	2	ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-5-В1	Л1.1 Э1 Э2			
1.3	Классификация материалов используемых в аддитивном производстве /Пр/	3	4	ОПК-1-31 ПК-4-В2	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2			
1.4	Самостоятельная подготовка к практическим занятиям и контрольной работе /Ср/	3	4	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-4-В2	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2			
1.5	Анализ фазовых диаграмм состояния двухкомпонентных систем /Пр/	3	6	ОПК-5-У1 ОПК-5-В2 ПК-4-31	Л1.1 Л1.1 Э1 Э2			
1.6	Анализ фазовых диаграмм состояния трехкомпонентных систем /Пр/	3	6	ОПК-5-У1 ОПК-5-В2 ПК-4-31	Л1.1 Э1 Э2			Р9

	<b>Раздел 2. Критерии оценки материалов полученных по аддитивной технологии.</b>							
2.1	Особенности структурообразования материалов при реализации различных аддитивных технологий, характерные структурные дефекты, причины их возникновения. Контрольная работа №1 /Лек/	3	4	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1 Э1 Э2			
2.2	Разновидности дефектов изделий полученных по аддитивным технологиям и методы их контроля /Пр/	3	4	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ПК-4-У1	Л1.1 Э1 Э2			
2.3	Критерии оценки материалов полученных по аддитивной технологии /Пр/	3	4	ОПК-5-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Э1 Э2			Р3
2.4	Самостоятельная подготовка к практическим занятиям и контрольной работе №1. /Ср/	3	4	ОПК-1-У1 ПК-4-В1 ПК-4-В2	Л1.1 Л1.5 Э1 Э2			
	<b>Раздел 3. Характерные микроструктуры и свойства материалов полученных по аддитивным технологиям</b>							
3.1	Характерные микроструктуры и свойства сталей и никелевых сплавов, полученных различными методами АТ. /Лек/	3	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2 ПК-4-31	Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л1.1 Л2.7 Л1.1 Э1 Э2			
3.2	Характерные микроструктуры и свойства алюминиевых и титановых сплавов, полученных различными методами АТ /Лек/	3	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2 ПК-4-31	Л1.3Л2.1 Л2.6 Э1 Э2			
3.3	Характерные микроструктуры и свойства интерметаллидных и композиционных материалов, полученных различными методами АТ. /Лек/	3	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2 ПК-4-31	Л1.5 Э1 Э2			
3.4	Влияние горячего изостатического прессования и термической обработки на микроструктуру, технологические и эксплуатационные свойства материалов, полученных методами аддитивных технологий. Контрольная работа №2 /Лек/	3	4	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2			
3.5	Характерные микроструктуры материалов полученных по аддитивным технологиям /Пр/	3	6	ОПК-5-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.5 Э1 Э2			

3.6	Изучение свойств порошков используемых в аддитивных технологиях. /Лаб/	3	2	ОПК-1-У2 ОПК-5-31	Л3.2 Э1 Э2			Р6
3.7	Изготовление шлифов из исходных порошков и образцов полученных по аддитивной технологии /Лаб/	3	2	ОПК-1-У2 ПК -4-У1	Л3.1 Э1 Э2			Р7
3.8	Исследование микроструктуры исходных порошков и образцов полученных по аддитивной технологии /Лаб/	3	2	ОПК-1-У2 ОПК-5-У1 ПК -4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1	Л3.1 Э1 Э2			Р8
3.9	Самостоятельная подготовка к практическим занятиям, контрольной и лабораторным работам /Ср/	3	10	ОПК-1-У1 ПК -4-В1 ПК-4-В2	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л1.1 Л2.6 Л2.7 Л1.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2			

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
-----------	----------------------------	--	------------------------

