

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 31.08.2023 11:27:25

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)

# Методы исследования макро- и микроструктуры материалов

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Физика и технологии функциональных материалов

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 2

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

38

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	38	38	38	38
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*кфмн, доцент, Малютина Е.С.*

Рабочая программа

**Методы исследования макро- и микроструктуры материалов**

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 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, 22.04.01-ММТМ-23-7.plx Физика и технологии функциональных материалов, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Физика и технологии функциональных материалов, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра физического материаловедения**

Протокол от 18.04.2023 г., №8-04

Руководитель подразделения Савченко А.Г.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Освоение компетенций, установленных учебным планом, а также практика металлографического анализа, научить анализу металлографических макро- и микроструктур и выбору структурных методов исследования и их возможностям и ограничениям применения.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Иностранный язык	
2.1.2	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.3	Методология выбора и материалы наукоемких технологий	
2.1.4	Метрология и испытания функциональных материалов	
2.1.5	Структурные методы исследования наноматериалов	
2.1.6	Теория фаз и фазовых превращений	
2.1.7	Учебная практика	
2.1.8	Физика магнетизма. Часть 1. Магнетизм веществ	
2.1.9	Физические свойства наноматериалов	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Атомное строение неорганических материалов	
2.2.2	Педагогическая практика	
2.2.3	Перспективные технологии функциональных материалов	
2.2.4	Симметрия наносистем	
2.2.5	Спектроскопические и зондовые методы	
2.2.6	Физические методы исследования материалов	
2.2.7	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.8	Преддипломная практика	

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

<b>ПК-4: Способен планировать, осуществлять комплексные исследования и разработку функциональных материалов (в том числе наноматериалов) различного назначения</b>
<b>Знать:</b>
ПК-4-31 современные методы исследования макро- и микроструктуры материалов;
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-1-31 основные виды микроструктур металлических материалов;
<b>УК-4: Способен эффективно функционировать в национальном и международном коллективах в качестве члена или лидера команды, применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</b>
<b>Знать:</b>
УК-4-31 принципы этичного научного общения;
<b>ПК-6: Способен к реализации программ высшего образования уровня бакалавриат в области материаловедения и технологии</b>
<b>Знать:</b>
ПК-6-31 методические подходы к реализации образовательных программ;
<b>ПК-4: Способен планировать, осуществлять комплексные исследования и разработку функциональных материалов (в том числе наноматериалов) различного назначения</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-4-У1 проводить комплексные исследования структуры материалов;

<b>ПК-6: Способен к реализации программ высшего образования уровня бакалавриат в области материаловедения и технологии</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-6-У1 реализовывать программы высшего образования уровня бакалавриат в области материаловедения;
<b>УК-4: Способен эффективно функционировать в национальном и международном коллективах в качестве члена или лидера команды, применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</b>
<b>Уметь:</b>
УК-4-У1 формулировать выводы в профессиональной сфере, используя знания и обоснования;
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модификации; использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов);
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 опытом самостоятельного сбора данных, анализа и обобщения научно-технической информации по тематике исследования;
<b>УК-4: Способен эффективно функционировать в национальном и международном коллективах в качестве члена или лидера команды, применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</b>
<b>Владеть:</b>
УК-4-В1 навыками коммуникации в научно-исследовательском коллективе;
<b>ПК-4: Способен планировать, осуществлять комплексные исследования и разработку функциональных материалов (в том числе наноматериалов) различного назначения</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-4-В1 навыками использования технических средств обеспечения металлографического анализа;

#### 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. Стереологические основные соотношения и практическая металлография</b>							
1.1	Способы оценки микроструктуры. Критерии объективной оценки. Выбор параметров микроструктуры для анализа /Пр/	2	1	ОПК-1-31 ПК-6-31	Л1.3Л3.1 Л3.2 Э1			Р1
1.2	Основные принципы и положения стереологии. Единицы гомогенности микроструктуры /Пр/	2	2	ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.2Л3.3			Р2
1.3	Практика стереометрического анализа. Неоднородность микроструктуры и выбор плоскости шлифа /Пр/	2	2	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2 Э2			Р3
1.4	Качество шлифа, способы выявления микроструктуры в связи с количественными методами оценки микроструктуры. Второе стереометрическое соотношение /Пр/	2	2	ПК-4-У1	Л1.2 Л1.3			Р4

