

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 15.11.2023 15:13:16

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 анализа структуры металлов и сплавов

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

6 ЗЕТ

Часов по учебному плану

216

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 7

аудиторные занятия

102

самостоятельная работа

54

часов на контроль

60

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	102	102	102	102
Контактная работа	102	102	102	102
Сам. работа	54	54	54	54
Часы на контроль	60	60	60	60
Итого	216	216	216	216

Программу составил(и):

к.тн, доцент, Новиков Александр Ильич

Рабочая программа

Методы анализа структуры металлов и сплавов

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 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, 22.03.02-БМТ-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:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, , 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 Александр Григорьевич

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Сформировать компетенции в соответствии с учебным планом и научить использовать современные рентгеновские и электронно-оптические методы исследования для изучения тонкой (в том числе на наноразмерном уровне) структуры, фазового и элементного состава материалов для контроля их структуры и последующего установления связи между составом, структурой и свойствами материалов.
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.05
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Металлургия алюминия и магния	
2.1.2	Обогащение руд	
2.1.3	Оборудование для процессов порошковой металлургии	
2.1.4	Оборудование и технологии сталеплавильных цехов	
2.1.5	Основы минералогии и петрографии	
2.1.6	Прикладная кристаллография	
2.1.7	Проектирование технологии изготовления отливок	
2.1.8	Производство стали в конвертерах	
2.1.9	Процессы формования и спекания металлических порошков	
2.1.10	Ресурсосбережение и экология современных процессов обработки металлов давлением	
2.1.11	Рециклинг металлов	
2.1.12	Теория промышленных процессов деформационной обработки металлов и сплавов	
2.1.13	Теория термической обработки металлов и основы эксперимента	
2.1.14	Технология литейного производства	
2.1.15	Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов	
2.1.16	Инженерные расчеты в металлургии	
2.1.17	Методы исследования свойств металлов и сплавов	
2.1.18	Организация и математическое планирование эксперимента	
2.1.19	Органическая химия в металлургии	
2.1.20	Основы пиро- и гидрометаллургического производства	
2.1.21	Основы теории литейных процессов	
2.1.22	Потребительские свойства металлургической продукции	
2.1.23	Процессы получения металлических порошков	
2.1.24	Сырьевая и энергетическая безопасность предприятий	
2.1.25	Теория обработки металлов давлением и физические основы пластической деформации	
2.1.26	Термодинамика и кинетика металлургических процессов	
2.1.27	Технологические измерения и приборы	
2.1.28	Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов	
2.1.29	ARTCAD	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Закономерности и механизмы формирования материалов в аддитивных технологиях	
2.2.2	Закономерности, механизмы и диагностика процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза	
2.2.3	Информационные технологии управления металлургическими печами	
2.2.4	Конструирование литейной оснастки, раздел 2	
2.2.5	Логистика вторичных ресурсов	
2.2.6	Металловедение, часть 2	
2.2.7	Металлургия благородных металлов	
2.2.8	Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов	
2.2.9	Метрология, стандартизация и методы контроля и анализа веществ	
2.2.10	Модельное производство	
2.2.11	Огнеупоры металлургического производства	
2.2.12	Основы промышленного дизайна и ювелирного дела	
2.2.13	Пористые порошковые материалы. Порошковые материалы для узлов трения. Порошковые алмазосодержащие материалы.	