КМ1	Контрольная работа №1	<p>Кристаллическое и аморфное строение твёрдых тел.  Основные характеристики кристаллических решёток. Типы кристаллических решёток металлов.  Анизотропия свойств кристаллических материалов.  Кристаллографические индексы  Влияния типа связи на структуру и свойства кристаллов  Молекулярные кристаллы. Ковалентные кристаллы. Ионные кристаллы.  Металлические кристаллы  Основные несовершенства (дефекты) кристаллического строения; их влияние на свойства металлов.  Прочность идеальных (бездефектных) и реальных металлов.  Фазовый состав сплавов Виды твердых растворов.  Промежуточные фазы  Диффузия в металлах и сплавах.  Жидкие кристаллы  Структура полимеров, стекла и керамики.  Закономерности процесса кристаллизации металлов. Связь между скоростью охлаждения и величиной зерна.  Не самопроизвольная кристаллизация Сущность процесса модифицирования.  Подходы к разработке режимов производства в аддитивных технологиях.  Классификация материалов используемых в аддитивном производстве  Особенности структурообразования материалов при реализации различных аддитивных технологий, характерные структурные дефекты, причины их возникновения.  Теоретические основы аддитивных процессов  Способы контроля и устранения дефектов  Изображение сплавов с постоянным отношением содержания компонентов А и С  Определение количества или доли фаз и структурных составляющих в трехкомпонентных сплавах  Кривая термического анализа и микроструктура сплава  Расчет структурных составляющих в сплаве X при низкой температуре  Вертикальный разрез при постоянном содержании одного из компонентов  Методы определения химического состава сплава по заданному количеству структурных составляющих.  Фазы. Жидкая фаза Твердая фаза  Механическая смесь  Химические соединения  Кривые охлаждения и структуры , диаграмма состояния сплавов свинец—сурьма состояния двухкомпонентных сплавов.  Диаграмма состояний для случая неограниченной растворимости компонентов в твердом состоянии  Диаграмма состояния сплавов для случая ограниченной растворимости компонентов в твердом состоянии  Диаграмма состояний сплавов, образующих механические смеси из чистых компонентов  Диаграмма состояния, образующие перитектические превращения  Диаграмма состояния сплавов, образующих химические соединения  Построить кривую охлаждения в системе Медь – алюминий количество меди соответствует последним 2 цифрам номера студенческого билета  Построить кривую охлаждения в системе Медь – бериллий количество меди соответствует последним 2 цифрам номера студенческого билета  Построить кривую охлаждения в системе Алюминий – кремний количество меди соответствует последним 2 цифрам номера студенческого билета</p>
-----	-----------------------	--

КМ2	Контрольная работа №2		<p>Титановые сплавы. Какие легирующие добавки применяют и на что они влияют Поставить точку на диаграмме состояния Al-Ti-V и определить фазы в данной точке при комнатной температуре. Количества алюминия и титана равно последним двум парам цифрам номера студенческого билета, соответственно.</p> <p>Никелевые сплавы. Какие легирующие добавки применяют и на что они влияют Поставить точку на диаграмме состояния Al-Ti-Mn и определить фазы в данной точке при комнатной температуре. Количества алюминия и титана равно последним двум парам цифрам номера студенческого билета, соответственно.</p> <p>Сплавы на основе железа. Какие легирующие добавки применяют и на что они влияют Поставить точку на диаграмме состояния Al-Ti-Fe и определить фазы в данной точке при комнатной температуре. Количества алюминия и титана равно последним двум парам цифрам номера студенческого билета, соответственно.</p> <p>Алюминиевые сплавы. Какие легирующие добавки применяют и на что они влияют Поставить точку на диаграмме состояния Al-Ti-V и определить фазы в данной точке при комнатной температуре. Количества алюминия и титана равно последним двум парам цифрам номера студенческого билета, соответственно.</p>
-----	-----------------------	--	--



