

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 биоматериалов и медицинских изделий

Закреплена за подразделением

Научно-образовательный центр биомедицинской инженерии

Направление подготовки

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Биоматериаловедение

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**12 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

432

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 2, 1

аудиторные занятия

180

самостоятельная работа

180

часов на контроль

72

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		2 (1.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП		
Неделя	18		18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Практические	72	72	108	108	180	180
Итого ауд.	72	72	108	108	180	180
Контактная работа	72	72	108	108	180	180
Сам. работа	108	108	72	72	180	180
Часы на контроль	36	36	36	36	72	72
Итого	216	216	216	216	432	432

Программу составил(и):

*к.тн, доцент, Щетинин Игорь Викторович*

Рабочая программа

**Методы исследования биоматериалов и медицинских изделий**

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-22-9.plx Биоматериаловедение, 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, Биоматериаловедение, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Научно-образовательный центр биомедицинской инженерии**

Протокол от 29.06.2022 г., №10

Руководитель подразделения Сенатов Фёдор Святославович, к.ф-м.н.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель освоения дисциплины – формирование компетенций в соответствии с учебным планом, а также изучение и решение практических задач по использованию возможностей дифракционных методов для анализа структуры материалов.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Защита интеллектуальной собственности	
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.3	Преддипломная практика	
2.2.4	Технологическое предпринимательство	

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

<b>ПК-2: Способен анализировать технологические процессы получения, обработки и их влияние на свойства материалов и изделий из них</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-2-31 Методы проведения структурного анализа материалов	
<b>ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-2-31 алгоритм организации выполнения работ в области рентгеноструктурного анализа	
<b>ПК-1: Способен обоснованно использовать знания о типовых технологических процессах, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки материалов и изделий из них в области материаловедения и технологии материалов</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-31 Правила работы с электронной конструкторско-технологической информацией	
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-1-31 современные представления о дифракции рентгеновского и других видов излучения	
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий</b>	
<b>Знать:</b>	
УК-1-31 роль и возможности структурных исследований	
<b>ПК-3: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, компьютерное моделирование, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям в области биоматериаловедения</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-3-31 роль и возможности структурных исследований	
<b>УК-2: Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</b>	
<b>Знать:</b>	
УК-2-31 необходимые для осуществления профессиональной деятельности физические основы взаимодействия рентгеновского излучения с веществом	
<b>ПК-2: Способен анализировать технологические процессы получения, обработки и их влияние на свойства материалов и изделий из них</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-2-У1 Производить структурный анализ материалов	

<b>ПК-3: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, компьютерное моделирование, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям в области биоматериаловедения</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-3-У1 использовать современные программы для структурного анализа, визуализации и анализа результатов структурных исследований кристаллических веществ
<b>ПК-1: Способен обоснованно использовать знания о типовых технологических процессах, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки материалов и изделий из них в области материаловедения и технологии материалов</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-1-У1 Выбирать технологическое оборудование для реализации типовых режимов термической и химико-термической обработки
<b>ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-2-У1 формулировать цели выполнения работ и предлагать пути их достижения, выбирать соответствующие программные продукты или их части для решения конкретных профессиональных задач
<b>УК-2: Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</b>
<b>Уметь:</b>
УК-2-У1 анализировать альтернативные методы решения профессиональных задач для достижения поставленных целей
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий</b>
<b>Уметь:</b>
УК-1-У1 подготавливать образцы для анализа фазового состава и структуры с помощью рентгеновских лучей и быстрых электронов
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 решать теоретические и практические типовые и системные задачи, связанных с профессиональной деятельностью
<b>ПК-3: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, компьютерное моделирование, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям в области биоматериаловедения</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-3-В1 опытом проведения структурных исследований, обработки и анализа результатов
<b>ПК-2: Способен анализировать технологические процессы получения, обработки и их влияние на свойства материалов и изделий из них</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 Навыками планирование и проведение периодического контроля технологических факторов типовых режимов обработки
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий</b>
<b>Владеть:</b>
УК-1-В1 умением устанавливать возможные причины формирования тех или иных физико-химических состояний и свойств изделий
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 умением устанавливать фазовый состав и тонкую структуру материалов в наноструктурном и микрокристаллическом состоянии
<b>ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-2-В1 навыками сбора исходных данных для проведения рентгеноструктурного анализа
<b>УК-2: Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</b>

