

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)

# Дифракционные и микроскопические методы

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):

*к.тн, доцент, Щетинин Игорь Викторович; ст.преп., Захарова Елена Александровна*

Рабочая программа

**Дифракционные и микроскопические методы**

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	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.ДВ.30
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Введение в органическую электронику	
2.1.2	Высокотемпературные материалы	
2.1.3	Инструментальные стали	
2.1.4	Компьютерное моделирование материалов и процессов	
2.1.5	Математические методы моделирования физических процессов	
2.1.6	Металловедение сварки	
2.1.7	Наноструктурные термоэлектрики	
2.1.8	Проблемы нанотехнологий	
2.1.9	Структура и свойства функциональных наноматериалов	
2.1.10	Технология термической обработки	
2.1.11	Физика дифракции	
2.1.12	Функциональные материалы электроники	
2.1.13	Материалы для биомедицины	
2.1.14	Междисциплинарные задачи материаловедения	
2.1.15	Методы испытания магнитных материалов	
2.1.16	Мехатроника	
2.1.17	Наноматериалы в современной твердотельной электронике	
2.1.18	Порошковая металлургия и процессы обработки материалов	
2.1.19	Спектрофотометрические методы оценки качества кристаллов	
2.1.20	Физика и техника высоких давлений	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Алмазные поликристаллические материалы	
2.2.2	Гибридные наноструктурные материалы	
2.2.3	Магнитные свойства функциональных материалов	
2.2.4	Магнитотвердые материалы: технологии получения и обработки	
2.2.5	Медицинская химия	
2.2.6	Металловедение реакторных материалов	
2.2.7	Нелинейные кристаллы	
2.2.8	Солнечная энергетика	
2.2.9	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.10	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.11	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.13	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.14	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.15	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.16	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

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

**ПК-5: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов при разработке технологии производства материалов различного назначения**

**Знать:**

ПК-5-32 закономерности взаимодействия оптического и электронного излучения для интерпретации и анализа

дифракционных спектров, полученных при различных условиях съемки;
ПК-5-31 современные представления о дифракции рентгеновского и других видов излучения;
<b>Уметь:</b>
ПК-5-У2 выбирать и реализовывать методы анализа, для изучения фазового состава, а также структуры, включая тонкую структуру материала, с помощью рентгеновских лучей и быстрых электронов;
ПК-5-У1 подготавливать образцы для анализа фазового состава и структуры с помощью рентгеновских лучей и быстрых электронов;
<b>Владеть:</b>
ПК-5-В2 навыками самостоятельной работы с литературой для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах, объяснения их применения в практических ситуациях;
ПК-5-В1 умением устанавливать фазовый состав и тонкую структуру материалов в наноструктурном и микрокристаллическом состоянии;

#### 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	Источники и детекторы рентгеновского излучения. Синхротронное излучение. Взаимодействие излучения с веществом, закон ослабления. /Лаб/	10	2	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.3			
1.2	Рассеяние идеальным (бездефектным) кристаллом. /Пр/	10	2	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-В2	Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.3Л3.2 Э5			
1.3	Рассеяние кристалла с дефектами. Модель субструктуры. Расчет количества дефектов и дисперсности ОКР по ширине профиля рентгеновских линий. /Пр/	10	4	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-В2	Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.3			
1.4	Теоретический расчет дифрактограмм. Выбор условий съемки. /Лаб/	10	2	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У2 ПК-5-В2	Л1.1 Л1.4 Л1.5Л3.1 Э5 Э6			
1.5	Домашнее задание №1. Расчет дифракционного спектра фазы. /Ср/	10	8	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У2 ПК-5-В2	Л1.1 Л1.5Л3.1 Э6			Р1
1.6	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям раздела: Рассеяние рентгеновских лучей идеальным и реальным кристаллом /Ср/	10	4	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У2 ПК-5-В2	Л1.2 Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л3.2 Э5 Э6			
	<b>Раздел 2. Раздел 2 Анализ структуры материалов по уширению дифракционных линий</b>							
2.1	Анализ структуры материалов по интегральной ширине рентгеновской линии (метод «классической» аппроксимации) /Пр/	10	2	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-В2	Л1.2 Л1.1 Л1.5Л2.3Л3.2			

