

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 15:15:01

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)

Структура и свойства функциональных наноматериалов

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 8

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | 8 (4.2) | | Итого | |
|---|---------|-----|-------|-----|
| | Неделя | | | |
| Вид занятий | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 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 |
| Итого | 108 | 108 | 108 | 108 |

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., доц., Онучина М.Р.; д.ф.-м.н., доц., Перминов А.С.

Рабочая программа

Структура и свойства функциональных наноматериалов

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 Александр Григорьевич

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

| | |
|-----|---|
| 1.1 | Сформировать компетенции в соответствии с учебным планом, дать базовые знания о структуре и свойствах металлических наноматериалов и процессах их получения, научить целенаправленному применению металлических наноматериалов в процессе научно-исследовательских и технологических работ. |
|-----|---|

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| | | |
|------------|---|------------|
| Блок ОП: | | Б1.В.ДВ.23 |
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: | |
| 2.1.1 | Материалы для биомедицины | |
| 2.1.2 | Междисциплинарные задачи материаловедения | |
| 2.1.3 | Методы испытания магнитных материалов | |
| 2.1.4 | Мехатроника | |
| 2.1.5 | Наноматериалы в современной твердотельной электронике | |
| 2.1.6 | Порошковая металлургия и процессы обработки материалов | |
| 2.1.7 | Спектрофотометрические методы оценки качества кристаллов | |
| 2.1.8 | Физика и техника высоких давлений | |
| 2.1.9 | Физические свойства твердых тел | |
| 2.1.10 | Химия | |
| 2.1.11 | Математика | |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: | |
| 2.2.1 | Высокотемпературные и сверхтвердые покрытия | |
| 2.2.2 | Дифракционные и микроскопические методы | |
| 2.2.3 | Дифракционные методы исследования неупорядоченных структур | |
| 2.2.4 | Кристаллы в квантовой электронике | |
| 2.2.5 | Магнитомягкие материалы: технологии получения и обработки | |
| 2.2.6 | Неразрушающий контроль и методы диагностики материалов | |
| 2.2.7 | Огнеупорные материалы | |
| 2.2.8 | Оптические элементы лазерных систем | |
| 2.2.9 | Основы физической, биоорганической и коллоидной химии | |
| 2.2.10 | Углеродные, углерод-углеродные и углерод-карбидкремниевые материалы | |
| 2.2.11 | Управление качеством материалов и экспертиза металлопродукции | |
| 2.2.12 | Фазовые превращения при получении металлов и соединений | |
| 2.2.13 | Алмазные поликристаллические материалы | |
| 2.2.14 | Гибридные наноструктурные материалы | |
| 2.2.15 | Магнитные свойства функциональных материалов | |
| 2.2.16 | Магнитотвердые материалы: технологии получения и обработки | |
| 2.2.17 | Медицинская химия | |
| 2.2.18 | Металловедение реакторных материалов | |
| 2.2.19 | Нелинейные кристаллы | |
| 2.2.20 | Солнечная энергетика | |
| 2.2.21 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.22 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.23 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.24 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.25 | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.26 | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.27 | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.28 | 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 Основные технологические процессы производства и обработки наноматериалов, особенности этапов жизненного цикла наноматериалов и изделий из них. |
| ПК-5-31 Закономерности структурообразования, фазовые превращения в основных классах наноматериалов, влияние структурных характеристик на свойства наноматериалов. |
| Уметь: |
| ПК-5-У1 Проводить анализ материалов и технологических процессов и выявлять связь технологических параметров и качества получаемого продукта |
| Владеть: |
| ПК-5-В1 Навыками применения полученных знаний для обоснованного прогноза физических свойств и физико-механического поведения наноматериалов и прогнозирования их структуры и свойств на различных этапах их получения и обработки |