<b>Владеть:</b>
УК-2-В1 методиками рентгеноструктурных исследований и выбирать их в зависимости от поставленной задачи
<b>ПК-1: Способен обоснованно использовать знания о типовых технологических процессах, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки материалов и изделий из них в области материаловедения и технологии материалов</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 навыками выбор способа термической или химико-термической обработки

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Введение. Постановка цели и задач курса.</b>							
1.1	Источники и детекторы рентгеновского излучения. Синхротронное излучение и лазеры на свободных электронах. Взаимодействие излучения с веществом, закон ослабления. /Пр/	1	8	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р1
1.2	Рентгеновская оптика. /Пр/	1	6	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-3-31	Л3.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р2
1.3	Кристаллография биомолекул и белков. /Пр/	1	10	УК-1-31 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-3-31	Л3.1 Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р3
1.4	Рентгеновская микротомография и птихография. /Пр/	1	10	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-3-31	Л3.1 Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р4
	<b>Раздел 2. Рассеяние рентгеновских лучей идеальным и реальным кристаллом</b>							

2.1	Рассеяние идеальным (бездефектным) кристаллом. Условия Лауэ. Методы РСА. Рассеяние кристалла с дефектами. Модель субструктуры. Влияние дефектов и дисперсности ОКР на ширину и профиль рентгеновских линий. /Пр/	1	8	УК-1-31 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р5
2.2	Основные характеристики профиля рентгеновской линии. Интенсивность отражений. Влияние фона на точность измерения в дифрактометрии. Методы снижения уровня фона (монохроматизация). /Пр/	1	2	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2Л1.1Л3.1 1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р6
2.3	Теоретический расчет дифрактограмм. Выбор условий съемки. /Пр/	1	6	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р7
2.4	Реализация метода Лауэ для определения ориентировки монокристалла. /Пр/	1	10	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-В1 ПК-3-31	Л3.1 Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р8
2.5	Малоугловое рассеяние рентгеновских лучей для исследования белков и биомолекул. /Пр/	1	12	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-В1 ПК-3-31	Л3.1 Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р9
2.6	Домашнее задание №1. Расчет дифракционного спектра фазы. /Ср/	1	27	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2		КМ1	

2.7	Домашнее задание №2. Определение ориентировки монокристалла. /Ср/	1	27	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-3-31	Л3.1 Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	
2.8	Домашнее задание №3. Исследование биомолекул методом малоуглового рассеяния. /Ср/	1	27	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-3-31	Л3.1 Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	
2.9	Подготовка к практическим занятиям раздела Рассеяние рентгеновских лучей /Ср/	1	27	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э2 Э4		КМ1	
<b>Раздел 3. Анализ структуры биоматериалов</b>								
3.1	Анализ структуры наноматериалов по интегральной ширине рентгеновской линии (метод «классической» аппроксимации) /Пр/	2	8	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р10
3.2	Анализ субструктуры наноматериалов по профилю двух линий (ГАПРЛ). Анализ субструктуры наноматериалов методом Фойгт-аппроксимации /Пр/	2	8	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р11
3.3	Анализ параметров субструктуры по интегральной ширине 2-х линий. /Пр/	2	8	УК-1-31 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р12

3.4	Анализ параметров субструктуры методом ГАПРЛ (Фойгт-аппроксимации). /Пр/	2	8	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р13
3.5	Структурный анализ биомолекул и белков /Пр/	2	20	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-3-31	Л3.1 Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р14
3.6	Домашнее задание №4. Анализ параметров субструктуры наноматериалов по профилю двух линий методом аппроксимации и ГАПРЛ. /Ср/	2	18	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	
3.7	Домашнее задание №5. Структурный анализ биомолекул с использованием ПО CrysAlis Pro. /Ср/	2	24	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-3-31	Л3.1 Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	
	<b>Раздел 4. Рентгеновский фазовый анализ</b>							
4.1	Рентгеновский фазовый анализ (качественный и количественный) с применением ПО. /Пр/	2	12	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р15