2.2	Анализ параметров субструктуры методом ГАПРЛ (Фойгт-аппроксимации). /Пр/	10	4	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-В2	Л1.2 Л1.1 Л1.5			
2.3	Домашнее задание №2. Анализ параметров субструктуры материалов по профилю двух линий методом аппроксимации и ГАПРЛ. /Ср/	10	6	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-В2	Л1.1 Л1.5Л2.3			Р2
2.4	Подготовка к практическим занятиям по разделу: Анализ структуры материалов по уширению дифракционных линий /Ср/	10	2	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У2 ПК-5-В2	Л1.1 Л1.5Л2.3 Э5			
	<b>Раздел 3. Раздел 3. Рентгеновский фазовый анализ.</b>							
3.1	Рентгеновский фазовый анализ (качественный и количественный) с применением ПО. Комплексный анализ фазового состава и параметров тонкой структуры методом Ритвельда. /Пр/	10	8	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У2 ПК-5-В2	Л1.1 Л1.3 Л1.5Л2.3Л3. 1 Э5 Э6			
3.2	Качественный и количественный фазовый анализ с использованием программ PHAN и PHAN%. /Лаб/	10	2	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У1 ПК-5-У2 ПК-5-В2	Л1.1 Л1.3 Л1.5Л3.1			
3.3	Качественный и количественный фазовый анализ с использованием программ PDXL. /Лаб/	10	2	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У1 ПК-5-У2 ПК-5-В2	Л1.2 Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.3Л3. 1 Э6			
3.4	Домашнее задание №3. Рентгеновский фазовый анализ (качественный и количественный) с применением ПО. /Ср/	10	6	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У1 ПК-5-У2 ПК-5-В2 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.3 Л1.5Л3.1 Э6			
3.5	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям раздела: Рентгеновский фазовый анализ /Ср/	10	4	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У1 ПК-5-У2 ПК-5-В2 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.3Л3. 1 Э5 Э6			
	<b>Раздел 4. Раздел 4. Применение микроскопии для исследования материалов.</b>							
4.1	Применение просвечивающей электронной микроскопии для анализа материалов. /Пр/	10	4	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.5			
4.2	Применение растровой электронной микроскопии для анализа материалов. /Пр/	10	4	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.5Л2.1			
4.3	Неразрушающий контроль с помощью дифракционных методов. Решение комплексных задач. /Пр/	10	6	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У2 ПК-5-В2 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.3 Э2 Э4 Э5			

4.4	Комплексная работа. Современная оптическая и электронная микроскопия. /Лаб/	10	3	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У2 ПК-5-В2	Л1.1 Л1.5Л2.1Л3.2 Э4 Э5			
4.5	Просвечивающая электронная микроскопия. /Лаб/	10	4	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У1 ПК-5-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.5			
4.6	Растровая электронная микроскопия. /Лаб/	10	2	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У1 ПК-5-У2 ПК-5-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л1.1			
4.7	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям раздела: Применение микроскопии для исследования материалов. /Ср/	10	9	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У1 ПК-5-У2 ПК-5-В2 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э2 Э4 Э5			
4.8	подготовка к экзамену по курсу /Ср/	10	18	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У1 ПК-5-У2 ПК-5-В2 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э5 Э6			

### 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-5-31;ПК-5-32;ПК-5-У1;ПК-5-У2;ПК-5-В1;ПК-5-В2	<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_{\text{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) <math>\sim 1</math> 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_{\text{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</p> <p>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>
-----	---------	---	--

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Домашнее задание №1. Расчет дифракционного спектра фазы.	ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-5-В2	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.	ПК-5-В2;ПК-5-У2;ПК-5-32	Проанализировать параметры субструктуры по профилю двух линий методами аппроксимации и ГАПРЛ.
P3	Домашнее задание №3. Рентгеновский фазовый анализ (качественный и количественный) с применением ПО	ПК-5-В2;ПК-5-В1;ПК-5-У2;ПК-5-32	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 «неявка» – 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 (ОмГУ), 2016
Л1.2	Векилова Галина Владимировна, Иванов А. Н., Ягодкин Юрий Дмитриевич	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 Андрей Михайлович, Бублик Владимир Тимофеевич	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
Л1.5	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	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.: Металлургия, 1982
Л2.3	Кекало Игорь Борисович	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 Игорь Борисович, Шуваева Евгения Александровна	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	Springermaterials	<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.