1.5	Подготовка к лабораторной работе "Приготовление металлографического шлифа (механическая шлифовка, полировка и химическое травление). Электролитические полировка и травление" /Ср/	2	2	ОПК-1-31 ПК-4-31 ПК-6-31	Л1.1			
1.6	Приготовление металлографического шлифа (механическая шлифовка, полировка и химическое травление). Электролитические полировка и травление /Лаб/	2	2	ОПК-1-У1 ПК-6-31 ПК-6-У1	Л1.1			Р5
1.7	Подготовка к лабораторной работе "Определение качества стали и чугуна с помощью структурных ГОСТов. Выявление дефектных структур" /Ср/	2	2	ОПК-1-31 ПК-4-31	Л1.3Л2.1 Л2.3			
1.8	Определение качества стали и чугуна с помощью структурных ГОСТов. Выявление дефектных структур. /Лаб/	2	2	ОПК-1-31 ПК-4-У1	Л1.3Л2.1 Л2.3			Р6
1.9	Подготовка к лабораторной работе "Настройка металлографического микроскопа. Метод «Светлое поле» Анализ фазового и структурного состояния сплавов" /Ср/	2	2	ОПК-1-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1			
1.10	Настройка металлографического микроскопа. Метод «Светлое поле» Анализ фазового и структурного состояния сплавов /Лаб/	2	2	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-6-31 ПК-6-У1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2			Р7
1.11	Подготовка к лабораторной работе "Настройка металлографического микроскопа. Методы «Темное поле» и «Поляризованный свет». Определение ориентировки первичных кристаллов. Идентификация неметаллических включений" /Ср/	2	2	ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.2			
1.12	Настройка металлографического микроскопа. Методы «Темное поле» и «Поляризованный свет». Определение ориентировки первичных кристаллов. Идентификация неметаллических включений /Лаб/	2	2	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-6-31 ПК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2			Р8

1.13	Освоение теоретического материала раздела 1. Домашнее задание по определению структурных составляющих сталей и чугунов /Ср/	2	8	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3			Р17
	<b>Раздел 2. Отклонения от фазового равновесия и их влияние на микроструктуру. Количественные оценки.</b>							
2.1	Анализ однофазных полиэдрических структур. Оценка стабильности и дисперсности структуры. Формула Эйлера Интерполяционные полиэдры. Седьмое стереометрическое соотношение. Связь свойство-протяженность границ. /Пр/	2	2	ПК-4-У1	Л1.1Л3.2			Р9
2.2	Определение и оценка формы микрочастиц. Метод серийных сечений. Форма первичных кристаллов. Дендритная ликвация и расчет времени гомогенизационного отжига по микроструктуре. Преимущества световой микроскопии в обнаружении дендритной ликвации. Правило неравновесного рычага /Пр/	2	2	УК-4-31 ПК-4-31	Л1.2Л2.3 Э1			Р10
2.3	Четвертое и пятое стереометрические соотношения. Характеристика границ в многофазных материалах. Количественная оценка дисперсности и кинетической устойчивости гетерофазных структур Количественная оценка границ, определяющих свойства. Количественная оценка коалесценции и сфероидизации. Оценка кривизны границ. Шестое стереометрическое соотношение. /Пр/	2	2	УК-4-У1 ПК-4-У1	Л1.2			Р11
2.4	Подготовка к лабораторной работе "Исследование макроструктуры стали. Выявление дефектных структур". /Ср/	2	2	ОПК-1-31	Л1.1Л2.2 Л2.3			
2.5	Исследование макроструктуры стали. Выявление дефектных структур. /Лаб/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.2 Л2.3			Р12