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. Структура наноматериалов. | | | | | | | |
| 1.1 | Основные понятия наноструктурного состояния. /Лек/ | 8 | 2 | ПК-5-31 | Л1.15 Л1.1 Л1.16 Л1.18Л2.3 Л2.7Л3.4 Л3.5 Э1 | | | |
| 1.2 | Дефекты в наноматериалах. /Лек/ | 8 | 1 | ПК-5-31 | Л1.1 Л1.5Л2.5Л3. 7 | | | |
| 1.3 | Межфазные и межзёрненные границы в наноматериалах. /Лек/ | 8 | 2 | ПК-5-31 | Л1.1 Л1.5 Л1.16Л2.5Л3 .7 | | | |
| 1.4 | Размерные эффекты в наноматериалах. /Пр/ | 8 | 4 | ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У1 | Л1.1Л2.7Л3. 7 | | | Р1 |
| 1.5 | Углеродные наноматериалы и их связь с металлическими наноматериалами. /Лек/ | 8 | 2 | ПК-5-31 ПК-5-32 | Л1.2 Л1.7Л2.4Л3. 4 Э1 | | | |
| 1.6 | Металлы и полупроводники в нанокристаллическом состоянии. /Лек/ | 8 | 2 | ПК-5-31 ПК-5-32 | Л1.19 Л1.3 Л1.12Л2.2Л3 .3 Э1 | | | |
| 1.7 | Подготовка к практическому занятию: размерные эффекты в наноматериалах. Подготовка к контрольной работе по разделу 1: Структура наноматериалов. /Ср/ | 8 | 12 | ПК-5-31 ПК-5-32 | Л1.19 Л1.1 Л1.2 Л1.12 Л1.16 Л1.18Л2.2 Л2.3 Л2.5Л3.6 Л3.7 Э1 | | КМ1 | |
| | Раздел 2. Свойства наноматериалов. | | | | | | | |
| 2.1 | Компьютерное моделирование структуры и свойств наноматериалов. /Пр/ | 8 | 8 | ПК-5-31 ПК-5-32 | Л1.13 Л1.14Л2.11Л 3.2 Э1 | | | Р2 |
| 2.2 | Механические свойства наноматериалов. /Лек/ | 8 | 2 | ПК-5-31 ПК-5-32 | Л1.6 Л1.1Л2.10Л3 .5 | | | |
| 2.3 | Деформация наноматериалов. Модели пластической деформации наноматериалов. /Пр/ | 8 | 4 | ПК-5-32 | Л1.9Л2.10Л3 .7 | | | Р3 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|----|---------------------------------|---|--|-----|----|
| 2.4 | Физические свойства наноматериалов. /Пр/ | 8 | 8 | ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У1 ПК-5-В1 | Л1.1Л2.7Л3.3 Л3.4 Л3.6 | | | Р4 |
| 2.5 | Подготовка к практическим занятиям: модели деформации наноматериалов, физические свойства наноматериалов, компьютерное моделирование. Подготовка к контрольной работе по разделу 2: Свойства наноматериалов. /Ср/ | 8 | 24 | ПК-5-31 ПК-5-32 | Л1.6 Л1.8 Л1.9 Л1.13 Л1.14 Л1.1Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.12Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.6 Э1 | | КМ2 | |
| Раздел 3. Получение, изучение и применение наноматериалов. | | | | | | | | |
| 3.1 | Методы получения наноматериалов. /Лек/ | 8 | 2 | ПК-5-32 | Л1.7 Л1.15 Л1.16Л1.19 Л1.1Л3.3 Э1 | | | |
| 3.2 | Методы изучения наноматериалов. /Лек/ | 8 | 2 | ПК-5-31 ПК-5-32 | Л1.4 Л1.10 Л1.11 Л1.17Л1.1Л3.3 Л3.4 | | | |
| 3.3 | Наноматериалы в медицине. /Лек/ | 8 | 2 | ПК-5-31 | Л1.15Л1.1Л3.3 Л3.4 Э1 | | | |
| 3.4 | Разработка и создание наноматериалов. /Пр/ | 8 | 6 | ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У1 ПК-5-В1 | Л1.16Л2.2 Л2.9 Л2.10 Л2.12Л3.1 Э1 Э2 | | | Р5 |
| 3.5 | Применение наноматериалов. /Пр/ | 8 | 4 | ПК-5-В1 | Л1.19 Л1.2 Л1.6 Л1.7 Л1.12 Л1.15 Л1.16Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.9 Л2.12Л3.1 Э1 | | | Р6 |
| 3.6 | Подготовка к практическим занятиям: разработка, создание и применение наноматериалов. Подготовка к контрольной работе по разделу 3: Получение, изучение и применение наноматериалов. /Ср/ | 8 | 21 | ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У1 | Л1.4 Л1.10 Л1.15 Л1.1Л2.7Л3.1 Э1 Э2 | | КМ3 | |

