

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 15.05.2023 10:02:49

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 методы исследования наноматериалов

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

28.04.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ

Профиль

Композиционные наноматериалы

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 1

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

83

часов на контроль

27

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | 1 (1.1) | | Итого | |
|---|---------|-----|-------|-----|
| | УП | РП | УП | РП |
| Неделя | 18 | | | |
| 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 | 83 | 83 | 83 | 83 |
| Часы на контроль | 27 | 27 | 27 | 27 |
| Итого | 144 | 144 | 144 | 144 |

Программу составил(и):

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

Рабочая программа

Дифракционные методы исследования наноматериалов

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 28.04.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

28.04.03 Наноматериалы, 28.04.03-МНМ-22-1.plx Композиционные наноматериалы, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

28.04.03 Наноматериалы, Композиционные наноматериалы, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра физического материаловедения

Протокол от 11.04.2022 г., №8-04

Руководитель подразделения Савченко Александр Григорьевич

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 наноматериалов. |
|-----|--|

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 | Нанобезопасность | |
| 2.2.2 | Наноразмерные сверхтвердые материалы и алмазоподобные пленки | |
| 2.2.3 | Научно-исследовательская практика | |
| 2.2.4 | Неравновесные конденсированные системы, часть 2 | |
| 2.2.5 | Термодинамическое моделирование химических процессов в многокомпонентных гетерогенных системах | |
| 2.2.6 | Экспериментальные методы физики наноматериалов | |
| 2.2.7 | Научно-педагогическая практика | |
| 2.2.8 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.9 | Преддипломная практика | |

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

| | |
|--|--|
| ПК-1: Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области получения и исследования наноматериалов и проводить испытания наноструктурированных композиционных материалов в соответствии с новыми техническими требованиями и осуществлять их контроль | |
| Знать: | |
| ПК-1-33 | роль и возможности структурных исследований |
| ПК-1-32 | современные представления о дифракции рентгеновского и других видов излучения; |
| ПК-1-31 | закономерности взаимодействия оптического и электронного излучения для интерпретации и анализа дифракционных спектров, полученных при различных условиях съемки; |
| Уметь: | |
| ПК-1-У2 | подготавливать образцы для анализа фазового состава и структуры с помощью рентгеновских лучей и быстрых электронов; |
| 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; |
| Владеть: | |
| ПК-1-В2 | опытом проведения структурных исследований и анализа результатов |
| ПК-1-В1 | умением устанавливать фазовый состав и тонкую структуру материалов в кристаллическом, 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 |
|-------------|--|----------------|-------|------------------------------------|--------------------------------|------------|-----|--------------------|
| | Раздел 1. Введение. Постановка цели и задач курса. | | | | | | | |
| 1.1 | Источники и детекторы рентгеновского излучения. Синхротронное излучение. Взаимодействие излучения с веществом, закон ослабления. /Лек/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 | Л1.1 Л1.2Л2.4Л3. 1 Э3 | | КМ1 | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|------------------------------------|--------------------------------------|--|-----|----|
| | Раздел 2. Рассеяние рентгеновских лучей идеальным и реальным кристаллом | | | | | | | |
| 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/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-32 | 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/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-32 | Л1.1 Л1.2Л2.4Л3.1 | | КМ1 | |
| 2.3 | Теоретический расчет дифрактограмм. Выбор условий съемки. /Пр/ | 1 | 2 | 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/ | 1 | 8 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4 Э1 Э2 Э4 | | КМ1 | Р2 |
| 2.5 | Подготовка к практическому занятию по разделу /Ср/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-У2 | Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э3 | | | |
| | Раздел 3. Анализ структуры материалов по уширению дифракционных линий | | | | | | | |
| 3.1 | Анализ структуры материалов по интегральной ширине рентгеновской линии (метод «классической» аппроксимации) /Лек/ | 1 | 2 | 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/ | 1 | 2 | ПК-1-31 | Л1.1 Л1.2 | | КМ1 | |
| 3.3 | Анализ параметров субструктуры по интегральной ширине 2-х линий. /Пр/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2Л3.1 | | КМ1 | Р3 |
| 3.4 | Анализ параметров субструктуры методом ГАПРЛ (Фойгт-аппроксимации). /Пр/ | 1 | 4 | ПК-1-31 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2 | | КМ1 | Р4 |
| 3.5 | Домашнее задание №2. Анализ параметров субструктуры материалов по профилю двух линий методом аппроксимации и ГАПРЛ. /Ср/ | 1 | 8 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-В2 | Л1.1 Л1.2 | | | Р5 |