2.6	Подготовка к лабораторной работе "Определение среднего размера зерен в однофазной полиэдрической структуре. Расчет погрешностей. Определение плотности дислокаций" /Ср/	2	2	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.3Л2.2			
2.7	Определение среднего размера зерен в однофазной полиэдрической структуре. Расчет погрешностей. Определение плотности дислокаций /Лаб/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.3Л2.2			Р13
2.8	Освоение теоретического материала раздела 2. Расчетно-графическая работа по определению параметров структуры. /Ср/	2	6	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3			Р18
	<b>Раздел 3. Использование различных методов анализа для идентификации микроструктуры. Нормативные документы.</b>							
3.1	Подготовка к лабораторной работе "Определение объемной доли фазы с использованием принципа Кавальери. Первое стереометрическое соотношение" /Ср/	2	2	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.3			
3.2	Определение объемной доли фазы с использованием принципа Кавальери. Первое стереометрическое соотношение. /Лаб/	2	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.3			Р14
3.3	Подготовка к лабораторной работе "Фотографирование микроструктуры. Определение размера поля зрения .Цифровая обработка изображения. Использование базы данных «Микроструктура»" /Ср/	2	2	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
3.4	Фотографирование микроструктуры. Определение размера поля зрения .Цифровая обработка изображения. Использование базы данных «Микроструктура» /Лаб/	2	3	ОПК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2			Р15
3.5	Подготовка к контрольной работе по металлографическому анализу микроструктур /Ср/	2	4	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3			

3.6	Контрольная работа по металлографическому анализу микроструктур. Анализ изображений полученных с помощью светового, сканирующего и просвечивающего микроскопов. Количественный и качественный анализ микроструктур /Пр/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-6-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3			Р16
3.7	Освоение теоретического материала раздела 3. Домашнее задание на анализ изображений структур /Ср/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-6-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3			Р19

### 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 по металлографическому анализу микроструктур. Анализ изображений полученных с помощью светового, сканирующего и просвечивающего микроскопов. Количественный и качественный анализ микроструктур	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-4-31;ПК-4-У1	<p>Пример варианта контрольной работы:</p> <p>На рис.1 представлена микроструктура закаленной нелегированной стали, полученная с помощью СМ (режим светлого поля). Твердость объекта составляет 5500 МПа. На рис.2 фотография того же объекта получена с помощью РЭМ (режим отраженных электронов, теневой контраст).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Определите структурные и фазовые составляющие стали.</li> <li>2 Объясните контраст на рис. 1 и 2.</li> <li>3 Определите примерные режимы термической обработки стали.</li> <li>4 Сравните разрешающую способность приборов при получении изображения. Что необходимо предпринять для увеличения разрешающей способности?</li> <li>5 С помощью методов количественной металлографии определите объемную долю структурных составляющих. Используйте первое основное стереометрическое соотношение.</li> <li>6 Как, не делая химического анализа стали, можно определить ее химический состав?</li> <li>7 Можно ли с помощью микрорентгеноспектрального анализа определить химический состав фаз в данной стали? Дайте объяснения.</li> </ol> <p>Пример контрольной работы размещен в приложении.</p>



КМ2	Экзамен	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;УК-4-У1;ПК-4-31;ПК-4-У1	<p>Задания для самоподготовки к экзамену :</p> <p>1) Даны микроструктуры заэвтектоидной стали одинакового химического состава после различных термических обработок (фото. рис. 1 (а, б) и 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Идентифицируйте структурные и фазовые составляющие на рисунке. Объясните контраст на рис. 1(а и б);</li> <li>- Определите химический состав стали, используя 1 основное стереометрическое соотношение (метод Глаголева сетка красная размещена на дополнительном снимке рис. 2).</li> <li>- Определите режимы термических обработок (температура нагрева, скорость охлаждения).</li> <li>- Оцените уровень механических свойств обеих сталей (качественно)</li> <li>- Определите действительный размер вертикальной стороны кадры на рис.1б. Опишите. как сделали это.</li> <li>- Что такое А в подрисуночной подписи рис. 1(а)?</li> <li>- Есть ли в образце 1б фазы, пригодные для микрорентгеноспектрального анализа? Чем определяется размер фазы, пригодной для этого вида анализа в РЭМ?</li> </ul> <p>2) Сплав железа с 15% масс. Мо был подвергнут закалки без полиморфного превращения на пересыщенный твердый раствор, а затем состарен при температурах от 600 до 800оС в течение различного времени. На рис 1 диаграмма фазового равновесия (ДФР). Эпсилон-фаза соответствует промежуточной фазе (Fe7Mo6). Изменение параметра решетки альфа-твердых растворов представлено на рис 2. Фотографии микроструктуры сплава после старения – на рис 3.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Определите фазовое состояние сплава после старения при температуре 800 С, если оно соответствует ДФР.</li> <li>- Объясните контраст на указанном (а)</li> <li>- Определите объемную долю однородно окрашенной структурной составляющей на указанном рис (в). Идентифицируйте эту структурную составляющую.</li> <li>- Какой тип распада пересыщенного твердого раствора протекал в этом сплаве? Назовите его определяющие признаки.</li> <li>- Объясните ход кривых на зависимости свойство от времени (рис.4).</li> </ul>
-----	---------	---	--

