

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 15:15:00

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

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 10

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	10 (5.2)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

кфмн, доцент, Малютина Елена Сергеевна

Рабочая программа

Методы исследования макро- и микроструктуры материалов

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра физического материаловедения

Протокол от 29.06.2023 г., №11-06

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.ДВ.32
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Аморфные, микро- и нанокристаллические материалы	
2.1.2	Биофизика	
2.1.3	Высокотемпературные и сверхтвердые функциональные и конструкционные материалы	
2.1.4	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве	
2.1.5	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.6	Методы исследования характеристик и свойств материалов	
2.1.7	Методы электронной микроскопии для материалов твердотельной электроники	
2.1.8	Метрология и испытания функциональных материалов	
2.1.9	Основы научно-технического перевода	
2.1.10	Практика научно-технического перевода и редактирования	
2.1.11	Тензорные методы в кристаллофизике	
2.1.12	Технология получения кристаллов	
2.1.13	Физические основы магнетизма и процессы перемагничивания материалов	
2.1.14	Физические свойства приповерхностных слоев и методы их исследований	
2.1.15	Функциональные наноматериалы	
2.1.16	Химия и технология полимерных материалов	
2.1.17	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ	
2.1.18	Композиционные материалы	
2.1.19	Конструирование композиционных материалов	
2.1.20	Методы исследования структур и материалов. Часть 2	
2.1.21	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия	
2.1.22	Специальные сплавы	
2.1.23	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 1. Магнитно-мягкие сплавы	
2.1.24	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы	
2.1.25	Атомное строение фаз	
2.1.26	Биохимия наноматериалов	
2.1.27	Инженерия поверхности	
2.1.28	Металловедение и термическая обработка металлов	
2.1.29	Методы исследования структур и материалов. Часть 1	
2.1.30	Методы исследования физических свойств полупроводниковых структур	
2.1.31	Наноматериалы	
2.1.32	Сверхтвердые материалы	
2.1.33	Технологии материалов с особыми физическими свойствами	
2.1.34	Фазовые и структурные изменения при формировании материалов и эпитаксиальных структур	
2.1.35	Физика магнитных явлений	
2.1.36	Физика полупроводниковых приборов	
2.1.37	Физика прочности	
2.1.38	Физика прочности и механические свойства материалов	
2.1.39	Физико-химия металлов и неметаллических материалов	
2.1.40	Физические основы деформации и разрушения	
2.1.41	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.1.42	Материаловедение	
2.1.43	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.44	Металловедение инновационных материалов	
2.1.45	Методы исследования материалов	

2.1.46	Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии
2.1.47	Метрология и технические измерения функциональных материалов
2.1.48	Метрология, стандартизация и технические измерения
2.1.49	Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике
2.1.50	Основы материаловедения и методов исследования материалов
2.1.51	Разработка новых материалов
2.1.52	Фазовые равновесия и дефекты структуры
2.1.53	Физика диэлектриков
2.1.54	Физика полупроводников
2.1.55	Введение в квантовую теорию твердого тела
2.1.56	Дефекты кристаллической решетки
2.1.57	Компьютеризация эксперимента
2.1.58	Материалы альтернативной энергетики
2.1.59	Материалы наукоемких технологий
2.1.60	Основы дизайна металлических материалов
2.1.61	Планирование и организация научно-исследовательской работы
2.1.62	Планирование научного эксперимента
2.1.63	Современные проблемы материаловедения
2.1.64	Теория поверхностных явлений
2.1.65	Теория симметрии
2.1.66	Электроника
2.1.67	Кристаллография
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Аттестация и испытания высокотемпературных и сверхтвердых материалов
2.2.2	Аттестация и сертификация изделий электронной техники
2.2.3	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве функциональных материалов
2.2.4	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.5	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики
2.2.6	Менеджмент качества
2.2.7	Металлические материалы для крупных транспортных систем
2.2.8	Металловедение высокопрочных сплавов
2.2.9	Методология и практика определения размерных характеристик материалов
2.2.10	Методология научных исследований
2.2.11	Оптические явления в кристаллах. Часть 2
2.2.12	Основы клеточной биологии
2.2.13	Оформление результатов научной деятельности
2.2.14	Практическое применение теории функционала электронной плотности
2.2.15	Симметрия наносистем
2.2.16	Современные компьютерные технологии в структурном анализе
2.2.17	Спектроскопические и зондовые методы
2.2.18	Термомеханическая обработка металлов и сплавов
2.2.19	Управление коллективами
2.2.20	Управление проектами
2.2.21	Химические основы биологических процессов
2.2.22	Цифровое материаловедение
2.2.23	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.24	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.25	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.26	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.27	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.28	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.29	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

2.2.30	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.31	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям

Знать:

ПК-1-32 современные методы исследования макро- и микроструктуры материалов;

ПК-1-31 основные виды микроструктур металлических материалов;

Уметь:

ПК-1-У3 проводить комплексные исследования структуры материалов;

ПК-1-У2 использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов);

ПК-1-У1 понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модификации;

Владеть:

ПК-1-В2 навыками использования технических средств обеспечения исследования макро- и микроструктуры материалов;

ПК-1-В1 опытом самостоятельного сбора данных, анализа и обобщения научно-технической информации по тематике исследования;

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/	10	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.3Л3.1 Л3.2 Э1			
1.2	Основные принципы и положения стереологии. Единицы гомогенности микроструктуры /Пр/	10	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.2Л3.3			
1.3	Практика стереометрического анализа. Неоднородность микроструктуры и выбор плоскости шлифа /Пр/	10	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1 Л1.2 Э2			
1.4	Качество шлифа, способы выявления микроструктуры в связи с количественными методами оценки микроструктуры. Второе стереометрическое соотношение /Пр/	10	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.2 Л1.3			