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

| | | | |
|-----|--|-------------------------|---|
| KM1 | Контрольная работа по разделу 1: Структура наноматериалов. | ПК-5-31;ПК-5-32 | <p>Всегда ли при уменьшении размеров материала до «нано» происходит драматическое изменение свойств материала. Объясните свой ответ.</p> <p>Каково основное применение металлических наноматериалов, или таких направлений несколько? Приведите примеры с кратким описанием принципа действия.</p> <p>Какой вклад в наноматериалы и нанотехнологии внесли Р. Фейнман, Н. Танигучи и Э. Дрекслер?</p> <p>Приведите классификацию дефектов по Ван-Бюрену. Укажите какие типы дефектов относятся к той или иной категории. Какие из этих дефектов в большей степени относятся к наноматериалам?</p> <p>Перечислите несколько вариантов представлений о строении большеугловых границ зёрен с кратким описанием каждого.</p> <p>Где и каким образом могут располагаться примеси в наноматериалах? И как влиять на свойства наноматериала. Есть ли сходства в механизме влияния примесей в наноматериале и в его объёмном аналоге? Объясните свой ответ?</p> <p>Что такое размерные эффекты в наноматериалах, почему они возникают? Какое влияние оказывают эти эффекты на структуру или свойства наноматериалов и почему?</p> <p>Как влияет размер нанокристалла на механические свойства наноматериалов. Нарисуйте схематично зависимость любого механического свойства от диаметра частиц наноматериала. Объясните, почему зависимость имеет такой вид.</p> <p>Приведите классификацию наноматериалов по размерности. Одинаково ли проявляются размерные эффекты в материалах, имеющих один размер структурного элемента, но относящимся к разным группам в классификации?</p> <p>Формы и модификации углеродных наноматериалов. Преимущества и недостатки каждой.</p> <p>Углеродные нанотрубки. Особенности строения. Дефекты. Типы. Параметры. Свойства. Применение.</p> <p>Методы получения углеродных наноматериалов. Опишите кратко три-четыре метода.</p> <p>Элементная база современного компьютера. Классификация полупроводниковых транзисторов. Принцип действия. Принцип записи и передачи информации.</p> <p>p-n-переход. Определение. Принцип действия. Основные и не основные носители заряда. За счёт чего образуется p-n-переход. Проблемы современной полупроводниковой электроники. Чем обусловлен физический предел работы полупроводникового транзистора.</p> |
| KM2 | Контрольная работа по разделу 2: Свойства наноматериалов. | ПК-5-31;ПК-5-32;ПК-5-У1 | <p>Диаграмма растяжения. Нарисовать. Отобразить основные параметры. Дать определение каждого. Отличия диаграммы растяжения наноматериалов и их объёмных аналогов.</p> <p>Соотношение Холла-Петча. Особенности для наноматериалов. Причины и следствия таких особенностей.</p> <p>Особенности механических свойств наноматериалов. В чём причина особенностей.</p> <p>Особенности магнитных свойств наноматериалов.</p> <p>Компьютерное моделирование для наноматериалов.</p> <p>Оптические свойства. Оптический диапазон. Чем определяются оптические свойства материалов. В чём отличие оптических свойств наноматериалов от их объёмных аналогов.</p> <p>Фотоника. Нанофотоника. Плазмоны. Определения. Свойства. Применение.</p> <p>Компьютер на фотонах. Принцип действия. Особенности работы. Элементная база.</p> |

