

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 16.11.2023 16:41:18

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)

Материаловедение функциональных материалов

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

00.06.00 Аспирантура

Профиль

Квалификация

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет 6

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

40

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | 6 (3.2) | | Итого | |
|---|----------------|-----|-------|-----|
| | Неделя 20 | | | |
| Вид занятий | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 34 | 34 | 34 | 34 |
| Лабораторные | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Практические | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Итого ауд. | 68 | 68 | 68 | 68 |
| Контактная работа | 68 | 68 | 68 | 68 |
| Сам. работа | 40 | 40 | 40 | 40 |
| Итого | 108 | 108 | 108 | 108 |

Программу составил(и):

к.ф.-.м.н., доц., Перминов А.С.; к.ф.-.м.н., зав.каф., Савченко А.Г.

Рабочая программа

Материаловедение функциональных материалов

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ от 17.03.2022 г. № 2-22)

Составлена на основании учебного плана:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Материаловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Материаловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, АСП-22-4.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Материаловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Материаловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, , 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 А.Г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

| | |
|-----|---|
| 1.1 | Цель освоения дисциплины - формирование компетенций в соответствии с учебным планом, научить квалифицированному решению сложных профессиональных научных задач, специфике материаловедения материалов с особыми свойствами, основам научно-технической деятельности в области материаловедения функциональных материалов. |
|-----|---|

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| Блок ОП: | | 2.1.2 |
|------------|---|-------|
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: | |
| 2.1.1 | Академическое письмо | |
| 2.1.2 | Иностранный язык | |
| 2.1.3 | История и философия науки | |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: | |
| 2.2.1 | Аналитическая химия | |
| 2.2.2 | Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика | |
| 2.2.3 | Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика | |
| 2.2.4 | Геотехнология, горные машины | |
| 2.2.5 | Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр | |
| 2.2.6 | Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр | |
| 2.2.7 | Литейное производство | |
| 2.2.8 | Материаловедение | |
| 2.2.9 | Материаловедение | |
| 2.2.10 | Материаловедение | |
| 2.2.11 | Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов | |
| 2.2.12 | Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов | |
| 2.2.13 | Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов | |
| 2.2.14 | Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов | |
| 2.2.15 | Металлургия черных, цветных и редких металлов | |
| 2.2.16 | Металлургия черных, цветных и редких металлов | |
| 2.2.17 | Металлургия черных, цветных и редких металлов | |
| 2.2.18 | Нанотехнологии и наноматериалы | |
| 2.2.19 | Нанотехнологии и наноматериалы | |
| 2.2.20 | Нанотехнологии и наноматериалы | |
| 2.2.21 | Обогащение полезных ископаемых | |
| 2.2.22 | Обработка металлов давлением | |
| 2.2.23 | Порошковая металлургия и композиционные материалы | |
| 2.2.24 | Порошковая металлургия и композиционные материалы | |
| 2.2.25 | Теоретические основы проектирования горнотехнических систем | |
| 2.2.26 | Технологии и машины обработки давлением | |
| 2.2.27 | Технологии и машины обработки давлением | |
| 2.2.28 | Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники | |
| 2.2.29 | Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники | |
| 2.2.30 | Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники | |
| 2.2.31 | Технология электрохимических процессов и защита от коррозии | |
| 2.2.32 | Физика конденсированного состояния | |
| 2.2.33 | Физика конденсированного состояния | |
| 2.2.34 | Физика конденсированного состояния | |
| 2.2.35 | Физика конденсированного состояния | |
| 2.2.36 | Физика конденсированного состояния | |
| 2.2.37 | Физика полупроводников | |
| 2.2.38 | Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ | |
| 2.2.39 | Электротехнические комплексы и системы | |

| |
|---|
| А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях |
| Знать: |
| А-1-32 основные группы функциональных материалов и их специфику |
| А-1-31 основы научного поиска и его особенности в области материаловедения функциональных материалов |
| А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты |
| Уметь: |
| А-3-У1 организовывать научно-исследовательские работы в области материаловедения функциональных материалов |
| А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата |
| Уметь: |
| А-2-У1 проводить эксперимент и обрабатывать экспериментальные данные |
| А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях |
| Уметь: |
| А-1-У1 проводить научный поиск в области материаловедения функциональных материалов |
| А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты |
| Владеть: |
| А-3-В1 опытом проведения научно-исследовательских работ в области материаловедения функциональных материалов |
| А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата |
| Владеть: |
| А-2-В1 опытом проведения материаловедческого эксперимента и обработки его результатов |
| А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях |
| Владеть: |
| А-1-В1 опытом научного поиска и основами применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок |

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. Функциональные материалы и их типы. Материаловедческие проблемы функциональных материалов | | | | | | | |
| 1.1 | Понятие функционального материала. Основные типы функциональных материалов. /Лек/ | 6 | 2 | А-1-31 А-1-32 | Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.13Л2.8 Л2.10 Л2.12 Л2.15 Л2.17 Э1 | | | |
| 1.2 | Управление проектами на примере научно-исследовательского проекта при разработке функционального материала. Менеджмент рисков. Авторский надзор. Патентный поиск /Лек/ | 6 | 2 | А-1-31 А-3-31 А-3-У1 | Л1.2 Л1.12 Л1.15 Л1.16 Л1.18Л2.1 Л2.2 Л2.5 Л2.12Л3.1 | | | |

| | | | | | | | | |
|------|---|---|----|--|--|--|--|----|
| 1.3 | Освоение материалов раздела 1 /Ср/ | 6 | 2 | A-1-31 A-3-31 | Л1.6 Л1.13 Л1.16Л2.12 | | | |
| | Раздел 2. Структурные методы исследования материалов | | | | | | | |
| 2.1 | Рентгеновская дифракция. Методы рентгеноструктурного анализа (РСА) /Лек/ | 6 | 4 | A-2-31 | Л1.5 Л1.10 Л1.11Л2.7 Л2.9Л3.2 Э2 Э3 | | | |
| 2.2 | Получение дифракционных спектров материалов. Проведение качественного и количественного фазового анализа /Лаб/ | 6 | 2 | A-2-31 | Л1.5 Л1.10 Л1.11Л2.7 Л2.9Л3.2 Э3 | | | P1 |
| 2.3 | Проведение фазового анализ образца, определение параметров тонкой кристаллической структуры различными методами /Пр/ | 6 | 2 | A-2-31 A-2-У1 A-3-31 A-3-У1 A-3-В1 | Л1.5 Л1.10 Л1.11Л2.7 Л2.9Л3.1 Э3 | | | P2 |
| 2.4 | Микроскопические методы. Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. /Лек/ | 6 | 2 | A-2-31 | Л1.1 Л1.4 Л1.10 Л1.11Л2.7 Л2.9 | | | |
| 2.5 | Получение микроскопических изображений и дифракционных картин. /Лаб/ | 6 | 2 | A-2-31 A-2-У1 A-3-31 A-3-У1 A-3-В1 | Л1.1 Л1.4 Л1.11Л2.7 Л2.9 | | | P3 |
| 2.6 | Получение микроскопических изображений и карт распределения элементов. /Пр/ | 6 | 2 | A-2-У1 A-2-В1 | Л1.1 Л1.4 Л1.11Л2.7 Л2.9 | | | P4 |
| 2.7 | Получение изображений с помощью атомно-силой микроскопии с разными типами контраста /Лаб/ | 6 | 2 | A-2-31 A-2-У1 A-2-В1 | Л1.1 Л1.4 Л1.10 Л1.11Л2.7 Л2.9 | | | P5 |
| 2.8 | Спектроскопические методы. Методы электронной спектроскопии. Электронная оже-спектроскопия (ЭОС). Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФС). Методы ионной спектроскопии. Вторичная ионная масс-спектрометрия (ВИМС). /Лек/ | 6 | 2 | A-2-31 | Л1.1 Л1.4 Л1.11Л2.7 Л2.9 | | | |
| 2.9 | Сравнительная характеристика спектроскопических методов /Пр/ | 6 | 2 | A-2-У1 A-2-В1 | Л1.1 Л1.4 Л1.11Л2.7 Л2.9 | | | P6 |
| 2.10 | Подготовка к практическим и лабораторным работам по разделу. Освоение теоретического материала раздела. /Ср/ | 6 | 10 | A-2-31 | Л1.1 Л1.4 Л1.11Л2.7 Л2.9Л3.2 Э2 Э3 | | | |
| | Раздел 3. Физические методы исследования материалов | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|----|-------------------------|-----------------|--|--|-----|
| 3.1 | Физические методы исследования функциональных материалов и их классификация. Описание методов измерений и испытаний. /Лек/ | 6 | 2 | A-2-31 | Л1.14Л2.3 Э4 | | | |
| 3.2 | Методы исследования теплофизических свойств /Лек/ | 6 | 2 | A-2-31 | Л1.14Л2.3 | | | |
| 3.3 | Методы исследования электрических свойств /Лек/ | 6 | 2 | A-2-31 | Л1.14Л2.3 | | | |
| 3.4 | Методы исследования магнитных свойств /Лек/ | 6 | 2 | A-2-31 | Л1.14Л2.3 | | | |
| 3.5 | Калориметрический анализ превращений в твердых телах /Лаб/ | 6 | 4 | A-2-31 A-2-Y1 A-2-B1 | Л1.17 | | | P7 |