КМЗ	Экзамен	<p>Кристаллическое и аморфное строение твёрдых тел. Основные характеристики кристаллических решёток. Типы кристаллических решёток металлов.</p> <p>Полиморфизм. Анизотропия свойств кристаллических материалов. Основные несовершенства (дефекты) кристаллического строения; их влияние на свойства металлов. Прочность идеальных (бездефектных) и реальных металлов.</p> <p>Закономерности процесса кристаллизации металлов. Связь между скоростью охлаждения и величиной зерна. Сущность процесса модифицирования.</p> <p>Основные механические свойства материалов (прочность и твёрдость, пластичность и ударная вязкость); методы их определения; обозначения; размерность.</p> <p>Изменение строения и свойств пластически деформированного металла под влиянием нагрева. Явления возврата и рекристаллизации. Зависимость температуры порога рекристаллизации от чистоты металла и степени пластической деформации.</p> <p>Сплав, компонент, фаза (суть понятий). Типы фаз в металлических сплавах. Классификация и основные свойства твёрдых растворов и химических соединений.</p> <p>Диаграммы состояния (основные понятия). Диаграмма состояния для случая полной взаимной растворимости компонентов в твёрдом состоянии. Правила определения химического состава и относительных количеств фаз. Дендритная и зональная ликвация. Диаграммы состояния двойных сплавов для случаев полной нерастворимости и ограниченной растворимости в твёрдом состоянии. Кристаллизация сплавов различного состава. Ликвация по плотности, способы её устранения. Диаграмма состояния с устойчивым химическим соединением.</p> <p>Связь между типом диаграмм состояния и физико-механическими и технологическими свойствами сплавов (закон Курнакова). Практическое значение диаграмм состояния.</p> <p>Жаропрочность, её характеристики. Факторы, способствующие повышению жаропрочности. Классификация жаропрочных материалов; примеры сплавов различных классов, их химический состав, маркировка, применения.</p> <p>Жаростойкость, её зависимость от химического состава материала. Принцип легирования жаростойких сплавов. Примеры жаростойких сплавов, их химический состав, маркировка, применения.</p> <p>Сплавы с особенностями теплового расширения и упругих свойств, их назначение, химический состав, свойства</p> <p>Классификация материалов используемых в аддитивных технологиях. Кристаллическое строение металлов. Теоретические основы аддитивных процессов. Основные технологические параметры аддитивного производства. Подходы к разработке режимов производства в аддитивных технологиях.</p> <p>Классификация материалов используемых в аддитивном производстве</p> <p>Особенности структурообразования материалов при реализации различных аддитивных технологий, характерные структурные дефекты, причины их возникновения.</p> <p>Разновидности дефектов изделий полученных по аддитивным технологиям и методы их контроля.</p> <p>Критерии оценки материалов полученных по аддитивной технологии.</p> <p>Характерные микроструктуры и свойства сталей, полученных различными методами АТ.</p> <p>Характерные микроструктуры и свойства никелевых сплавов с, полученных различными методами АТ.</p> <p>Характерные микроструктуры и свойства алюминиевых сплавов, полученных различными методами АТ.</p> <p>Характерные микроструктуры и свойства титановых сплавов, полученных различными методами АТ.</p> <p>Характерные микроструктуры и свойства интерметаллидных материалов, полученных различными методами АТ.</p>
-----	---------	---

			<p>Характерные микроструктуры и свойства композиционных материалов, полученных различными методами АТ.</p> <p>Влияние термической обработки на микроструктуру, технологические и эксплуатационные свойства материалов, полученных методами аддитивных технологий.</p> <p>Влияние горячего изостатического прессования на микроструктуру, технологические и эксплуатационные свойства материалов, полученных методами аддитивных технологий.</p> <p>Основные свойства материалов используемых в аддитивных технологиях. Требования к ним и способы контроля.</p> <p>Построить кривую охлаждения в системе Медь – алюминий количество меди соответствует последним 2 цифрам номера студенческого билета</p> <p>Построить кривую охлаждения в системе Медь – бериллий количество меди соответствует последним 2 цифрам номера студенческого билета</p> <p>Построить кривую охлаждения в системе Алюминий – кремний количество алюминия соответствует последним 2 цифрам номера студенческого билета</p>
--	--	--	--