2.2.14	Производственная практика
2.2.15	Производственная практика
2.2.16	Производственная практика
2.2.17	Производственная практика
2.2.18	Производственная практика
2.2.19	Производственная практика
2.2.20	Производственная практика
2.2.21	Производство отливок из стали и чугуна
2.2.22	Производство тяжелых цветных металлов
2.2.23	Производство ферросплавов
2.2.24	Разливка стали и спецэлектрометаллургия
2.2.25	Технологические линии и комплексы ОМД
2.2.26	Физико-механические свойства металлов
2.2.27	Химия окружающей среды
2.2.28	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД
2.2.29	Защитные покрытия на металлопродукции
2.2.30	Информационные технологии в деформационной обработке металлов
2.2.31	Комплексное использование сырья и техногенных материалов
2.2.32	Конструкционные порошковые материалы общемашиностроительного и специального назначения
2.2.33	Материаловедение и термообработка металлов и сплавов
2.2.34	Материаловедение неметаллических материалов
2.2.35	Методы исследования технологических процессов и оборудования
2.2.36	Методы оценки качества и исследования металлургических свойств техногенного сырья и вторичных ресурсов
2.2.37	Моделирование процессов и объектов в металлургии
2.2.38	Наилучшие доступные технологии в металлургии
2.2.39	Оборудование литейных цехов
2.2.40	Основы аддитивных технологий
2.2.41	Основы процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза
2.2.42	Охрана труда и промышленная безопасность
2.2.43	Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов
2.2.44	Производство благородных металлов
2.2.45	Производство легких металлов
2.2.46	Производство отливок из сплавов цветных металлов
2.2.47	Производство редких металлов
2.2.48	Производство слитков из сплавов цветных металлов
2.2.49	Современные методы исследования металлических материалов
2.2.50	Современные процессы в металлургии и материаловедении и методы их исследования
2.2.51	Специальные способы литья
2.2.52	Теория металлургических процессов
2.2.53	Термодинамические расчеты и анализ фазовых диаграмм многокомпонентных систем
2.2.54	Технологии защиты оборудования и металлопродукции от коррозии
2.2.55	Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов
2.2.56	Технология композиционных материалов
2.2.57	Экология металлургического производства
2.2.58	Автоматизация машин и агрегатов ОМД
2.2.59	Диагностика и экспертиза коррозионных разрушений металлов
2.2.60	Дизайн литого изделия
2.2.61	Инновационные технологии и оборудование ферросплавного производства
2.2.62	Комплексное использование сырья и отходов глиноземной промышленности
2.2.63	Компьютерное проектирование и инжиниринг
2.2.64	Материаловедческие основы производства твердых сплавов
2.2.65	Методы аттестации наноструктурированных поверхностей
2.2.66	Моделирование технологических процессов

2.2.67	Мониторинг работы металлургического предприятия
2.2.68	Основы теории сварки и пайки литых изделий
2.2.69	Особенности получения высокоточных отливок
2.2.70	Отливки для металлургической и горнодобывающей отраслей
2.2.71	Порошковые материалы для электротехнической промышленности. Тугоплавкие порошковые материалы
2.2.72	Прикладная термодинамика и кинетика металлургических процессов
2.2.73	Производство прямовосстановленного железа
2.2.74	Промышленная экология и технологии декарбонизации
2.2.75	Разливка стали и спецэлектрометаллургия
2.2.76	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства благородных металлов
2.2.77	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства меди, никеля и сопутствующих элементов
2.2.78	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства тугоплавких и рассеянных редких металлов
2.2.79	СВС-технологии получения неорганических материалов
2.2.80	Современные производственные технологии
2.2.81	Теплоэнергетика и вторичные энергоресурсы
2.2.82	Технология промышленных процессов деформационной обработки металлов и сплавов
2.2.83	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД
2.2.84	Экодизайн и зеленые технологии
2.2.85	Экология литейного производства
2.2.86	Автоматизация процессов экстракции
2.2.87	Аддитивные технологии в литейном производстве
2.2.88	Аффинаж благородных металлов
2.2.89	Дефекты в отливках, способы выявления и устранения
2.2.90	Инженерия биоповерхностей
2.2.91	Инновационное производство высоколегированной стали и сплавов
2.2.92	Конструирование и моделирование металлических материалов
2.2.93	Материалы на основе углерода
2.2.94	Металловедение, часть 3
2.2.95	Металлургические методы переработки промышленных и бытовых отходов
2.2.96	Методы и инструменты бережливого производства
2.2.97	Моделирование литейных процессов
2.2.98	Обеспечение единства измерений трибологических и механических свойств
2.2.99	Оборудование и технологии специальной электрометаллургии
2.2.100	Обращение со шлаками и шламами
2.2.101	Планирование эксперимента
2.2.102	Разработка и реализация предпринимательских проектов
2.2.103	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства алюминия и магния
2.2.104	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства редкоземельных и радиоактивных металлов
2.2.105	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства свинца, цинка и сопутствующих элементов
2.2.106	Совмещенные процессы деформационно-термической обработки
2.2.107	Современные методы металлургии и машиностроения
2.2.108	Современные технологические решения в деформационной обработке металлов и сплавов
2.2.109	Термодинамические расчеты многокомпонентных диаграмм состояния
2.2.110	Техногенное сырье и вторичные ресурсы
2.2.111	Технологические основы аддитивного производства и специальной электрометаллургии
2.2.112	Технология производства твердых сплавов
2.2.113	Экологическая экспертиза
2.2.114	Научно-исследовательская работа
2.2.115	Научно-исследовательская работа
2.2.116	Научно-исследовательская работа
2.2.117	Научно-исследовательская работа
2.2.118	Научно-исследовательская работа
2.2.119	Научно-исследовательская работа