4.2	Качественный и количественный фазовый анализ с использованием программ PHAN и PHAN% (PDXL). /Пр/	2	12	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2		КМ1	P16
4.3	Домашнее задание №6. Рентгеновский фазовый анализ (качественный и количественный) с применением ПО. /Ср/	2	20	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2		КМ1	
4.4	Подготовка к занятиям по разделу РФА /Ср/	2	4	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э3		КМ1	
	<b>Раздел 5. Применение электронной микроскопии для исследования биоматериалов</b>							
5.1	Применение просвечивающей электронной микроскопии для анализа биоматериалов. /Пр/	2	10	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	P17
5.2	Особенности подготовка образцов для исследования в растровой электронной микроскопии биоматериалов. /Пр/	2	12	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	P18

5.3	Применение растровой электронной микроскопии для анализа биоматериалов. /Пр/	2	10	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р19
5.4	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям по ПЭМ и РЭМ /Ср/	2	6	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э4		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-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	<p>Рентгеновский дифрактометр. Оптическая схема. Достоинства и недостатки дифрактометрического метода регистрации дифракционной картины. Виды образцов для анализа. Определите размер наночастиц Ni в порошке; <math>a_{Ni} = 3,52 \text{ \AA}</math>. Излучение Cu, линия (311). Инструментальное уширение <math>b = 0,23</math> град., общее, исправленное на дублет, <math>B = 0,46</math> град. Профили линии на дифрактограмме удовлетворительно аппроксимируются функцией Гаусса (<math>B^2 = b^2 + \beta^2</math>). Микродеформацией решетки пренебречь.</p> <p>Оптическая схема просвечивающего электронного микроскопа. Основные характеристики микроскопов (разрешение, глубина резкости, поле зрения и пр.). Подготовка образцов. Достоинства и недостатки при исследовании наноматериалов.</p> <p>Смоделируйте дифрактограмму поликристаллического <math>\alpha\text{-Fe}</math>, снятую с использованием FeKa-излучения. Считайте, что для всех отражений <math> F/V\gamma ^2 = 60</math>.</p> <p>Применение метода Ритвельда для фазового анализа и определения параметров тонкой кристаллической структуры. Определение размера структурных элементов в наноматериалах, интервал допустимых значений.</p> <p>Выбрать метод анализа размера и морфологии частиц порошка, если их предполагаемый размер: а) ~1 нм; б) 10-50 нм; в) 1- 5 мкм. Для выбранного метода дать обоснование и кратко описать условия эксперимента.</p> <p>Рассеяние идеальным (бездефектным) кристаллом. Условия Лауэ. Уравнение Вульфа-Брэгга.</p> <p>Смоделируйте дифрактограмму смеси нанокристаллических фаз 40 об.% W и 60 об. % V, снятую с использованием CrKa-излучения. Считайте, что для всех отражений первой фазы <math> F/V\gamma ^2 = 600</math>, для второй – 50.</p> <p>Применение просвечивающей электронной микроскопии для анализа наноматериалов. Основные задачи метода. Подготовка образцов.</p> <p>Определите размер наночастиц Au порошке; <math>a_{Au} = 4,08 \text{ \AA}</math>. Излучение Cu-Ka, <math>\lambda = 1,54</math>, линия (311). Инструментальное</p>