**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 1	ОПК-1-31;ПК-6-31	Способы оценки микроструктуры. Критерии объективной оценки. Выбор параметров микроструктуры для анализа
P2	Практическое занятие 2	ПК-4-31;ПК-4-У1	Основные принципы и положения стереологии. Единицы гомогенности микроструктуры
P3	Практическое занятие 3	ОПК-1-31	Практика стереометрического анализа. Неоднородность микроструктуры и выбор плоскости шлифа
P4	Практическое занятие 4	ПК-4-У1	Качество шлифа, способы выявления микроструктуры в связи с количественными методами оценки микроструктуры. Второе стереометрическое соотношение
P5	Лабораторная работа 1	ОПК-1-У1;ПК-6-31;ПК-6-У1	Приготовление металлографического шлифа (механическая шлифовка, полировка и химическое травление). Электrolитические полировка и травление
P6	Лабораторная работа 2	ОПК-1-31	Определение качества стали и чугуна с помощью структурных ГОСТов. Выявление дефектных структур.
P7	Лабораторная работа 3	ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-6-31;ПК-6-У1	Настройка металлографического микроскопа. Метод «Светлое поле» Анализ фазового и структурного состояния сплавов
P8	Лабораторная работа 4	ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-6-31;ПК-6-У1;ПК-4-В1	Настройка металлографического микроскопа. Методы «Темное поле» и «Поляризованный свет». Определение ориентировки первичных кристаллов. Идентификация неметаллических включений

P9	Практическое занятие 5	ПК-4-У1	Анализ однофазных полиэдрических структур. Оценка стабильности и дисперсности структуры. Формула Эйлера Интерполяционные полиэдры. Седьмое стереометрическое соотношение. Связь свойство-протяженность границ.
P10	Практическое занятие 6	ПК-4-У1;ПК-4-31;УК-4-У1	Определение и оценка формы микрочастиц. Метод серийных сечений. Форма первичных кристаллов. Дендритная ликвация и расчет времени гомогенизационного отжига по микроструктуре. Преимущества световой микроскопии в обнаружении дендритной ликвации. Правило неравновесного рычага
P11	Практическое занятие 7	УК-4-У1;ПК-4-У1	Четвертое и пятое стереометрические соотношения. Характеристика границ в многофазных материалах. Количественная оценка дисперсности и кинетической устойчивости гетерофазных структур Количественная оценка границ, определяющих свойства. Количественная оценка коалесценции и сфероидизации. Оценка кривизны границ. Шестое стереометрическое соотношение.
P12	Лабораторная работа 5	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Исследование макроструктуры стали. Выявление дефектных структур
P13	Лабораторная работа 6	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Определение среднего размера зерен в однофазной полиэдрической структуре. Расчет погрешностей. Определение плотности дислокаций
P14	Лабораторная работа 7	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Определение объемной доли фазы с использованием принципа Кавальери. Первое стереометрическое соотношение.
P15	Лабораторная работа 8	ОПК-1-В1;ПК-4-В1;ПК-4-У1;ПК-4-31	Фотографирование микроструктуры. Определение размера поля зрения .Цифровая обработка изображения. Использование базы данных «Микроструктура»
P16	Практическое занятие 8	ОПК-1-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-6-У1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Количественный и качественный анализ микроструктур
P17	Домашнее задание 1	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1	Домашнее задание по определению структурных составляющих сталей и чугунов
P18	Домашнее задание 2	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1	Расчетно-графическая работа по определению параметров структуры.
P19	Домашнее задание 3	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-6-31	Домашнее задание на анализ изображений структур

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

Во втором семестре по курсу предусмотрен экзамен.