2.2.120	Научно-исследовательская работа
2.2.121	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.122	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.123	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.124	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.125	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.126	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.127	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-3: Способен разрабатывать предложения по внедрению в производство новой техники и технологий	
Знать:	
ПК-3-32	принципы формирования контраста в просвечивающей и растровой электронной микроскопии
ПК-3-31	физику рентгеновских лучей, законы рассеяния электроном, атомом, кристаллом, особенности дифракции рентгеновских лучей и электронов на кристалле;
ПК-3-33	основные методы исследования материалов в различных состояниях;
ПК-4: Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке	
Знать:	
ПК-4-32	правила безопасности работы на электронных микроскопах (просвечивающий, сканирующий, атомно-силовой)
ПК-4-31	правила безопасной работы с источниками рентгеновского и нейтронного излучения, общие нормы радиационной безопасности;
ПК-1: Способен выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы в области процессов технологии материалов	
Знать:	
ПК-1-31	основные принципы обработки результатов исследования и анализа научно-технической информации
ПК-1-33	закономерности взаимодействия электронов с веществом, основные принципы формирования и интерпретации электронограмм и электронно-микроскопических изображений структуры;
ПК-1-32	-закономерности взаимодействия рентгеновского излучения с веществом для интерпретации и анализа дифракционных спектров, полученных при различных условиях съемки;
ПК-3: Способен разрабатывать предложения по внедрению в производство новой техники и технологий	
Уметь:	
ПК-3-У1	формировать и аргументировать собственные суждения и научную позицию, научным и техническим проблемам, возникающим в профессиональной деятельности;
ПК-4: Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке	
Уметь:	
ПК-4-У1	Самостоятельно проводить сбор данных, анализ и обобщение научно-технической информации, основных нормативных документов.
ПК-1: Способен выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы в области процессов технологии материалов	
Уметь:	
ПК-1-У2	интерпретировать данные, полученные на современном электронно-оптическом оборудовании, и на основе результатов анализа этих данных делать выводы о фазовом и элементном составах, а также об особенностях микроструктуры, связывая их с превращениями в исследуемом материале и его свойствами
ПК-1-У1	обрабатывать результаты рентгеновских экспериментов с использованием справочной информации, полученной через Интернет, и применением современных компьютерных программ расчета и анализа дифракционных спектров.
ПК-4: Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке	
Владеть:	
ПК-4-В1	применения полученных знаний для обоснованного выбора метода анализа фазового и элементного состава, а также структуры и превращений материалов; в том числе определять структуру, фазовый состав и текстуру сталей и сплавов после различных видов термической и механической обработки
ПК-1: Способен выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы в области процессов технологии материалов	
Владеть:	

