

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 30.08.2023 16:32:09

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)

# Дифракционные и микроскопические методы

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Биомедицинские наноматериалы

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 2

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

38

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

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

Программу составил(и):

*ктн, доцент, Щетинин И.В.*

Рабочая программа

**Дифракционные и микроскопические методы**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, 22.04.01-ММТМ-23-8.plx Биомедицинские наноматериалы, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСиС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Биомедицинские наноматериалы, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСиС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра физического материаловедения**

Протокол от 18.04.2023 г., №8-04

Руководитель подразделения Савченко А.Г.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Сформировать компетенции, предусмотренные учебным планом; научить основам современных дифракционных и микроскопических методов исследования материалов, пониманию возможностей этих методов, их точности, чувствительности, локальности и применимости с целью изучения связи между составом, структурой и свойствами и контроля качества материалов в наноструктурном и микрокристаллическом состоянии.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Биофизика. Часть 1. Биофизика биологических процессов	
2.1.2	Иностранный язык	
2.1.3	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.4	Основы органической химии	
2.1.5	Основы химии высокомолекулярных соединений	
2.1.6	Теория фаз и фазовых превращений	
2.1.7	Учебная практика	
2.1.8	Физические свойства наноматериалов	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Бионаномедицина	
2.2.2	Медицинская химия	
2.2.3	Основы клеточной биологии	
2.2.4	Основы нанохимии	
2.2.5	Спектроскопические и зондовые методы	
2.2.6	Фармацевтическая химия	
2.2.7	Физические методы исследования материалов	
2.2.8	Химические основы биологических процессов	
2.2.9	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

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

<b>ПК-3: Способен планировать экспериментальные исследования и разработку наноструктурированных лекарственных средств различного назначения</b>
<b>Знать:</b>
ПК-3-31 закономерности взаимодействия оптического и электронного излучения для интерпретации и анализа дифракционных спектров, полученных при различных условиях съемки
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-1-31 современные представления о дифракции рентгеновского и других видов излучения
<b>УК-4: Способен эффективно функционировать в национальном и международном коллективах в качестве члена или лидера команды, применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</b>
<b>Знать:</b>
УК-4-31 современные коммуникативные технологии для работы в национальных и международных коллективах
<b>ПК-3: Способен планировать экспериментальные исследования и разработку наноструктурированных лекарственных средств различного назначения</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-3-У1 выбирать и реализовывать методы анализа, для изучения фазового состава, а также структуры, включая тонкую структуру материала, 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 и знаний в междисциплинарных областях</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 решать теоретические и практические типовые и системные задачи, связанных с профессиональной

деятельностью
<b>УК-4: Способен эффективно функционировать в национальном и международном коллективах в качестве члена или лидера команды, применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</b>
<b>Уметь:</b>
УК-4-У1 работать в команде для выполнения поставленных профессиональных и академических задач
<b>Владеть:</b>
УК-4-В1 навыками самостоятельной работы с литературой, в том числе и на иностранном языке, для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах, объяснения их применения в практических ситуациях;
<b>ПК-3: Способен планировать экспериментальные исследования и разработку наноструктурированных лекарственных средств различного назначения</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-3-В1 давать рекомендации по выбору обработки с целью формирования благоприятного структурно-фазового состояния
<b>УК-4: Способен эффективно функционировать в национальном и международном коллективах в качестве члена или лидера команды, применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</b>
<b>Владеть:</b>
УК-4-В2 навыками логического творческого и системного мышления.
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 умением устанавливать фазовый состав и тонкую структуру материалов в наноструктурном и микрокристаллическом состоянии
ОПК-1-В2 умением устанавливать возможные причины формирования тех или иных физико-химических состояний и свойств изделий;

