

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 28.08.2023 12:50:32

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 спектроскопические методы исследования твердых тел

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

03.04.02 ФИЗИКА

Профиль

Физика конденсированного состояния

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 2

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	17			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*ктн, доцент, Щетинин Игорь Викторович*

Рабочая программа

**Дифракционные и спектроскопические методы исследования твердых тел**

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 03.04.02 ФИЗИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

03.04.02 ФИЗИКА, 03.04.02-МФ3-23-1.plx Физика конденсированного состояния, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

03.04.02 ФИЗИКА, Физика конденсированного состояния, 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 Саввченко А.Г.

**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.03
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Атомно-кристаллическая структура твердых фаз	
2.1.2	Компьютерное моделирование в физическом материаловедении	
2.1.3	Магнитные материалы	
2.1.4	Методы теории электронной структуры твердых тел	
2.1.5	Неравновесные конденсированные системы часть 1	
2.1.6	Специальный физический практикум	
2.1.7	Фазовое равновесие в многокомпонентных системах	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Инженерия поверхности	
2.2.2	История и методология физики	
2.2.3	Наночастицы и наноматериалы	
2.2.4	Радиационная обработка поверхности	
2.2.5	Термодинамическое моделирование химических процессов в многокомпонентных гетерогенных системах	
2.2.6	Тонкопленочные материалы	
2.2.7	Физика дифракции	
2.2.8	Экспериментальные методы в физике магнетизма	
2.2.9	Электронные свойства неравновесных материалов	
2.2.10	Научно-педагогическая практика	
2.2.11	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.12	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

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

<b>ПК-1: Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов научных исследований в области физики конденсированных состояний</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-31 закономерности взаимодействия оптического и электронного излучения для интерпретации и анализа дифракционных спектров, полученных при различных условиях съемки;	
<b>ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания в области физики, знания в междисциплинарных областях для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-1-32 современные представления о дифракции рентгеновского и других видов излучения;	
ОПК-1-31 роль и возможности структурных исследований	
<b>ПК-1: Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов научных исследований в области физики конденсированных состояний</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-1-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 применять фундаментальные знания в области физики, знания в междисциплинарных областях для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности</b>	
<b>Уметь:</b>	
ОПК-1-У1 использовать современные программы для структурного анализа, визуализации и анализа результатов структурных исследований кристаллических веществ	

<b>ПК-1: Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов научных исследований в области физики конденсированных состояний</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-1-У2 подготавливать образцы для анализа фазового состава и структуры с помощью рентгеновских лучей и быстрых электронов;
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 умением устанавливать фазовый состав и тонкую структуру материалов в кристаллическом, наноструктурном и микрокристаллическом состоянии;
<b>ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания в области физики, знания в междисциплинарных областях для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 опытом проведения структурных исследований и анализа результатов

#### 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. Взаимодействие излучения с веществом, закон ослабления. /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.4Л3.1 Э3		КМ1	
	<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. /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.4		КМ1	
2.2	Основные характеристики профиля рентгеновской линии. Интенсивность отражений. Влияние фона на точность измерения в дифрактометрии. Методы снижения уровня фона (монохроматизация). /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.4Л3.1		КМ1	
2.3	Теоретический расчет дифрактограмм. Выбор условий съемки. /Пр/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-У2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4Л3.1		КМ1	Р1
2.4	Домашнее задание №1. Расчет дифракционного спектра фазы. /Ср/	2	8	ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4 Э1 Э2 Э4		КМ1	Р2
2.5	Подготовка к практическому занятию по разделу /Ср/	2	6	ОПК-1-32 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э3		КМ1	Р3