| | | | |
|-----|---|-------------------------|--|
| КМ3 | Контрольная работа по разделу 3: Получение, изучение и применение наноматериалов. | ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-5-32 | <p>Опишите кратко принцип действия и особенности метода просвечивающей электронной микроскопии. Какую информацию о структуре или свойствах наноматериалов можно получать таким методом? Какие наноматериалы можно изучать таким методом? Каковы преимущества и недостатки метода?</p> <p>Какие существуют методы исследования магнитных свойств материалов. Какие из них наиболее успешно применяются для определения магнитных характеристик наноматериалов. Опишите кратко принцип действия методов. Какую информацию о структуре или свойствах наноматериалов можно получать такими методами? Какие наноматериалы можно изучать такими методами? Каковы преимущества и недостатки методов?</p> <p>Какими методами нужно изучать структуру наноплёнки, толщиной несколько нанометров? Объясните свой выбор. Опишите кратко принцип действия и особенности методов. Каковы критерии выбора метода?</p> <p>Перечислите основные методы получения наноматериалов, основанные на применении ультразвука. Приведите краткое описание сути каждого метода. Каковы преимущества и недостатки каждого из приведенных методов. Какие наноматериалы можно получать такими методами?</p> <p>Перечислите основные методы интенсивной (сверхвысокой, мега) пластической деформации. Приведите краткое описание сути каждого метода. Каковы преимущества и недостатки каждого из приведенных методов. Какие наноматериалы можно получать такими методами?</p> <p>Опишите суть методов получения наноматериалов, основанных на использовании ферритинов. Каковы преимущества и недостатки методов? Какие наноматериалы можно получать такими методами?</p> <p>Направления применения НМ в биомедицине.</p> <p>Свойства НМ с точки зрения медицинских приложений. Терапия, адресная доставка лекарств. Типы контейнеров и требования к ним. Устройства, получение, принципы работы. Применение. Разновидности стимулов. Преимущества и недостатки направления.</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 | Практическая работа: Размерные эффекты в наноматериалах. | ПК-5-31;ПК-5-32;ПК-5-У1 | Размерные эффекты в наноматериалах. |
| P2 | Практическая работа: Компьютерное моделирование структуры и свойств наноматериалов. | ПК-5-31;ПК-5-32 | Практическое занятие: Компьютерное моделирование структуры и свойств наноматериалов. |
| P3 | Практическая работа: Модели пластической деформации наноматериалов. | ПК-5-32 | Практическая работа: Модели пластической деформации наноматериалов. |
| P4 | Практическая работа: Физические свойства наноматериалов. | ПК-5-31;ПК-5-32;ПК-5-В1;ПК-5-У1 | Практическая работа: Физические свойства наноматериалов. |
| P5 | Практическая работа: Разработка и создание наноматериалов. | ПК-5-31;ПК-5-32;ПК-5-У1;ПК-5-В1 | Практическая работа: Разработка и создание наноматериалов. |

| | | | |
|----|--|---------|---|
| P6 | Практическая работа: Применение наноматериалов. | ПК-5-В1 | Практическая работа: Применение наноматериалов. |
|----|--|---------|---|

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

Экзамен по курсу 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 докладов по двум домашним заданиям).