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Практическое занятие "Анализ фазовых диаграмм состояния двухкомпонентных систем" (6 часов)	ОПК-5-У1;ОПК-5-В2;ПК-4-31	Изучение различных фазовых диаграммы состояния двухкомпонентных систем, построение кривых охлаждения и фазовых переходов происходящих в процессе
P2	Практическое занятие "Разновидности дефектов изделий полученных по аддитивным технологиям и методы их контроля" (4 часа)	ОПК-5-У1;ОПК-1-В1;ПК-4-У1	Изучение дефектов образующихся в процессе аддитивного производства, методы контроля структуры и свойств изделий
P3	Практическое занятие "Критерии оценки материалов полученных по аддитивной технологии" (4 часа)	ОПК-5-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-В1	Изучение методов оценки качества материалов производимых по аддитивной технологии
P4	Практическое занятие "Классификация материалов используемых в аддитивном производстве" (4 часа)	ОПК-1-31;ПК-4-В2	Изучение различных классификаций для материалов используемых в аддитивных технологиях
P5	Практическое занятие "Характерные микроструктуры материалов полученных по аддитивным технологиям" (6 часов)	ОПК-5-У1;ПК-4-В1;ПК-4-У1	Изучение характерных микроструктур материалов полученных на разных этапах аддитивного производства.

P6	Лабораторная работа "Изучение свойств порошков используемых в аддитивных технологиях"	ОПК-5-31;ОПК-1-У2	Получение практических навыков в измерении технологических свойств и гранулометрического состава порошков используемых в аддитивном производстве
P7	Лабораторная работа "Изготовление шлифов из исходных порошков и образцов полученных по аддитивной технологии"	ОПК-1-У2;ПК-4-У1	Получение практических навыков в изготовлении шлифов из исходных порошков и образцов полученных по аддитивной технологии
P8	Лабораторная работа "Исследование микроструктуры исходных порошков и образцов полученных по аддитивной технологии"	ОПК-5-У1;ОПК-1-У2;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1	Получение практических навыков в исследовании микроструктуры исходных порошков и образцов полученных на разных стадиях аддитивного производства. Измерение структурных составляющих как в ручном так и в автоматическом режиме.
P9	Практическое занятие "Анализ фазовых диаграмм состояния трехкомпонентных систем" (6 часов)	ОПК-5-У1;ОПК-5-В2;ПК-4-31	Изучение различных фазовых диаграммы состояния трехкомпонентных систем, определение фаз в заданной точке и фазовых переходов

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Образец экзаменационного билета по дисциплине "Материаловедение в аддитивных технологиях"

Национальный исследовательский технологический университет "МИСИС"

Институт технологий

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Направление подготовки "Металлургия", 22.04.02

Материаловедение в аддитивных технологиях

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Классификация материалов используемых в аддитивных технологиях. Кристаллическое строение металлов.
2. Характерные микроструктуры и свойства титановых сплавов, полученных различными методами АТ.
3. Сплав, компонент, фаза (суть понятий). Типы фаз в металлических сплавах. Классификация и основные свойства твёрдых растворов и химических соединений.

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зав. кафедрой, проф., д.т.н.

Е.А. Левашов

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Методика оценки обучающегося на экзамене

Оценка «отлично» - обучающийся демонстрирует глубокие знания по программе дисциплины, может установить логические связи между свойствами исходных материалов, технологическими параметрами и свойствами готовых изделий (материалов), грамотно излагает материал при ответе.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает достаточно полные знания по программе дисциплины, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, четко излагает материал без существенных противоречий в информации.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает наличие знания по программе дисциплины, исправляет сделанные ошибки после уточняющих вопросов преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не знает основные теоретические положения по программе дисциплины, не может дать ответ на основной и/или дополнительный вопрос .