			<p>уширение <math>b = 0,21</math> град., общее, исправленное на дублет, <math>B = 0,42</math> град. Профили линии на дифрактограмме удовлетворительно аппроксимируются функцией Гаусса (<math>B2=b2+beta2</math>). Микродеформацией решетки пренебречь.</p> <p>Оптическая схема просвечивающего электронного микроскопа. Основные характеристики микроскопов (разрешение, глубина резкости, поле зрения и пр.). Подготовка образцов. Достоинства и недостатки при исследовании наноматериалов.</p> <p>Рассеяние кристалла с дефектами. Модель субструктуры. Влияние дефектов и дисперсности ОКР на ширину и профиль рентгеновских линий. ( Дифрактограммы нанокристаллического порошка Ni сняты с использованием FeKa- и CuKa- излучений. В чем основные отличия этих дифрактограмм?</p> <p>Применение просвечивающей электронной микроскопии для анализа наноматериалов. Основные задачи метода. Подготовка образцов. Виды контраста изображения.</p> <p>Опишите алгоритм анализа уширения линий методом Фойгт-аппроксимации (как провести эксперимент, что произвести с зафиксированными линиями, какую систему уравнений решать?).</p> <p>Применение растровой электронной микроскопии для анализа наноматериалов. Достоинства и недостатки метода. Основные характеристики микроскопов. Подготовка образцов.</p> <p>Нанокристаллиты в исследуемом материале имеют анизотропную форму. Каким образом можно изучить указанную анизотропию?</p> <p>Оптическая схема растрового электронного микроскопа. Основные характеристики современных растровых электронных микроскопов. Подготовка образцов. Виды контраста.</p> <p>Применение метод Ритвельда для тонкой кристаллической структуры наноматериалов. Достоинства и недостатки.</p> <p>Рентгеновский качественный фазовый, включая анализ наноматериалов. Физические основы. Этапы анализа.</p> <p>Чувствительность анализа.</p> <p>Чувствительности рентгеновского качественного фазового анализа Факторы, затрудняющие качественный фазовый анализ.</p>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Источники и детекторы рентгеновского излучения. Синхротронное излучение и лазеры на свободных электронах. Взаимодействие излучения с веществом, закон ослабления.		Источники и детекторы рентгеновского излучения. Синхротронное излучение и лазеры на свободных электронах. Взаимодействие излучения с веществом, закон ослабления.
P2	Рентгеновская оптика.		Применение рентгеновских оптических устройств для формирования заданных параметров пучка.
P3	Кристаллография биомолекул и белков.		Основы кристаллографии, особенности кристаллографии биомолекул и белков
P4	Рентгеновская микротомография и птихография		Возможности рентгеновская микротомографии и птихографии

P5	Рассеяние идеальным (бездефектным) кристаллом. Условия Лауэ. Методы РСА. Рассеяние кристалла с дефектами. Модель субструктуры. Влияние дефектов и дисперсности ОКР на ширину и профиль рентгеновских линий.	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Рассеяние идеальным (бездефектным) кристаллом. Условия Лауэ. Методы РСА. Рассеяние кристалла с дефектами. Модель субструктуры. Влияние дефектов и дисперсности ОКР на ширину и профиль рентгеновских линий.
P6	Основные характеристики профиля рентгеновской линии. Интенсивность отражений. Влияние фона на точность измерения в дифрактометрии. Методы снижения уровня фона (монокроматизация).	ПК-2-31;ПК-2-В1;ПК-2-У1	Основные характеристики профиля рентгеновской линии. Интенсивность отражений. Влияние фона на точность измерения в дифрактометрии. Методы снижения уровня фона (монокроматизация).
P7	Теоретический расчет дифрактограмм. Выбор условий съемки	ПК-2-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1	Теоретический расчет дифрактограмм. Выбор условий съемки
P8	Реализация метода Лауэ для определения ориентировки монокристалла.	ПК-3-В1	Реализация метода Лауэ для определения ориентировки монокристалла.
P9	Малоугловое рассеяние рентгеновских лучей для исследования белков и биомолекул.		Малоугловое рассеяние рентгеновских лучей для исследования белков и биомолекул.
P10	Анализ структуры наноматериалов по интегральной ширине рентгеновской линии (метод «классической» аппроксимации)		Анализ структуры наноматериалов по интегральной ширине рентгеновской линии (метод «классической» аппроксимации)
P11	Анализ субструктуры наноматериалов по профилю двух линий (ГАПРЛ). Анализ субструктуры наноматериалов методом Фойгт-аппроксимации		Анализ субструктуры наноматериалов по профилю двух линий (ГАПРЛ). Анализ субструктуры наноматериалов методом Фойгт-аппроксимации