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 зачет с оценкой 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 | Келли А., Гровс Г., Шаскольский М. П. | Кристаллография и дефекты в кристаллах | Электронная библиотека | Москва: Мир, 1974 |
| Л1.2 | Столяров Р. А., Буракова И. В., Бураков А. Е. | Наноматериалы и покрытия: учебное электронное издание: учебное пособие | Электронная библиотека | Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2018 |
| Л1.3 | Шишкин Г. Г., Агеев И. М. | Наноматериалы: элементы, приборы, устройства: учебное пособие | Электронная библиотека | Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015 |
| Л1.4 | Домкин К. И. | Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий: методы и применение: монография | Электронная библиотека | Москва: Лаборатория знаний, 2017 |
| Л1.5 | Ежов А. А., Герасимова Л. П. | Дефекты в металлах: Справочник- атлас | Библиотека МИСиС | М.: Рус. ун-т, 2002 |
| Л1.6 | Бернштейн М. Л., Займовский В. А. | Структура и механические свойства металлов: Учебник для студ. по спец.: 'Физика металлов', 'Металловедение, оборудование и технология терм. обработки металлов' | Библиотека МИСиС | М.: Металлургия, 1970 |
| Л1.7 | Харрис П., Чернозатонский Л. А. | Углеродные нанотрубки и родственные структуры. Новые материалы XXI века: Пер. с англ. | Библиотека МИСиС | М.: Техносфера, 2003 |
| Л1.8 | МИСиС | Вып.57: Пластическая деформация металлов: Сб.статей | Библиотека МИСиС | М.: Металлургия, 1970 |
| Л1.9 | МИСиС, Полухин П. И. | Вып156: Пластическая деформация металлов и сплавов: Темат.сб.науч.тр. | Библиотека МИСиС | М.: Металлургия, 1985 |

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|-------|--|--|------------------------|----------------------------------|
| Л1.10 | Бублик Владимир Тимофеевич, Зимичева Галина Михайловна | Методы исследования структуры полупроводников.: Электронография.Рентгеновская и электронная микроскопия: лаб. практикум для студ. спец. 0604, 0629, 0643 | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 1986 |
| Л1.11 | Скаков Юрий Александрович, Варли Кирилл Владимирович, Эпштейн Григорий Наумович, Скаков Юрий Александрович | Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: Разд.: Рентгенографические методы анализа: учеб. пособие для студ. спец. 0401, 0404, 0408 | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 1985 |
| Л1.12 | Ковалев Алексей Николаевич | Гетероструктурная нанoeлектроника: учеб. пособие | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МИСиС, 2009 |
| Л1.13 | Осипов Юрий Васильевич, Славин Михаил Борисович | Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур. Диффузия: учеб. пособие | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МИСиС, 2011 |
| Л1.14 | Юрчук Сергей Юрьевич | Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур. Моделирование наносистем методами молекулярной динамики: курс лекций | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МИСиС, 2013 |
| Л1.15 | Рогачев Станислав Олегович | Металлические наноматериалы для медицины: учеб. пособие | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МИСиС, 2015 |
| Л1.16 | Гусев А. И. | Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии: монография | Электронная библиотека | Москва: Физматлит, 2009 |
| Л1.17 | Скаков Ю. А. | Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: Задачник для студентов спец. 0404, 0405, 0406, 0407, 0408. Ч.2 | Библиотека МИСиС | М.: [МИСиС], 1980 |
| Л1.18 | Андриевский Р. А. | Наноматериалы на металлической основе в экстремальных условиях: учебное пособие | Электронная библиотека | Москва: Лаборатория знаний, 2020 |

6.1.2. Дополнительная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|----------------------------|---|------------------------|---|
| Л2.1 | Троян П. Е., Сахаров Ю. В. | Нанoeлектроника: учебное пособие | Электронная библиотека | Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010 |
| Л2.2 | Борисенко В. Е. | Нанoeлектроника: теория и практика: учебник | Электронная библиотека | Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015 |
| Л2.3 | Раков Э. Г. | Неорганические наноматериалы | Электронная библиотека | Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015 |
| Л2.4 | Алексеев А. Г. | Графен: монография | Электронная библиотека | Москва: Лаборатория знаний, 2017 |