ПК-1-В2 навыками устанавливать с использованием электронно-оптических методов анализа фазовый и элементный состав микрообъемов материалов, основные параметры их микроструктуры, в том числе на наноуровне.
ПК-1-В1 навыками устанавливать с использованием различных методов рентгеноструктурного анализа фазовый состав материалов, параметры их кристаллической структуры, контролировать особенности структуры на макро- и микроуровне, связывая их со свойствами материалов
ПК-3: Способен разрабатывать предложения по внедрению в производство новой техники и технологий
Владеть:
ПК-3-В1 навыками применения методов планирования и проведения измерительных экспериментов, выбора и использования методов обработки экспериментальных данных и оценки результатов экспериментов;

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. Интерпретация дифракционных методов анализа в терминах обратного пространства.							
1.1	Интерпретация дифракционных методов анализа в терминах обратного пространства. Обратная решетка, ее основные свойства. Объяснение формирования дифракционных картин с помощью построения Эвальда. /Лек/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-33	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2			
1.2	Построение плоских сеток обратной решетки /Пр/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31 ПК-3-33 ПК-3-У1	Л1.2			
1.3	Интерпретация дифракционных методов анализа в терминах обратного пространства. /Ср/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-33 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.2 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 2. Решение традиционных задач рентгеновского анализа с помощью современных дифрактометров							
2.1	Анализ структуры по уширению рентгеновских линий. Разделение вкладов уширения от наноразмерных ОКР и микродеформаций в общую ширину рентгеновских линий. /Лек/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-33	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2			
2.2	Методы прецизионного определения периода решетки и анализ твердых растворов. /Лек/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-33 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2			
2.3	Определение плотности дислокаций по уширению рентгеновской линии /Лаб/	7	8	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-33 ПК-3-У1 ПК-4-31	Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.2			Р1

2.4	Определение размеров нанокристаллов по уширению рентгеновской линии /Пр/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-33 ПК-3-У1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3Л3.2			
2.5	Прецизионное определение периода решетки методом эталона и построение границы растворимости в твердом состоянии /Лаб/	7	8	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-33 ПК-3-У1 ПК-4-31	Л1.3Л2.3Л3.2			Р2
2.6	Решение традиционных задач рентгеновского анализа с помощью современных дифрактометров /Ср/	7	8	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-33 ПК-3-У1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3Л3.2 Э1 Э2 Э3			
Раздел 3. Электронно-оптические методы анализа								
3.1	Современные просвечивающие электронные микроскопы. Наблюдение дислокационной структуры в ПЭМ. Определение векторов Бюргера и плотности дислокаций. Использование микродифракции. /Лек/	7	6	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-1-У2 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2			
3.2	Современные сканирующие электронные микроскопы. Получение изображений в разных видеосигналах и их интерпретация. /Лек/	7	6	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-1-У2 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33	Л1.1 Л1.2			
3.3	Кичуки-картины и их использование в электронографическом и EBSD анализах /Лек/	7	6	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-1-У2 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2			
3.4	Расчет электронограмм и определение пространственной ориентировки кристаллитов /Лаб/	7	10	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-1-У2 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.3			Р3
3.5	Кристаллогеометрический анализ на примере изображения дефекта упаковки в ПЭМ /Пр/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-1-У2 ПК-1-В2 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-У1 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.1			
3.6	Определение плотности дислокаций по микрофотографиям, полученным в ПЭМ /Лаб/	7	8	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-1-У2 ПК-1-В2 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-У1 ПК-4-32	Л1.3			Р4
3.7	Презентация и обсуждение домашних заданий (рефератов) по использованию различных методов анализа дислокационной структуры /Пр/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-1-У2 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э3			