P12	Анализ параметров субструктуры по интегральной ширине 2-х линий.	ПК-1-31	Анализ параметров субструктуры по интегральной ширине 2-х линий.
P13	Анализ параметров субструктуры методом ГАПРЛ (Фойгт-аппроксимации).	ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31	Анализ параметров субструктуры методом ГАПРЛ (Фойгт-аппроксимации).
P14	Структурный анализ биомолекул и белков	ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-31	Структурный анализ биомолекул и белков
P15	Рентгеновский фазовый анализ (качественный и количественный) с применением ПО	ПК-3-У1;ПК-3-В1	Рентгеновский фазовый анализ (качественный и количественный) с применением ПО
P16	Качественный и количественный фазовый анализ с использованием программ PHAN и PHAN% (PDXL).		Качественный и количественный фазовый анализ с использованием программ PHAN и PHAN% (PDXL).
P17	Применение просвечивающей электронной микроскопии для анализа биоматериалов		Применение просвечивающей электронной микроскопии для анализа биоматериалов
P18	Особенности подготовка образцов для исследования в растровой электронной микроскопии биоматериалов		Особенности подготовка образцов для исследования в растровой электронной микроскопии биоматериалов
P19	Применение растровой электронной микроскопии для анализа биоматериалов	ПК-1-31	Применение растровой электронной микроскопии для анализа биоматериалов

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

В рамках курса предусмотрен экзамен.

Экзаменационный билет состоит из 2-х теоретических вопросов и задачи. Пример экзаменационного билета приведен в приложении.

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

Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене:

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	Панова Т. В.	Современные методы исследования вещества: электронная и оптическая микроскопия: учебное пособие	Электронная библиотека	Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2016
Л1.2	Горелик С. С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н.	Рентгенографический и электронно-оптический анализ: учеб. пособие для вузов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2002

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Кларк Э. Р., Эберхардт К. Н., Баженов С. Л.	Микроскопические методы исследования материалов: монография	Электронная библиотека	Москва: РИЦ Техносфера, 2007
Л2.2	Домкин К. И.	Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий: методы и применение: монография	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
Л2.3	Уманский Я. С., Скаков Ю. А., Иванов А. Н., Расторгуев Л. Н.	Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1982

**6.1.3. Методические разработки**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Векилова Г. В., Иванов А. Н., Ягодкин Ю. Д.	Дифракционные и микроскопические методы и приборы для анализа наночастиц и наноматериалов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2009

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

Э1	The Cambridge Structural Database (CSD)	<a href="https://www.ccdc.cam.ac.uk/solutions/csd-system/components/csd/">https://www.ccdc.cam.ac.uk/solutions/csd-system/components/csd/</a>
Э2	Springermaterials	<a href="https://materials.springer.com/">https://materials.springer.com/</a>
Э3	International Centre for Diffraction Data	<a href="http://www.icdd.com/">http://www.icdd.com/</a>
Э4	Научная электронная библиотека	eLIBRARY <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>

**6.3 Перечень программного обеспечения**

П.1	ESET NOD32 Antivirus
П.2	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.3	Microsoft Office
П.4	LMS Canvas
П.5	MS Teams
П.6	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr

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

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

И.8	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>
-----	---

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-413	Учебный комплекс по структурной диагностике и материаловедческой экспертизе неорганических материалов методами рентгеновской дифракции и электронной микроскопии:	проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютер преподавателя; компьютерный класс на 14 компьютеров, пакет лицензионных программ MS Office, комплект учебной мебели
Б-413	Учебный комплекс по структурной диагностике и материаловедческой экспертизе неорганических материалов методами рентгеновской дифракции и электронной микроскопии:	проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютер преподавателя; компьютерный класс на 14 компьютеров, пакет лицензионных программ MS Office, 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

При изучении курса "Дифракционные и микроскопические методы исследования" большое внимание следует уделить самостоятельной работе с учебниками, справочной литературой и текущими публикациями в ведущих российских и зарубежных журналах по рассматриваемым темам курса. Большую часть вопросов, возникающих в процессе самостоятельной подготовки, рекомендуется выносить для обсуждения на практических занятиях для наиболее полного понимания современных дифракционных и микроскопических методов.

Обучение проводится в один семестр и организуется в соответствии с настоящей программой. Самостоятельная работа студентов осуществляется и контролируется с помощью:

- вопросов для самоконтроля,
- трех домашних заданий.

Перед началом занятий студенты получают на текущий семестр календарный план проведения практических и лабораторных занятий, график выдачи и сдачи домашних заданий.

Для успешного освоения изучаемой дисциплины для студентов организуются еженедельные консультации преподавателей в компьютерном классе.

Для проведения лабораторных работ используется Учебный комплекс по структурной диагностике и материаловедческой экспертизе неорганических материалов методами рентгеновской дифракции и электронной микроскопии. А так же набор демонстрационных моделей кристаллических решеток.