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|-------|---------------------------------|--|------------------------|--------------------------|
| Л2.5 | Штремель М. А. | Т.1: Дефекты решетки | Библиотека МИСиС | , 1982 |
| Л2.6 | | Нanomатериалы и наноструктуры | Библиотека МИСиС | , |
| Л2.7 | Елисеев А. А., Лукашин А. В. | Функциональные наноматериалы: учебное пособие | Электронная библиотека | Москва: Физматлит, 2010 |
| Л2.8 | Сойфер В. А. | Дифракционная нанофотоника: монография | Электронная библиотека | Москва: Физматлит, 2011 |
| Л2.9 | | Фотоника: применение фотонов в современных технологиях: научно-популярное издание | Электронная библиотека | Москва: Техносфера, 2019 |
| Л2.10 | Беломытцев Михаил Юрьевич | Механические свойства металлов. Ч. 1. Твердость. Прочность. Пластичность: лаб. практикум для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия' | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 2007 |
| Л2.11 | Заводинский В. Г. | Компьютерное моделирование наночастиц и наносистем | Электронная библиотека | Москва: Физматлит, 2013 |
| Л2.12 | Кульчин Ю. Н. | Современная оптика и фотоника нано- и микросистем: монография | Электронная библиотека | Москва: Физматлит, 2016 |

6.1.3. Методические разработки

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|--|--|------------------------|--|
| Л3.1 | Панфилова А. А., Питюков В. Ю. | Подготовка к публичному выступлению: методические рекомендации для студентов: методическое пособие | Электронная библиотека | Москва: Российская международная академия туризма, 2013 |
| Л3.2 | Губина Т. Н., Тарова И. Н. | Учебно-методическое пособие по дисциплине «Компьютерное моделирование»: учебное пособие | Электронная библиотека | Елец: Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина, 2004 |
| Л3.3 | Перминов Александр Сергеевич, Введенский Вадим Юрьевич, Шуваева Евгения Александровна, Могильников Павел Сергеевич | Физические свойства твердых тел (N 3509): лаб. практикум | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2019 |
| Л3.4 | Мельниченко Александр Семенович | Анализ данных в материаловедении. Ч. 1: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150700 - Физическое материаловедение и Metallургия | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2013 |
| Л3.5 | Минакова С. М., Ягодкин Юрий Дмитриевич | Влияние методов получения на структуру и свойства нанокристаллических сплавов на основе соединения Nd ₂ Fe ₁₄ B: автореф. дис... к.т.н., спец. 05.02.01 - "Материаловедение (металлургия)" | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2006 |

| | | | | |
|------|---|---|------------------------|-------------------|
| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
| ЛЗ.6 | Введенский Вадим Юрьевич, Шуваева Евгения Александровна, Перминов Александр Сергеевич | Физические свойства твердых тел (N 4086): сборник задач | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2021 |
| ЛЗ.7 | Малинина Р. И., Авраамов Ю. С. | Металлография: Разд.: Дефекты кристаллического строения металлов: Курс лекций | Библиотека МИСиС | М.: [МИСиС], 1979 |

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| | | |
|----|--|---|
| Э1 | Путеводители по миру научного знания, краткие ответы ученых на самые распространенные вопросы, обстоятельные лонгриды о достижениях науки и современных технологиях, инфографика, рекомендации книг, фильмов и сериалов. | https://postnauka.ru/ |
| Э2 | Прием и экспертиза заявок на объекты патентного права, в т.ч. международных заявок и проведение международного поиска по международным заявкам, рассмотрение предусмотренных законодательством Российской Федерации документов, представленных на государственную регистрацию договоров о распоряжении исключительным правом, и сделок, предусматривающих использование единой технологии за пределами Российской Федерации, выпуск официальных бюллетеней о зарегистрированных объектах патентных прав, поданных заявках и выданных по ним патентах, и других изданий, рассмотрение заявлений, ходатайств, касающихся продления срока действия исключительного права, рассмотрение возражений, касающихся решений по результатам экспертизы заявок на объекты патентного права, признания недействительным предоставления или досрочного прекращения действия правовой охраны, подготовка проектов решений. | https://fips.ru/ |

6.3 Перечень программного обеспечения

| | |
|-----|---|
| П.1 | Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr |
| П.2 | ESET NOD32 Antivirus |
| П.3 | Зернограничная диффузия |
| П.4 | Microsoft Office |
| П.5 | LMS Canvas |
| П.6 | MS Teams |