	<b>Раздел 3. Анализ структуры материалов по уширению дифракционных линий</b>							
3.1	Анализ структуры материалов по интегральной ширине рентгеновской линии (метод «классической» аппроксимации) /Лек/	2	2	ОПК-1-32 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2		КМ1	
3.2	Анализ субструктуры материалов по профилю двух линий (ГАПРЛ). Анализ субструктуры материалов методом Фойгт-аппроксимации /Лек/	2	2	ОПК-1-32 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2		КМ1	
3.3	Анализ параметров субструктуры по интегральной ширине 2-х линий. /Пр/	2	2	ОПК-1-32 ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л3.1		КМ1	Р4
3.4	Анализ параметров субструктуры методом ГАПРЛ (Фойгт-аппроксимации). /Пр/	2	4	ОПК-1-32 ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2		КМ1	Р5
3.5	Домашнее задание №2. Анализ параметров субструктуры материалов по профилю двух линий методом аппроксимации и ГАПРЛ. /Ср/	2	18	ОПК-1-32 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2		КМ1	Р6
3.6	Подготовка к практическому занятию по разделу /Ср/	2	6	ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2 Э2 Э3		КМ1	Р7
	<b>Раздел 4. Рентгеновский фазовый анализ</b>							
4.1	Рентгеновский фазовый анализ (качественный и количественный) с применением ПО. /Лек/	2	3	ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ1	
4.2	Качественный и количественный фазовый анализ с использованием программ PHAN и PHAN% (PDXL). /Пр/	2	4	ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2		КМ1	Р8
4.3	Домашнее задание №3. Рентгеновский фазовый анализ (качественный и количественный) с применением ПО. /Ср/	2	14	ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2		КМ1	Р9
4.4	Подготовка к практическому занятию по разделу. /Ср/	2	4	ОПК-1-32 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э3 Э4		КМ1	Р10
4.5	Подготовка к контрольной работе 1 по теме применение дифракции рентгеновских лучей /Ср/	2	6	ОПК-1-32 ПК-1-31 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1			Р14
	<b>Раздел 5. Применение электронной микроскопии для исследования материалов</b>							

5.1	Применение просвечивающей электронной микроскопии для анализа материалов. /Лек/	2	2	ОПК-1-32 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.1 1 Э2 Э3		КМ2	
5.2	Применение растровой электронной микроскопии для анализа материалов. /Лек/	2	2	ОПК-1-32 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3		КМ2	
5.3	Применение растровой электронной микроскопии для анализа материалов. /Пр/	2	5	ОПК-1-32 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Э3		КМ2	Р11
5.4	Подготовка к контрольной работе 2 по теме Применение электронной микроскопии /Ср/	2	6	ОПК-1-32 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1		КМ2	Р12
5.5	Подготовка к практическому занятию по разделу /Ср/	2	6	ОПК-1-32 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3		КМ2	Р13

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа 1 по теме "Применение дифракции рентгеновских лучей".	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ПК-1-31;ПК-1-У1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как подготовить образец для фазового анализа?</li> <li>2. В каком диапазоне углов дифракции <math>2\theta</math> регистрируется дифракционный спектр образца для фазового анализа? Как подготовить полученный спектр для автоматизированного анализа в программе PDXL?</li> <li>3. С чем связано требование к точности определения <math>d/n</math>?</li> <li>4. Какая информация содержится в банке фаз ICDD - PDF о каждой фазе?</li> <li>5. Как можно верифицировать результаты анализа?</li> <li>6. Перечислите параметры подгонки спектров и их влияние на линии модельного спектра (угловое положение, ширина, интенсивность)?</li> <li>7. Какие из параметров обязательно варьируются при подгонке модельного ДС к экспериментальному?</li> <li>8. Чем определяется максимально возможное количество подгоняемых параметров?</li> <li>9. Как можно верифицировать результаты анализа?</li> <li>10. Почему усложняется проведение фазового анализа образца, в котором есть текстура?</li> <li>11. Каковы систематические погрешности при количественном фазовом анализе? Можно ли их устранить, не изменяя состояние образца?</li> </ol>