Форма экзамена - выполнение индивидуального задания с решением металловедческой структурной задачи. Примеры заданий размещены в вопросах самоподготовки.

Даны - фотографии микроструктур сплавов полученные разными методами (световая микроскопия в режиме светлого/темного поля, поляризованного света, растровая электронная микроскопия и т.д.), вариативно диаграммы фазового равновесия и графики зависимости свойство(время обработки) или свойство(температура обработки).

Необходимо идентифицировать фазовое и/или структурное состояние сплава.

Вариативно - определить условия наблюдения, режим термической обработки.

Оценить параметры наблюдаемых структур методами количественной металлографии.

Объяснить зависимости свойств.

Количество заданий в билете от 6 до 8.

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

По курсу предусмотрен экзамен. Возможна простановка оценки на основании результатов контрольных мероприятий учебного семестра - защиты лабораторных работ, домашних заданий, контрольной работы.

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

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	Лившиц Б. Г.	Металлография: учебник для студ. металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1990
Л1.2	Бернштейн М. Л., Рахштадт А. Г.	Т.1: Методы испытаний и исследования	Библиотека МИСиС	, 1983
Л1.3	Лилеев А. С., Малютина Е. С., Старикова А. С.	Фазовые равновесия и структурообразование. Превращения в твердом состоянии в металлах и сплавах: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150700 - Физ. материаловедение	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010

##### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Захаров А. М.	Диаграммы состояния двойных и тройных систем: учеб. пособие для студ. металлург. и машиностроит. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1990
Л2.2	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
Л2.3	Новиков И. И.	Теория термической обработки металлов: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1986

##### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Извольский Н. А.	Геометрия в пространстве (стереометрия)	Электронная библиотека	Ленинград: Государственное издательство, 1924
Л3.2	Крупин Ю. А., Сухова В. Г.	Компьютерная металлография: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. Металлургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2009

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.3	Новиков И. И.	Металлография: Лаб.практикум для студ. спец. 0407, специализации 'Металловедение и термическая обработка цветных металлов'	Библиотека МИСиС	, 1984

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

Э1	Кларк, Э.Р. Микроскопические методы исследования материалов : монография / Э.Р. Кларк, К.Н. Эберхардт ; пер. С.Л. Баженов. – Москва : РИЦ Техносфера, 2007. – 371 с. – (Мир материалов и технологий). – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=115673">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=115673</a> (дата обращения: 25.05.2020). – ISBN 978-5-94836-121-5. – Текст : электронный.	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=115673">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=115673</a>
Э2	Анисович, А.Г. Практика металлографического исследования материалов : монография / А.Г. Анисович, И.Н. Румянцева. – Минск : Белорусская наука, 2013. – 251 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=230958">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=230958</a> (дата обращения: 25.05.2020). – ISBN 978-985-08-1603-0. – Текст : электронный.	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=230958">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=230958</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.2	ESET NOD32 Antivirus
П.3	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.4	Microsoft Office

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

И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.3	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a>
И.4	Иностраные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.5	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.6	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И.7	— наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.8	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-420	Учебная аудитория	проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютер преподавателя; микроскопы металлографические 11 шт., комплект учебной мебели
Б-416	Учебная аудитория	проектор; экран; маркерная доска; компьютер преподавателя; микроскоп Carl Zeiss Axio Scope A1, компьютерный класс на 12 компьютеров, комплект учебной мебели
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.

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Обучение проводится в один семестр и организуется в соответствии с настоящей программой. Самостоятельная работа студентов осуществляется и контролируется с помощью:  
– индивидуального опроса студентов на лабораторных и практических занятиях;

- выполнения трех домашних заданий их защиты.

Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Специализированные лаборатории Б-416 и Б-420 с металлографическим оборудованием для проведения лабораторных работ и практических занятий;
2. Специализированная аудитория Б-418 с оборудованием для приготовления металлографических шлифов и фольг, предназначенных для исследования с помощью СМ, РЭМ и ПЭМ;
3. Специализированная аудитория Б-423 с оборудованием для получения оцифрованных изображений микроструктуры.

Практические занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов курсов. Лабораторные работы нацелены на практическое изучение методов структурного анализа макро- и микроструктуры материалов.

Дисциплина требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.