#### 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. Раздел 1. Рассеяние рентгеновских лучей идеальным и реальным кристаллом.</b>							
1.1	Теоретический расчет дифрактограмм. Выбор условий съемки. /Лаб/	2	2	УК-4-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.4 Л1.1 Э5 Э6			
1.2	Рассеяние идеальным (бездефектным) кристаллом. Условия Лауэ. Основные характеристики профиля рентгеновской линии. Интенсивность отражений. /Пр/	2	1	УК-4-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-3-31	Л1.1 Л1.4 Л1.1Л2.4Л3. 2 Э5			
1.3	Рассеяние кристалла с дефектами. Модель субструктуры. Влияние дефектов и дисперсности ОКР на ширину и профиль рентгеновских линий. /Пр/	2	2	УК-4-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В2 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.4 Л1.1Л2.4			
1.4	Домашнее задание №1. Расчет дифракционного спектра фазы. /Ср/	2	8	УК-4-В1 УК-4-В2 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.1Л3.1 Э6			

	<b>Раздел 2. Раздел 2. Анализ структуры наноматериалов по уширению дифракционных линий.</b>							
2.1	Комплексная работа. Анализ параметров тонкой структуры по ширине дифракционных линий. /Лаб/	2	4	УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-4-В2 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.2 Л1.1 Л1.1Л3.2 Э1			
2.2	Анализ структуры наноматериалов по интегральной ширине рентгеновской линии (метод «классической» аппроксимации). /Пр/	2	1	УК-4-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.2 Л1.1 Л1.1 Э1			
2.3	Анализ структуры наноматериалов по профилю двух линий (ГАПРЛ). Анализ субструктуры наноматериалов методом Фойгт-аппроксимации. /Пр/	2	1	УК-4-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.2 Л1.1 Л1.1 Э2			
2.4	Рентгеноструктурный анализ поверхностного слоя. Толщина эффективно поглощающего слоя. Другие методы анализа уширения дифракционных линий. /Пр/	2	2	УК-4-В1 УК-4-В2 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2 Л1.1 Л1.1 Э3			
2.5	Домашнее задание №2. Анализ параметров субструктуры по профилю двух линий методом аппроксимации и ГАПРЛ. /Ср/	2	4	УК-4-В1 УК-4-В2 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.2 Л1.1 Л1.1Л2.4 Э3			
	<b>Раздел 3. Раздел 3. Рентгеновский фазовый анализ.</b>							
3.1	Качественный и количественный фазовый анализ с использованием программ PHAN и PHAN%. /Лаб/	2	4	УК-4-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-3-31	Л1.1 Л1.3 Л1.1Л3.1			
3.2	Рентгеновский фазовый анализ (качественный и количественный) с применением ЭВМ. Комплексный анализ фазового состава и параметров тонкой структуры методом Ритвельда. /Пр/	2	4	УК-4-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.3 Л1.1Л2.4Л3.1 Э5 Э6			
3.3	Домашнее задание №3. Рентгеновский фазовый анализ (качественный и количественный) с применением ПО. /Ср/	2	6	УК-4-В1 УК-4-В2 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.3 Л1.1Л3.1 Э6			
	<b>Раздел 4. Раздел 4. Применение микроскопии для исследования материалов.</b>							

4.1	Комплексная работа. Современная оптическая и электронная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. /Лаб/	2	7	УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-4-В2 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В2 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.1Л3.2 Э4 Э5			
4.2	Оптическая микроскопия. /Пр/	2	1	УК-4-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1Л1.1 Л1.1			
4.3	Растровая электронная микроскопия. /Пр/	2	1	УК-4-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.1Л2.1 Л1.1			
4.4	Просвечивающая электронная микроскопия. /Пр/	2	2	УК-4-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.1			
4.5	Атомно-силовая микроскопия. /Пр/	2	2	УК-4-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.1 Л1.1 Э5			
4.6	Неразрушающий контроль с помощью дифракционных методов. Решение комплексных задач. /Ср/	2	4	УК-4-31 УК-4-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.1 Л1.4 Л1.1Л2.4 Э4 Э5			
4.7	подготовка к экзамену по курсу /Ср/	2	16	УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-4-В2 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.1Л2.1 Л2.4Л3.1 Л3.2 Э5 Э6		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	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;УК-4-31;УК-4-У1;УК-4-В1;УК-4-В2;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_{яч} ^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_{яч} ^2 = 600</math>, для второй – 50.</p> <p>Применение просвечивающей электронной микроскопии для анализа наноматериалов. Основные задачи метода. Подготовка образцов.</p> <p>Метод поликристалла. Схема интерференции в обратном пространстве.</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 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>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>Рассеяние кристалла с дефектами. Модель субструктуры. Влияние дефектов и дисперсности ОКР на ширину и профиль рентгеновских линий. 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. Чувствительность анализа.</p> <p>Каково разрешение современных просвечивающих и растровых электронных микроскопов? Чем можно объяснить более высокое разрешение электронной микроскопии по сравнению со световой? Чувствительности рентгеновского качественного фазового анализа Факторы, затрудняющие качественный фазовый анализ.</p> <p>Рентгеновский качественный фазовый, включая анализ наноматериалов. Фазовый анализ с применением ПК. Физические основы. Этапы анализа. Факторы, затрудняющие качественный</p>
-----	---------	---	--