| | | | | | | | | |
|-----|--|---|----|---|-----------------------------------|--|---------|----|
| 3.6 | Подготовка к практическому занятию по разделу /Ср/ | 1 | 6 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2 Э2 Э3 | | КМ1 | |
| | Раздел 4. Рентгеновский фазовый анализ | | | | | | | |
| 4.1 | Рентгеновский фазовый анализ (качественный и количественный) с применением ПО. /Лек/ | 1 | 3 | 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/ | 1 | 4 | ПК-1-31 ПК-1-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 | | КМ1 | P6 |
| 4.3 | Домашнее задание №3. Рентгеновский фазовый анализ (качественный и количественный) с применением ПО. /Ср/ | 1 | 12 | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-В2 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 | | | P5 |
| 4.4 | Подготовка к практическому занятию по разделу. /Ср/ | 1 | 4 | ПК-1-31 ПК-1-33 | Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э3 Э4 | | КМ1 | |
| 4.5 | Подготовка к контрольной работе 1 по теме применение дифракции рентгеновских лучей /Ср/ | 1 | 8 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2Л3.1 | | КМ1 | |
| | Раздел 5. Применение электронной микроскопии для исследования материалов | | | | | | | |
| 5.1 | Применение просвечивающей электронной микроскопии для анализа материалов. /Лек/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У2 | Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.1 Э2 Э3 | | КМ2 | |
| 5.2 | Применение растровой электронной микроскопии для анализа материалов. /Лек/ | 1 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 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/ | 1 | 5 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У2 | Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Э3 | | КМ2 | P8 |
| 5.4 | Подготовка к контрольной работе 2 по теме Применение электронной микроскопии /Ср/ | 1 | 9 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 | | КМ2 | |
| 5.5 | Подготовка к практическому занятию по разделу /Ср/ | 1 | 6 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У2 | Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 | | КМ2 | |
| 5.6 | подготовка к экзамену /Ср/ | 1 | 20 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э3 Э4 | | КМ1,КМ2 | |

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". | ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У2 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Как подготовить образец для фазового анализа? 2. В каком диапазоне углов дифракции 2θ регистрируется дифракционный спектр образца для фазового анализа? Как подготовить полученный спектр для автоматизированного анализа в программе PDXL? 3. С чем связано требование к точности определения d/n? 4. Какая информация содержится в банке фаз ICDD - PDF о каждой фазе? 5. Как можно верифицировать результаты анализа? 6. Перечислите параметры подгонки спектров и их влияние на линии модельного спектра (угловое положение, ширина, интенсивность)? 7. Какие из параметров обязательно варьируются при подгонке модельного ДС к экспериментальному? 8. Чем определяется максимально возможное количество подгоняемых параметров? 9. Как можно верифицировать результаты анализа? 10. Почему усложняется проведение фазового анализа образца, в котором есть текстура? 11. Каковы систематические погрешности при количественном фазовом анализе? Можно ли их устранить, не изменяя состояние образца? |

| | | | |
|-----|--|---|--|
| КМ2 | Контрольная работа 2 по теме "Применение электронной микроскопии". | ПК-1-33;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-У2 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие величины электрического напряжения применяются в сканирующем электронном микроскопе, для каких целей? 2. Какими должны быть величины давления остаточных газов в электронно-оптической системе и вакуумной камере микроскопа? С чем связаны подобные требования к вакууму? 3. Какие виды излучения могут возникать при взаимодействии электронного пучка с веществом? 4. Каковы энергии и глубина выхода вторичных электронов? Какого типа контраст получается при их регистрации? 5. Как устроен детектор вторичных электронов Эверхарта-Торнли? 6. Почему накопление электрического заряда на поверхности образца негативно сказывается на получении изображения в СЭМ? 7. Какие методы наблюдения диэлектрических образцов в СЭМ вам известны? 8. Как определяется величина увеличения СЭМ? 9. Что такое пространственное разрешение сканирующего электронного микроскопа? 10. Какие основные факторы лимитируют пространственное разрешение сканирующего электронного микроскопа? 11. Как связана величина ускоряющего напряжения с пространственным разрешением сканирующего электронного микроскопа? 12. Какие электроны называются обратно-рассеянными? 13. Каков механизм возникновения характеристического рентгеновского излучения в СЭМ? 14. Почему обратно-рассеянные электроны несут информацию о композиционном составе образца? <ol style="list-style-type: none"> 1. Что понимают под структурой материалов? 2. Какие показатели включает в себя макро-, микро- и тонкая структура материалов? 3. Каков принцип работы электронных микроскопов? 4. Как устроен просвечивающий электронный микроскоп? 5. В чем особенности конструкции и принципа действия электронного просвечивающего микроскопа по сравнению с оптическим? 6. Каковы основные характеристики оптических систем микроскопов? 7. Что понимают под разрешением микроскопа? 8. Как определяют увеличение электронного просвечивающего микроскопа? 9. На чем основаны прямой, косвенный и полупрямой методы исследования в ПЭМ? 10. Каковы основные методики препарирования объектов для исследования в ПЭМ? 11. Каким образом подготавливают образцы для исследования в РЭМ? 12. Как формируется контраст изображения в методике реплик в ПЭМ? 13. Укажите основные задачи, решаемые при исследовании структуры с помощью ПЭМ. 14. На регистрации каких видов излучения, формирующихся при взаимодействии электронного луча с поверхностью материала, основана растровая (сканирующая) электронная микроскопия? 15. Регистрация какого из видов излучения обеспечивает наибольшее разрешение? 16. Какой из видов излучения используется для получения информации о рельефе тонкого поверхностного слоя? 17. Как устроен просвечивающий электронный микроскоп? 18. В чем особенности конструкции и принципа действия электронного просвечивающего микроскопа по сравнению с оптическим? 19. Каковы основные характеристики оптических систем микроскопов? 20. Как определяют увеличение электронного просвечивающего |
|-----|--|---|--|