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Каменев С. В., Романенко К. С.	Технологии аддитивного производства: учебное пособие	Электронная библиотека	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2017
Л1.2	Уманский Я. С., Скаков Ю. А., Иванов А. Н., Расторгуев Л. Н.	Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1982
Л1.3	Белов Николай Александрович, Аксенов Андрей Анатольевич	Металловедение цветных металлов. Алюминиевые, магниевые и титановые сплавы: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов спец. 150105	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2005
Л1.4	Либенсон Г. А., Лопатин В. Ю., Комарницкий Г. В.	Т.2: Формование и спекание	Электронная библиотека	, 2002
Л1.5	Либенсон Герман Абрамович, Педос Сергей Иванович, Шуменко Владимир Николаевич, Либенсон Герман Абрамович	Материаловедение и технология композиционных материалов: Лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1992

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Илларионов А. Г., Попов А. А.	Технологические и эксплуатационные свойства титановых сплавов: учебное пособие	Электронная библиотека	Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014
Л2.2	Гудремон Э.	Специальные стали: научная литература	Электронная библиотека	Москва: Металлургия, 1966
Л2.3	Воробьева Г. А., Складнова Е. Е., Ерофеев В. К., Устинова А. А., Воробьева Г. А.	Конструкционные стали и сплавы: учебное пособие	Электронная библиотека	Санкт-Петербург: Политехника, 2013
Л2.4	Ковалева А. А., Лопатина Е. С., Аникина В. И., Гильманшина Т. Р.	Специальные стали и сплавы: учебное пособие	Электронная библиотека	Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2016
Л2.5	Петров Д. А.	Двойные и тройные системы	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1986
Л2.6	Глазунов С. Г., Моисеев В. Н., Туманов А. Т.	Конструкционные титановые сплавы	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1974
Л2.7	Никулин Сергей Анатольевич, Турилина Вероника Юрьевна	Материаловедение и термическая обработка металлов. Специальные стали: учебно-метод. пособие	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.8	Беляцкая Ирина Станиславовна, Лившиц Борис Григорьевич	Двойные системы: учеб. пособие для упражнений, семинар. занятий, коллоквиумов	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1975

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Левашов Евгений Александрович, Новиков А. В., Курбаткина Виктория Владимировна	Технология и свойства СВС- порошков, материалов и изделий: лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2007
Л3.2	Лопатин Владимир Юрьевич, Еремеева Ж. В., Погожев Юрий Сергеевич, Пацера Е. И.	Процессы получения металлических порошков (N 3130): лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2017

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Учебно-методическая литература для студентов	<a href="https://www.studmed.ru/">https://www.studmed.ru/</a>
Э2	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	<a href="http://www.gpntb.ru/">http://www.gpntb.ru/</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
К-107	Лаборатория	демонстрационное оборудование, в том числе доска учебная мультимедийный проектор, экран проекционный, гидравлический пресс ручной, гидравлический пресс с электроприводом, два оптических микроскопа, технические весы, аналитические весы, твердомеры (по Бринеллю и Виккерсу, две муфельные печи, шкаф вытяжной (2 секции), оборудование для определения физических технологических свойств порошков
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
К-04	Лаборатория	вакуумная шахтная печь, печи для спекания в различных средах, гранулятор смеситель, мельницы

К-107	Лаборатория	демонстрационное оборудование, в том числе доска учебная мультимедийный проектор, экран проекционный, гидравлический пресс ручной, гидравлический пресс с электроприводом, два оптических микроскопа, технические весы, аналитические весы, твердомеры (по Бринеллю и Виккерсу, две муфельные печи, шкаф вытяжной (2 секции), оборудование для определения физических технологических свойств порошков
-------	-------------	--

#### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекции и практические занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием, с использованием программ пакета Microsoft Office.