КМ2	Контрольная работа 2 по теме "Применение электронной микроскопии".	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ПК-1-31;ПК-1-У1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие величины электрического напряжения применяются в сканирующем электронном микроскопе, для каких целей?</li> <li>2. Какими должны быть величины давления остаточных газов в электронно-оптической системе и вакуумной камере микроскопа? С чем связаны подобные требования к вакууму?</li> <li>3. Какие виды излучения могут возникать при взаимодействии электронного пучка с веществом?</li> <li>4. Каковы энергии и глубина выхода вторичных электронов? Какого типа контраст получается при их регистрации?</li> <li>5. Как устроен детектор вторичных электронов Эверхарта-Торнли?</li> <li>6. Почему накопление электрического заряда на поверхности образца негативно сказывается на получении изображения в СЭМ?</li> <li>7. Какие методы наблюдения диэлектрических образцов в СЭМ вам известны?</li> <li>8. Как определяется величина увеличения СЭМ?</li> <li>9. Что такое пространственное разрешение сканирующего электронного микроскопа?</li> <li>10. Какие основные факторы лимитируют пространственное разрешение сканирующего электронного микроскопа?</li> <li>11. Как связана величина ускоряющего напряжения с пространственным разрешением сканирующего электронного микроскопа?</li> <li>12. Какие электроны называются обратно-рассеянными?</li> <li>13. Каков механизм возникновения характеристического рентгеновского излучения в СЭМ?</li> <li>14. Почему обратно-рассеянные электроны несут информацию о композиционном составе образца? <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что понимают под структурой материалов?</li> <li>2. Какие показатели включает в себя макро-, микро- и тонкая структура материалов?</li> <li>3. Каков принцип работы электронных микроскопов?</li> <li>4. Как устроен просвечивающий электронный микроскоп?</li> <li>5. В чем особенности конструкции и принципа действия электронного просвечивающего микроскопа по сравнению с оптическим?</li> <li>6. Каковы основные характеристики оптических систем микроскопов?</li> <li>7. Что понимают под разрешением микроскопа?</li> <li>8. Как определяют увеличение электронного просвечивающего микроскопа?</li> <li>9. На чем основаны прямой, косвенный и полупрямой методы исследования в ПЭМ?</li> <li>10. Каковы основные методики препарирования объектов для исследования в ПЭМ?</li> <li>11. Каким образом подготавливают образцы для исследования в РЭМ?</li> <li>12. Как формируется контраст изображения в методике реплик в ПЭМ?</li> <li>13. Укажите основные задачи, решаемые при исследовании структуры с помощью ПЭМ.</li> <li>14. На регистрации каких видов излучения, формирующихся при взаимодействии электронного луча с поверхностью материала, основана растровая (сканирующая) электронная микроскопия?</li> <li>15. Регистрация какого из видов излучения обеспечивает наибольшее разрешение?</li> <li>16. Какой из видов излучения используется для получения информации о рельефе тонкого поверхностного слоя?</li> <li>17. Как устроен просвечивающий электронный микроскоп?</li> <li>18. В чем особенности конструкции и принципа действия электронного просвечивающего микроскопа по сравнению с оптическим?</li> <li>19. Каковы основные характеристики оптических систем микроскопов?</li> <li>20. Как определяют увеличение электронного просвечивающего</li> </ol> </li> </ol>
-----	--	-----------------------------------	--