3.8	Презентация и обсуждение домашних заданий (рефератов) по использованию различных методов для определения среднего размера зерна /Пр/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-1-У2 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э3			
3.9	Презентация и обсуждение домашних заданий (рефератов) по использованию различных методов для проведения фазового анализа /Пр/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-1-У2 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э3			
3.10	Электронно-оптические методы анализа /Ср/	7	6	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-1-У2 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-У1 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.1 Л3.3 Э3			
3.11	Подготовка рефератов /Ср/	7	8	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-3-31 ПК-3-33 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э3			
Раздел 4. Рентгеноспектральный микроанализ								
4.1	Методические особенности использования рентгеноспектрального микроанализа в современных сканирующих электронных микроскопах. Количественный расчет элементного состава микроучастков. /Лек/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-1-У2 ПК-1-В2 ПК-3-31 ПК-3-33 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2Л3.1 Л3.3			
4.2	Количественный рентгеноспектральный микроанализ /Пр/	7	6	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В2 ПК-3-31 ПК-3-33 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.3			
4.3	Презентация и обсуждение домашних заданий (рефератов) по использованию рентгеноспектрального микроанализа для решения конкретных металлургических задач /Пр/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-1-У2 ПК-3-31 ПК-3-33 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
4.4	Выполнение домашнего задания по теме: Рентгеноспектральный микроанализ /Ср/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-1-У2 ПК-3-31 ПК-3-33 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э3			Р5
4.5	Подготовка реферата /Ср/	7	6	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-3-31 ПК-3-33 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э3			

4.6	Подготовка к экзамену по курсу /Ср/	7	18	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3		КМ1	
-----	-------------------------------------	---	----	--	---	--	-----	--

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	экзамен	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-3-31;ПК-3-32;ПК-3-33;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-В1	<p>Примеры вопросов в экзаменационных билетах</p> <ol style="list-style-type: none"> Оцените толщину слоя, от которого регистрируется линия №3 при съемке образца из Al на дифрактометре с фокусировкой по Брэггу-Брентано в излучении Cu-Kα. Приведите схему указанной фокусировки и схему к расчету толщины отражающего слоя. Нарисуйте схему, иллюстрирующую геометрическую интерпретацию выполнения обобщенного уравнения Лауэ. Расставьте на схеме необходимые обозначения и расшифруйте их. Выберите излучение и индексы снимаемой линии для прецизионного определения периода решетки твердого раствора на основе Ni методом сравнения с эталоном. Качественный фазовый анализ показал наличие трех фаз. Какой метод следует применить для количественного анализа? Какую градуировку необходимо иметь и как ее построить? Как скажется на положении линий на рентгенограмме растворение Si в Al? От закаленного на твердый раствор образца из сплава Al-2,58% Mg (по массе) получена дифрактограмма на излучении Cu-Kα. Центр тяжести снятой линии оказался равным 170$^{\circ}$. Дайте заключение о качестве закалки, если известно, что период решетки твердого раствора 2,85 ат.% Mg в Al равен 4,85 Å. Как рентгенографически определить температуру начала первичной рекристаллизации? Почему в электронографе ($\lambda = \text{const}$) можно получить дифракционную картину от неподвижного монокристалла, а при съемке в рентгеновских лучах с $\lambda = \text{const}$ кристалл необходимо вращать? Ответ поясните схемой интерференции в обратном пространстве для случая электронографии. Как, используя Кикучи-линии, уточнить пространственную ориентировку микроучастка и вывести выбранный участок образца в отражающее положение, близкое к точному. Нарисуйте схему хода лучей в ПЭМ от образца до промежуточной линзы и укажите плоскости, в которых возникают дифракционная картина и изображение структуры. Опишите последовательность действий с ПЭМ для перехода из режима микродифракции в режим, при котором на экране видно резкое, контрастное изображение структуры. В изображении фольги в ПЭМ наблюдаются два зерна, из которых одно заметно темнее другого. Как изменить контраст в их изображении на противоположный, не переходя в режим темного поля? Объясните принцип формирования светлопольного и темнопольного изображений в ПЭМ, пояснив ответ рисунком. Какие существуют способы определения толщины