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 | Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС): |
| И.4 | — аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com |
| И.5 | — аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/ |
| И.6 | — наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com |
| И.7 | — научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/ |

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд. | Назначение | Оснащение |
|-------|-------------------|--|
| Б-416 | Учебная аудитория | проектор; экран; маркерная доска; компьютер преподавателя; микроскоп Carl Zeiss Axio Scope A1, компьютерный класс на 12 компьютеров, комплект учебной мебели |

| | | |
|--------------------------------|--|--|
| Б-420 | Учебная аудитория | проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютер преподавателя; микроскопы металлографические 11 шт., комплект учебной мебели |
| Любой корпус Мультимедийная | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий: | комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus |
| Читальный зал №3 (Б) | | комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 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

Главная задача лекций дисциплины «Структура и свойства функциональных наноматериалов» дать необходимый учебный материал по конкретной теме и поставить главные проблемы, т.е. дать основные образовательные ориентиры для дальнейшего самостоятельного усвоения студентами учебного материала.

Количество лекций определяется в соответствии с учебным планом и рабочей программой, а именно с общим количеством часов, отведенных для лекционной работы. Структура лекционного курса включает в себя вступительную, основную и заключительную части. Каждая лекция разрабатывается с учетом:

- характера, состава и уровня подготовки аудитории;
- что и в каком объеме было изучено студентами ранее по родственным дисциплинам;
- в определении места изучаемой дисциплины в учебном процессе подготовки специалиста.

Основное внимание в лекции сосредотачивается на глубоком, всестороннем раскрытии главных, узловых, наиболее трудных вопросов темы.

Содержание лекции должно отвечать ряду дидактических принципов, главными из которых является: целостность, научность, доступность, систематичность и наглядность. Содержание лекции должно быть предварительно освещено в начале занятия в соответствии с планом лекции.

Материал лекций требует всестороннего, последовательного, логически стройного изложения и должен иметь законченный характер. Объем научной информации должен быть четко систематизирован и методически проработан, высказываемые суждения доказательны, аргументированы. Лекции должны быть доступны для понимания. Вводимые термины и названия должны быть разъяснены. Главные мысли и положения должны быть выделены, формулировки выводов сделаны четко, лаконично. Студентам должна быть предоставлена возможность слушать, осмысливать и кратко записывать информацию. Для каждой лекции подбирается соответствующий дидактический и демонстрационный материал (слайды, иллюстрации, экспериментальные образцы) и ссылки на источники (книги, журналы, сайты).

В заключении каждой лекции подразумевается подведение общего итога повторение основных положений лекции, обобщение материала, формулировка выводов по теме лекции; ответы на вопросы студентов, раздача заданий для самоподготовки.

Для лучшего усвоения и закрепления основных теоретических приложений изучаемого курса предусмотрено проведение практических занятий в оптимальном для данного контингента студентов объеме. Практическим занятиям предшествует установочная лекция преподавателя. Необходимым условием успешного участия на практическом занятии/семинаре является обязательная самоподготовка студентов, прорабатывая задания по предстоящим темам семинара или практических занятий, повторение прослушанного и законспектированного материала предыдущих лекций.

Результаты самостоятельной работы студента по подготовке к участию в семинаре-конференции оформляются в виде кратких докладов, выполненных дома и распечатанных на бумажном носителе. Доклад должен кратко, емко, лаконично раскрыть предварительно выбранную тему. Семинар-конференция это ознакомление и последующее обсуждение письменных докладов. На обсуждение 4-х часового занятия выносятся, доклады, посвященные какой-либо проблеме. Все студенты учебной группы знакомятся с докладом, авторы которых в течение 10-15 мин. излагает основное его содержание. После ответа на вопросы и выступления возможных оппонентов разворачивается дискуссия по проблемам, поднятым в работе. В конце занятия преподаватель оценивает содержание, методику сообщения автора, а также выступления оппонентов и всех участников семинара.