

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 30.08.2023 16:44:02

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 |
|------------|---|------|
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: | |
| 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 | |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: | |
| 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

| |
|--|
| ПК-3: Способен планировать экспериментальные исследования и разработку наноструктурированных лекарственных средств различного назначения |
| Знать: |
| ПК-3-31 закономерности взаимодействия оптического и электронного излучения для интерпретации и анализа дифракционных спектров, полученных при различных условиях съемки |
| ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях |
| Знать: |
| ОПК-1-31 современные представления о дифракции рентгеновского и других видов излучения |
| 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 |
| Знать: |
| УК-4-31 современные коммуникативные технологии для работы в национальных и международных коллективах |
| ПК-3: Способен планировать экспериментальные исследования и разработку наноструктурированных лекарственных средств различного назначения |
| Уметь: |
| 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 |
| ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях |
| Уметь: |
| ОПК-1-У1 решать теоретические и практические типовые и системные задачи, связанных с профессиональной |

| |
|--|
| деятельностью |
| 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 |
| Уметь: |
| УК-4-У1 работать в команде для выполнения поставленных профессиональных и академических задач |
| Владеть: |
| 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; |
| ПК-3: Способен планировать экспериментальные исследования и разработку наноструктурированных лекарственных средств различного назначения |
| Владеть: |
| ПК-3-В1 давать рекомендации по выбору обработки с целью формирования благоприятного структурно-фазового состояния |
| 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 |
| Владеть: |
| УК-4-В2 навыками логического творческого и системного мышления. |
| ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях |
| Владеть: |
| 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 |
|-------------|---|----------------|-------|--|-------------------------------------|------------|----|--------------------|
| | Раздел 1. Раздел 1. Рассеяние рентгеновских лучей идеальным и реальным кристаллом. | | | | | | | |
| 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 | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|--|------------------------------------|--|--|--|
| | Раздел 2. Раздел 2. Анализ структуры наноматериалов по уширению дифракционных линий. | | | | | | | |
| 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 | | | |
| | Раздел 3. Раздел 3. Рентгеновский фазовый анализ. | | | | | | | |
| 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 | | | |
| | Раздел 4. Раздел 4. Применение микроскопии для исследования материалов. | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|----|---|---|--|-----|--|
| 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; $a_{Ni} = 3,52 \text{ \AA}$. Излучение Cu, линия (311). Инструментальное уширение $b = 0,23$ град., общее, исправленное на дублет, $B = 0,46$ град. Профили линии на дифрактограмме удовлетворительно аппроксимируются функцией Гаусса ($B^2 = b^2 + \beta^2$). 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 $\alpha\text{-Fe}$, снятую с использованием FeKa-излучения. Считайте, что для всех отражений $F/V\chi ^2 = 60$.</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 $F/V\chi ^2 = 600$, 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; $a_{Au} = 4,08 \text{ \AA}$. Излучение Cu-Ka, $\lambda = 1,54$, линия (311). Инструментальное уширение $b = 0,21$ град., общее, исправленное на дублет, $B = 0,42$ град. Профили линии на дифрактограмме удовлетворительно аппроксимируются функцией Гаусса ($B^2 = b^2 + \beta^2$). 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. 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.: Металлургия, 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 | http://www.nanoware.ru |
| Э2 | Интернет-журнал о нанотехнологиях | http://www.nanodigest.ru |
| Э3 | Российский электронный НАНОЖУРНАЛ | http://www.nanorf.ru |
| Э4 | Springermaterials | https://materials.springer.com/ |
| Э5 | Научная электронная библиотека | eLIBRARY http://elibrary.ru/ |
| Э6 | International Centre for Diffraction Data | http://www.icdd.com/ |

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 |
| 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 | Иностранные 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 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.