			<p>фольги? Сравните их между собой по точности.</p> <p>15. На рисунках а) и б) показаны схемы электронограмм, полученных от сплава Ni-Al после закалки от разных температур. Чем различается структура этих сплавов?</p> <p>16. Как изменяют увеличение в РЭМ? Рассчитайте предельную величину полезного увеличения при получении изображения во вторичных электронах?</p> <p>17. Изображение во вторичных электронах (что называют вторичными электронами, какова их энергия, от чего и как зависит интенсивность их выхода, что можно в них изучать? Как детектируют вторичные электроны?</p> <p>18. При изучении не травленного шлифа литого сплава Al-5%(масс.)Cu в «поглощенных» электронах видны границы зерен, изображение которых темнее, чем изображение матрицы. Какое заключение об особенностях литой структуры можно сделать на основании этих данных?</p> <p>19. Нарисуйте форму области возбуждения рентгеновского излучения в РМА и укажите ее размеры.</p> <p>20. При расчете концентрации элемента в сплаве по результатам РМА необходимо вводить поправку на поглощение. Почему и как зависит ее абсолютная величина от среднего атомного номера образца, угла отбора рентгеновских лучей и ускоряющего напряжения?</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	Лабораторная работа Определение плотности дислокаций по уширению рентгеновской линии	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-3-У1;ПК-4-31;ПК-4-У1	По уширению рентгеновской линии определить характер распределения дислокаций и определить их плотность
P2	Лабораторная работа Построение линии ограниченной растворимости	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-3-У1;ПК-4-31	Прецизионное определение периода решетки методом эталона и построение границы растворимости в твердом состоянии
P3	Лабораторная работа Расчет электронограмм и определение пространственной ориентировки кристаллитов	ПК-1-33;ПК-1-У2;ПК-1-В2;ПК-3-32;ПК-3-У1	По полученной электронограмме определить ориентировку монокристалла
P4	Лабораторная работа Определение дислокаций по изображению полученному в ПЭИ	ПК-1-33;ПК-1-У2;ПК-1-В2;ПК-3-32;ПК-4-32	Определить плотность дислокация по фотографии полученной с помощью Просвечивающего электронного микроскопа.
P5	Домашнее задание по теме: Рентгеноспектральный микроанализ	ПК-1-32;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В2;ПК-4-У1	По данным микрорентгеноспектрального анализа определить химический состав образца

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

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

«Отлично»

Обучающийся демонстрирует:

- глубокие знания содержания изученной дисциплины во взаимосвязи с другими дисциплинами;
- способность использовать теоретические знания при выполнении практических заданий;
- аргументированные, исчерпывающие ответы на все вопросы по билету, а также дополнительные вопросы экзаменатора;
- умение выполнять и обосновывать решение практических заданий высокого уровня сложности;
- наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам;
- свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы

«Хорошо»

Обучающийся демонстрирует:

- знание основных терминов по содержанию изученной дисциплины;
- твердые знания теоретического материала;
- умение дать четкие ответы на поставленные вопросы;
- умение решать практические задания;
- владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины.

Допускаются незначительные неточности в ответах на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий

«Удовлетворительно»

Обучающийся демонстрирует:

- знания теоретического материала по изученной дисциплине;
- неполные ответы на основные вопросы, допуская ошибки в ответе; недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;
- неточные ответы на дополнительные вопросы;
- умение выполнять практические задания без грубых ошибок;
- недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины

«Неудовлетворительно»

Обучающийся демонстрирует:

- существенные пробелы в знаниях учебного материала;
- принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствие знаний и понимания основных терминов и определений;
- непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета;
- отсутствие навыка или существенные ошибки при выполнении практических заданий;
- незнание литературы, рекомендованной программой дисциплины

Оценка «неявка» студент не явился на экзамен (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	Портной В. К., Новиков А. И., Головин И. С.	Дефекты кристаллического строения металлов и методы их анализа: учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2015
Л1.2	Новиков И. И., Строганов Г. Б., Новиков А. И.	Металловедение, термообработка и рентгенография: Учебник для студ.металлург. и машиностроит. спец. вузов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1994
Л1.3	Горелик С. С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н.	Рентгенографический и электронно-оптический анализ: Учеб.пособие для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 1994

