

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.01.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

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 | | |
| 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-22-7.plx Физика и технологии функциональных материалов, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Физика и технологии функциональных материалов, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра физического материаловедения

Протокол от 11.04.2022 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 |
|------------|---|------|
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: | |
| 2.1.1 | Иностранный язык | |
| 2.1.2 | Материаловедение и технологии перспективных материалов | |
| 2.1.3 | Метрология и испытания функциональных материалов | |
| 2.1.4 | Структурные методы исследования наноматериалов | |
| 2.1.5 | Теория фаз и фазовых превращений | |
| 2.1.6 | Учебная практика | |
| 2.1.7 | Физика магнетизма. Часть 1. Магнетизм веществ | |
| 2.1.8 | Физические свойства наноматериалов | |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: | |
| 2.2.1 | Атомное строение неорганических материалов | |
| 2.2.2 | Педагогическая практика | |
| 2.2.3 | Перспективные технологии функциональных материалов | |
| 2.2.4 | Спектроскопические и зондовые методы | |
| 2.2.5 | Физические методы исследования материалов | |
| 2.2.6 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.7 | Преддипломная практика | |

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

| |
|--|
| ПК-4: Способен планировать, осуществлять комплексные исследования и разработку функциональных материалов (в том числе наноматериалов) различного назначения |
| Знать: |
| ПК-4-31 современные методы исследования макро- и микроструктуры материалов; |
| ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях |
| Знать: |
| ОПК-1-31 основные виды микроструктур металлических материалов; |
| 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 |
| Знать: |
| УК-4-31 принципы этичного научного общения; |
| ПК-6: Способен к реализации программ высшего образования уровня бакалавриат в области материаловедения и технологии |
| Знать: |
| ПК-6-31 методические подходы к реализации образовательных программ; |
| ПК-4: Способен планировать, осуществлять комплексные исследования и разработку функциональных материалов (в том числе наноматериалов) различного назначения |
| Уметь: |
| ПК-4-У1 проводить комплексные исследования структуры материалов; |
| ПК-6: Способен к реализации программ высшего образования уровня бакалавриат в области материаловедения и технологии |

| |
|--|
| Уметь: |
| ПК-6-У1 реализовывать программы высшего образования уровня бакалавриат в области материаловедения; |
| 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 |
| Уметь: |
| УК-4-У1 формулировать выводы в профессиональной сфере, используя знания и обоснования; |
| ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях |
| Уметь: |
| 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); |
| Владеть: |
| ОПК-1-В1 опытом самостоятельного сбора данных, анализа и обобщения научно-технической информации по тематике исследования; |
| 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 |
| Владеть: |
| УК-4-В1 навыками коммуникации в научно-исследовательском коллективе; |
| ПК-4: Способен планировать, осуществлять комплексные исследования и разработку функциональных материалов (в том числе наноматериалов) различного назначения |
| Владеть: |
| 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 |
|-------------|--|----------------|-------|------------------------------------|--------------------------|------------|----|--------------------|
| | Раздел 1. Стереологические основные соотношения и практическая металлография | | | | | | | |
| 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 |
| | Раздел 2. Отклонения от фазового равновесия и их влияние на микроструктуру. Количественные оценки. | | | | | | | |
| 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 |
| | Раздел 3. Использование различных методов анализа для идентификации микроструктуры. Нормативные документы. | | | | | | | |
| 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"> 1 Определите структурные и фазовые составляющие стали. 2 Объясните контраст на рис. 1 и 2. 3 Определите примерные режимы термической обработки стали. 4 Сравните разрешающую способность приборов при получении изображения. Что необходимо предпринять для увеличения разрешающей способности? 5 С помощью методов количественной металлографии определите объемную долю структурных составляющих. Используйте первое основное стереометрическое соотношение. 6 Как, не делая химического анализа стали, можно определить ее химический состав? 7 Можно ли с помощью микрорентгеноспектрального анализа определить химический состав фаз в данной стали? Дайте объяснения. <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"> - Идентифицируйте структурные и фазовые составляющие на рисунке. Объясните контраст на рис. 1(а и б); - Определите химический состав стали, используя 1 основное стереометрическое соотношение (метод Глаголева сетка красная размещена на дополнительном снимке рис. 2). - Определите режимы термических обработок (температура нагрева, скорость охлаждения). - Оцените уровень механических свойств обеих сталей (качественно) - Определите действительный размер вертикальной стороны кадры на рис.1б. Опишите, как сделали это. - Что такое А в подрисуночной подписи рис. 1(а)? - Есть ли в образце 1б фазы, пригодные для микрорентгеноспектрального анализа? Чем определяется размер фазы, пригодной для этого вида анализа в РЭМ? <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"> - Определите фазовое состояние сплава после старения при температуре 800 С, если оно соответствует ДФР. - Объясните контраст на указанном (а) - Определите объемную долю однородно окрашенной структурной составляющей на указанном рис (в). Идентифицируйте эту структурную составляющую. - Какой тип распада пересыщенного твердого раствора протекал в этом сплаве? Назовите его определяющие признаки. - Объясните ход кривых на зависимости свойство от времени (рис.4). |
|-----|---------|---|--|

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). Электролитические 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: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115673 (дата обращения: 25.05.2020). – ISBN 978-5-94836-121-5. – Текст : электронный. | http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115673 |
| 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: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=230958 (дата обращения: 25.05.2020). – ISBN 978-985-08-1603-0. – Текст : электронный. | http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=230958 |

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 https://elibrary.ru/ |
| И.3 | — Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news |
| И.4 | Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС): |
| И.5 | — аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com |
| И.6 | — аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/ |
| И.7 | — наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com |
| И.8 | — научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/ |

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд. | Назначение | Оснащение |
|------------------------------------|---|---|
| Б-420 | Учебный комплекс по структурной диагностике и материаловедческой экспертизе неорганических материалов методами оптической микроскопии. Микроскопный зал: | проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютер преподавателя; микроскопы металлографические 11 шт., комплект учебной мебели |
| Б-416 | Учебный комплекс по структурной диагностике и материаловедческой экспертизе неорганических материалов методами оптической микроскопии: | 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 50 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |

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.