			микроскопа? 21. Каким образом подготавливают образцы для исследования в ПЭМ? 22. Как формируется контраст изображения в методике реплик в ПЭМ? 23. Укажите основные задачи, решаемые при исследовании структуры с помощью ПЭМ. 24. В чем основные преимущества РЭМ по сравнению с ПЭМ?
<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	Теоретический расчет дифрактограмм. Выбор условий съемки.	ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ПК-1-31	Теоретический расчет дифрактограмм. Выбор условий съемки.
P2	Домашнее задание №1. Расчет дифракционного спектра фазы.	ОПК-1-У1;ПК-1-У1	Расчет дифракционного спектра фазы по индивидуальному заданию.
P3	Подготовка к практическому занятию по разделу.	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ПК-1-31	Подготовка к практическому занятию по разделу "Рассеяние рентгеновских лучей идеальным и реальным кристаллом".
P4	Анализ параметров субструктуры по интегральной ширине 2-х линий.	ОПК-1-32	Анализ параметров субструктуры по интегральной ширине 2-х линий.
P5	Анализ параметров субструктуры методом ГАПРЛ (Фойгт-аппроксимации).	ОПК-1-32;ПК-1-У1	Анализ параметров субструктуры методом ГАПРЛ (Фойгт-аппроксимации).
P6	Домашнее задание №2. Анализ параметров субструктуры материалов по профилю двух линий методом аппроксимации и ГАПРЛ.	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ПК-1-31;ПК-1-У1	Анализ параметров субструктуры материалов по профилю двух линий методом аппроксимации и ГАПРЛ по индивидуальному заданию.
P7	Подготовка к практическому занятию по разделу "Анализ структуры материалов по уширению".	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ПК-1-31	Подготовка к практическому занятию по разделу "Анализ структуры материалов по уширению".
P8	Качественный и количественный фазовый анализ с использованием программ PHAN и PHAN% (PDXL).	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-У1	Качественный и количественный фазовый анализ с использованием программ PHAN и PHAN% (PDXL).
P9	Домашнее задание №3. Рентгеновский фазовый анализ (качественный и количественный) с применением ПО.	ОПК-1-В1;ПК-1-В1;ПК-1-У2;ПК-1-У1;ПК-1-31	Рентгеновский фазовый анализ (качественный и количественный) с применением ПО по индивидуальному заданию.
P10	Подготовка к практическому занятию по разделу "Рентгеновский фазовый анализ".	ОПК-1-31;ОПК-1-32	Подготовка к практическому занятию по разделу "Рентгеновский фазовый анализ".



P11	Применение растровой электронной микроскопии для анализа материалов.	ОПК-1-32;ПК-1-31	Применение растровой электронной микроскопии для анализа материалов.
P12	Подготовка к контрольной работе 2 по теме Применение электронной микроскопии.	ОПК-1-32;ОПК-1-31;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-У2	Подготовка к контрольной работе 2 по теме Применение электронной микроскопии.
P13	Подготовка к практическому занятию по разделу "Применение электронной микроскопии для исследования материалов".	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-У2	Подготовка к практическому занятию по разделу "Применение электронной микроскопии для исследования материалов".
P14	Подготовка к контрольной работе 1 по теме применение дифракции рентгеновских лучей.	ОПК-1-32;ОПК-1-31;ПК-1-31	Подготовка к контрольной работе 1 по теме применение дифракции рентгеновских лучей.

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

Экзамен не предусмотрен

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

По курсу предусмотрен зачет с оценкой. Зачет с оценкой проставляется на основе оценок текущего контроля (двух контрольных работ и трех домашних заданий).

Шкала оценивания знаний обучающихся:

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 или некорректные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» студент не явился на контрольные мероприятия в семестре.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	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
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

<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Миркин Л. И., Уманский Я. С.	Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов: справочник	Электронная библиотека	Москва: Государственное издательство физико-математической литературы, 1961
Л2.2	Панова Т. В.	Современные методы исследования вещества: электронная и оптическая микроскопия: учебное пособие	Электронная библиотека	Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2016
Л2.3	Домкин К. И.	Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий: методы и применение: монография	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
Л2.4	Уманский Я. С.	Рентгенография металлов и полупроводников: учеб. пособие для студ. металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1969

### 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	Научная электронная библиотека eLIBRARY	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>
Э4	International Centre for Diffraction Data	<a href="http://www.icdd.com/">http://www.icdd.com/</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 информагентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a>
И.4	Иностраные 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 спектроскопические 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,
- двух контрольных работ

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.