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Агеева Г. Н., Журавлева Н. С., Новиков И. И.	Металловедение, термическая обработка и рентгенография. Разд.: Металловедение: Лаб.практикум для студ. спец. 0404	Библиотека МИСиС	, 1984

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.2	Новиков И. И., Барсуков А. Д., Новиков И. И.	Металловедение и рентгенография: Лабораторный практикум для студентов спец. 0402, 0405к, 0635, 0403, 0408в	Библиотека МИСиС	, 1982
Л2.3	Варли Кирилл Владимирович, Скаков Юрий Александрович, Эпштейн Григорий Наумович, Скаков Юрий Александрович	Металловедение и рентгенография : Разд.: Прикладные методы рентгеноструктурного анализа: Учеб. пособие для спец. 11.08	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1988

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Домкин К. И.	Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий: методы и применение: монография	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
Л3.2	Скаков Юрий Александрович, Варли Кирилл Владимирович, Эпштейн Григорий Наумович, Скаков Юрий Александрович	Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: Разд.: Рентгенографические методы анализа: учеб. пособие для студ. спец. 0401, 0404, 0408	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1985
Л3.3	Дьяконова Н. П., Иванов А. Н.	Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: Разд.: Микрорентгеноспектральный анализ: метод. указания для выполнения дом. заданий 'Расчет концентраций элементов по данным MAP' для студ. спец. 11.01, 11.04, 11.05, 11.06, 11.07, 11.10, 11.04а	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1991

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	International Centre for Diffraction Data	http://www.icdd.com/
Э2	Inorganic Crystal Structure Database:	https://p1.misis.ru:5019/RPD/Index/1685435/%20http://www.fiz-karlsruhe.de/icsd.html
Э3	Научная электронная библиотека eLIBRARY	http://elibrary.ru/

6.3 Перечень программного обеспечения

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
К-08	Лаборатория рентгеноструктурного анализа:	диффрактометр рентгеновский порошковый Bruker D8 Advance с печью для проведения высокотемпературных исследований до 1200 С

К-308	Лаборатория микроскопии:	электронной	сканирующий электронный микроскоп TESCAN VEGA LMN с катодом LaB6 (СЭМ) с системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализа Oxford Instruments Advanced AZtecEnergy и системой дифракции обратно отраженных электронов. Используется для исследования микроструктуры материалов и сплавов, химического и фазового анализа состава сплавов. Просвечивающий электронный микроскоп JEOL JEM 2000-EX используется для анализа тонкой структуры материалов. Оптический микроскоп НЕОРНОТ-30 с системой поляризации и видео- и фотофиксации изображения для исследования микро-и макроструктуры материалов
К-317	Лаборатория		Световые металлографические микроскопы 16 шт. , пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования: доска, экран, комплект учебной мебели
К-304	Лаборатория		ультразвуковая ванна Lantech; защитный короб для работы с летучими веществами; отрезной станок Struers Accutom-2; дистиллятор Liston; шлифовально-полировальная установка Forcipol 1v; шлифовально-полировальная установка Struers Labopol-5; установка для финишного полирования; морозильная камера; установка для пробоподготовки для просвечивающей микроскопии Struers Tenopol; установка для анодирования/оксидирования/электролитической полировки; вытяжной шкаф 3 шт.; набор химических реагентов
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, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
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.
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, ПКс 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

1. Лекции читаются как установочные по каждому из разделов дисциплины.
2. На практических занятиях в форме дискуссии обсуждаются рефераты (домашние задания), подготовленные каждым студентом по заранее заданной преподавателем теме. Вопросы докладчику задает не только преподаватель, но и студенты. В процессе обсуждения доклада преподаватель задает вопросы не только докладчику, но и другим студентам.
3. Лекции и практические занятия проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint.
4. Домашнее задание (написание реферата) выполняется с использованием программ Word, Excel.
5. При выполнении домашнего задания студент самостоятельно находит необходимую по теме литературу, в том числе как минимум 2 источника на английском языке.