фазовый анализ. Чувствительности метода.			
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	Домашнее задание №1. Расчет дифракционного спектра фазы.	ОПК-1-У1;ОПК-1-31	Рассчитать дифракционный спектр фазы, полученный при симметричной съемки поликристаллического образца.
P2	Домашнее задание №2. Анализ параметров субструктуры по профилю двух линий методом аппроксимации и ГАПРЛ.	УК-4-В1;ПК-3-31;ОПК-1-31	Проанализировать параметры субструктуры по профилю двух линий методами аппроксимации и ГАПРЛ.
P3	Домашнее задание №3. Рентгеновский фазовый анализ (качественный и количественный) с применением ПО	ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ПК-3-У1	При помощи компьютерных программ провести качественный и количественный рентгеновский фазовый анализ поликристаллического образца.

### 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	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



	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.3	Мильвидский А. М., Бублик В. Т.	Методы исследования структур кристаллов. Фазовый анализ и прецизионные измерения параметра решетки: Лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2005
Л1.4	Брандон Д., Каплан У., Баженов С. Л., Егорова С. В.	Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: учеб. пособие для студ. напр. 'Прикладные математика и физика': пер. с англ.	Библиотека МИСиС	М.: Техносфера, 2004

### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Домкин К. И.	Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий: методы и применение: монография	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
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.: Metallurgy, 1982
Л2.3	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
Л2.4	Кекало И. Б.	Атомная структура аморфных сплавов и ее эволюция: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Физ. материаловедение'	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2006

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Монина Л. Н.	Рентгенография. Качественный рентгенофазовый анализ: учебное пособие	Электронная библиотека	Тюмень: Тюменский государственный университет, 2016
Л3.2	Кекало И. Б., Шуваева Е. А.	Аморфные нано- и микрокристаллические магнитные материалы: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов напр. Физ. материаловедение и спец. Наноматериалы	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2008

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

Э1	Сайт о нанотехнологиях в России	<a href="http://www.nanoware.ru">http://www.nanoware.ru</a>
Э2	Интернет-журнал о нанотехнологиях	<a href="http://www.nanodigest.ru">http://www.nanodigest.ru</a>
Э3	Российский электронный НАНОЖУРНАЛ	<a href="http://www.nanorf.ru">http://www.nanorf.ru</a>
Э4	Springer materials	<a href="https://materials.springer.com/">https://materials.springer.com/</a>
Э5	Научная электронная библиотека	eLIBRARY <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>
Э6	International Centre for Diffraction Data	<a href="http://www.icdd.com/">http://www.icdd.com/</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	ESET NOD32 Antivirus
П.4	Win Pro 10 32-bit/64-bit

П.5	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>	
И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.3	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a>
И.4	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	Учебная аудитория	проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютер преподавателя; компьютерный класс на 14 компьютеров, пакет лицензионных программ MS Office, комплект учебной мебели
Б-413	Учебная аудитория	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 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.

Контрольные работы проводятся в часы практических занятий.

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.