| | | | <p>микроскопа?</p> <p>21. Каким образом подготавливают образцы для исследования в ПЭМ?</p> <p>22. Как формируется контраст изображения в методике реплик в ПЭМ?</p> <p>23. Укажите основные задачи, решаемые при исследовании структуры с помощью ПЭМ.</p> <p>24. В чем основные преимущества РЭМ по сравнению с ПЭМ?</p> |
|---|---|---|---|
| 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.) | | | |
| Код работы | Название работы | Проверяемые индикаторы компетенций | Содержание работы |
| P1 | Теоретический расчет дифрактограмм. Выбор условий съемки. | ПК-1-31;ПК-1-33;ПК-1-32;ПК-1-У2 | Теоретический расчет дифрактограмм. Выбор условий съемки. |
| P2 | Домашнее задание №1. Расчет дифракционного спектра фазы. | ПК-1-У2;ПК-1-В1;ПК-1-33 | Расчет дифракционного спектра фазы по индивидуальному заданию. |
| P3 | Анализ параметров субструктуры по интегральной ширине 2-х линий. | ПК-1-33;ПК-1-У1;ПК-1-31 | Анализ параметров субструктуры по интегральной ширине 2-х линий. |
| P4 | Анализ параметров субструктуры методом ГАПРЛ (Фойгт-аппроксимации). | ПК-1-31;ПК-1-33;ПК-1-У2 | Анализ параметров субструктуры методом ГАПРЛ (Фойгт-аппроксимации). |
| P5 | Домашнее задание №2. Анализ параметров субструктуры материалов по профилю двух линий методом аппроксимации и ГАПРЛ. | ПК-1-31;ПК-1-33;ПК-1-У2;ПК-1-В1 | Анализ параметров субструктуры материалов по профилю двух линий методом аппроксимации и ГАПРЛ по индивидуальному заданию. |
| P6 | Качественный и количественный фазовый анализ с использованием программ PHAN и PHAN% (PDXL). | ПК-1-В1;ПК-1-У2;ПК-1-У1;ПК-1-31 | Качественный и количественный фазовый анализ с использованием программ PHAN и PHAN% (PDXL). |
| P7 | Домашнее задание №3. Рентгеновский фазовый анализ (качественный и количественный) с применением ПО. | ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1;ПК-1-В2 | Рентгеновский фазовый анализ (качественный и количественный) с применением ПО по индивидуальному заданию. |
| P8 | Применение растровой электронной микроскопии для анализа материалов. | ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33 | Применение растровой электронной микроскопии для анализа материалов. |
| 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 |

6.1.2. Дополнительная литература

| | 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 |
|--|---------------------|----------|------------|-------------------|
|--|---------------------|----------|------------|-------------------|

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|---|--|------------------------|-------------------|
| ЛЗ.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) | https://www.ccdc.cam.ac.uk/solutions/csd-system/components/csd/ |
| Э2 | Springermaterials | https://materials.springer.com/ |
| Э3 | Научная электронная библиотека eLIBRARY | http://elibrary.ru/ |
| Э4 | International Centre for Diffraction Data | http://www.icdd.com/ |

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 https://elibrary.ru/ |
| И.3 | — Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news |
| И.4 | Иностраннне базы данных (доступ с IP адресов МИСиС): |
| И.5 | — аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com |
| И.6 | — аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/ |
| И.7 | — наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com |
| И.8 | — научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/ |

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.