1.5	Подготовка к лабораторной работе "Приготовление металлографического шлифа (механическая шлифовка, полировка и химическое травление). Электролитические полировка и травление" /Ср/	10	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1			
1.6	Приготовление металлографического шлифа (механическая шлифовка, полировка и химическое травление). Электролитические полировка и травление /Лаб/	10	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1			Р5
1.7	Подготовка к лабораторной работе "Определение качества стали и чугуна с помощью структурных ГОСТов. Выявление дефектных структур" /Ср/	10	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.3Л2.1 Л2.3			
1.8	Определение качества стали и чугуна с помощью структурных ГОСТов. Выявление дефектных структур. /Лаб/	10	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	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/	10	3	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1Л2.1			
1.10	Настройка металлографического микроскопа. Метод «Светлое поле» Анализ фазового и структурного состояния сплавов /Лаб/	10	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1 ПК-1-В2	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/	10	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.2			
1.12	Настройка металлографического микроскопа. Методы «Темное поле» и «Поляризованный свет». Определение ориентировки первичных кристаллов. Идентификация неметаллических включений /Лаб/	10	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	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/	10	11	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3			
	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/	10	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1Л3.2			
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/	10	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.2Л2.3 Э1			
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/	10	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.2			
2.4	Подготовка к лабораторной работе "Исследование макроструктуры стали. Выявление дефектных структур". /Ср/	10	3	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1Л2.2 Л2.3			
2.5	Исследование макроструктуры стали. Выявление дефектных структур. /Лаб/	10	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1 ПК-1-В2	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/	10	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1 Л1.3Л2.2			
2.7	Определение среднего размера зерен в однофазной полиэдрической структуре. Расчет погрешностей. Определение плотности дислокаций /Лаб/	10	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1 Л1.3Л2.2			Р13
2.8	Освоение теоретического материала раздела 2. Расчетно-графическая работа по определению параметров структуры. /Ср/	10	6	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	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/	10	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1 Л1.3			
3.2	Определение объемной доли фазы с использованием принципа Кавальери. Первое стереометрическое соотношение. /Лаб/	10	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	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/	10	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
3.4	Фотографирование микроструктуры. Определение размера поля зрения .Цифровая обработка изображения. Использование базы данных «Микроструктура» /Лаб/	10	3	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2			Р15
3.5	Подготовка к контрольной работе по металлографическому анализу микроструктур /Ср/	10	6	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2	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/	10	8	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
3.7	Освоение теоретического материала раздела 3. Домашнее задание на анализ изображений структур /Ср/	10	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
3.8	Подготовка к экзамену по курсу /Ср/	10	12	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2		КМ2	

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	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-У2	<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	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-В1;ПК-1-В2	<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 подрисовочной 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	ПК-1-31	Способы оценки микроструктуры. Критерии объективной оценки. Выбор параметров микроструктуры для анализа
P2	Практическое занятие 2	ПК-1-31;ПК-1-32	Основные принципы и положения стереологии. Единицы гомогенности микроструктуры
P3	Практическое занятие 3	ПК-1-31;ПК-1-32	Практика стереометрического анализа. Неоднородность микроструктуры и выбор плоскости шлифа
P4	Практическое занятие 4	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У3	Качество шлифа, способы выявления микроструктуры в связи с количественными методами оценки микроструктуры. Второе стереометрическое соотношение
P5	Лабораторная работа 1	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У3	Приготовление металлографического шлифа (механическая шлифовка, полировка и химическое травление). Электролитические полировка и травление
P6	Лабораторная работа 2	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-У3;ПК-1-В1;ПК-1-В2	Определение качества стали и чугуна с помощью структурных ГОСТов. Выявление дефектных структур.
P7	Лабораторная работа 3	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У3;ПК-1-В2	Настройка металлографического микроскопа. Метод «Светлое поле» Анализ фазового и структурного состояния сплавов
P8	Лабораторная работа 4	ПК-1-32;ПК-1-У3;ПК-1-У2;ПК-1-В2	Настройка металлографического микроскопа. Методы «Темное поле» и «Поляризованный свет». Определение ориентировки первичных кристаллов. Идентификация неметаллических включений

P9	Практическое занятие 5	ПК-1-32;ПК-1-31	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-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-31;ПК-1-У2	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	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У3	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	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-У3	Исследование макроструктуры стали. Выявление дефектных структур
P13	Лабораторная работа 6	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У3;ПК-1-В1;ПК-1-В2	Определение среднего размера зерен в однофазной полиэдрической структуре. Расчет погрешностей. Определение плотности дислокаций
P14	Лабораторная работа 7	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У2	Определение объемной доли фазы с использованием принципа Кавальери. Первое стереометрическое соотношение.
P15	Лабораторная работа 8	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-У2	Фотографирование микроструктуры. Определение размера поля зрения. Цифровая обработка изображения. Использование базы данных «Микроструктура»
P16	Практическое занятие 8	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У2;ПК-1-В1	Количественный и качественный анализ микроструктур
P17	Домашнее задание 1	ПК-1-32;ПК-1-31;ПК-1-В2	Домашнее задание по определению структурных составляющих сталей и чугунов
P18	Домашнее задание 2	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У3;ПК-1-В2	Расчетно-графическая работа по определению параметров структуры.
P19	Домашнее задание 3	ПК-1-31;ПК-1-У2;ПК-1-В2	Домашнее задание на анализ изображений структур

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

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)

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 «неявка» - обучающийся не явился на контрольные мероприятия в семестре.

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 Алексей Сергеевич, Малютина Елена Сергеевна, 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 Юрий Александрович, Сухова Вероника Геннадьевна	Компьютерная металлография: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. Металлургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2009
Л3.3	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 информгентств 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	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 курсав. 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.