| 3.6 | Виды калориметрических измерений по способу ввода тепла и способу получения измерительного сигнала. Режимы калориметрических измерений /Пр/ | 6 | 2 | A-2-31 A-2-Y1 A-2-B1 | Л1.14 | | | P8 |
| 3.7 | Электрические измерения. Методы измерения удельного электрического сопротивления. Метод амперметра–вольтметра. Мостовой и потенциометрический метод измерения сопротивления. Метод двойного моста. /Пр/ | 6 | 2 | A-2-31 A-2-Y1 A-2-B1 | Л1.14 | | | P9 |
| 3.8 | Измерение статических магнитных параметров магнитного материала с помощью гистерезисграфа /Лаб/ | 6 | 3 | A-2-31 A-2-Y1 A-2-B1 | Л1.9 | | | P10 |
| 3.9 | Подготовка к практическим и лабораторным занятиям раздела. Освоение теоретического материала /Ср/ | 6 | 10 | A-2-31 | Л1.14Л2.3 | | | |
| | Раздел 4. Магнитные материалы | | | | | | | |
| 4.1 | Основные понятия магнетизма. Фундаментальные магнитные характеристики. Гистерезисные характеристики магнитных материалов. Классификация магнитных материалов. /Лек/ | 6 | 2 | A-1-31 A-1-32 A-2-31 | Л1.6 Л1.13 | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|--|---|----|--------------------------------|---|--|-----|-----|
| 4.2 | Основные физические характеристики магнитомягких материалов. Прецизионные магнитомягкие материалы. Магнитомягкие материалы с максимальной намагниченностью насыщения. Магнитные материалы с максимальной магнитной проницаемостью. Магнитные материалы с минимальными потерями при перемагничивании, электротехнические стали, магнитомягкие ферриты. Аморфные, нанокристаллические и микрокристаллические магнитомягкие материалы. Основные физические характеристики магнитных материалов для записи информации. /Лек/ | 6 | 5 | A-1-31 A-1-32 A-2-31 A-3-31 | Л1.13Л2.6 Л2.11 Л2.13 Л2.14 Л2.16 | | | |
| 4.3 | Основные физические характеристики магнитотвердых материалов. Механизмы перемагничивания и их реализация в магнитотвердых материалах. Магнитотвердые материалы с одноосной анизотропией полей рассеяния (анизотропией формы). Магнитотвердые материалы с одноосной кристаллической анизотропией. /Лек/ | 6 | 5 | A-1-31 A-1-32 A-2-31 A-3-31 | Л1.6 Л1.13Л2.10 | | | |
| 4.4 | Физические свойства и гистерезисные характеристики постоянных магнитов системы неодим-железо бор. /Пр/ | 6 | 2 | A-1-32 A-2-31 A-2-У1 A-2-В1 | Л1.19 Л1.20 | | | P11 |
| 4.5 | Физические основы получения постоянных магнитов из сплавов системы самарий-кобальт /Пр/ | 6 | 3 | A-1-32 A-2-31 A-2-У1 A-2-В1 | Л1.19 Л1.20 | | | P12 |
| 4.6 | Процессы намагничивания. Построение кривой намагничивания на установке МК-3Э /Лаб/ | 6 | 2 | A-2-31 A-2-У1 A-2-В1 | Л1.17 | | | P13 |
| 4.7 | Магнитный гистерезис. Измерение магнитных свойств на вибромагнитометре /Лаб/ | 6 | 2 | A-2-31 A-2-У1 A-2-В1 | Л1.9 | | | P14 |
| 4.8 | Подготовка к практическим и лабораторным работам раздела. Освоение теоретического материала раздела. Подготовка реферата по курсу /Ср/ | 6 | 16 | A-1-31 A-1-32 A-2-31 A-3-31 | Л1.9 Л1.17 | | КМ1 | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|-------------------------|----------|--|--|-----|
| | Раздел 5. Биомедицинские наноматериалы и нанотехнологии | | | | | | | |
| 5.1 | Применения функциональных материалов, в том числе наноматериалов, в биомедицине /Лек/ | 6 | 2 | A-1-31 A-1-32 | Л1.3Л2.4 | | | |
| 5.2 | Наночастицы и наноструктурированные наноматериалы в биомедицинских исследованиях и биомедицинской практике /Пр/ | 6 | 2 | A-1-32 | Л1.3 | | | |
| 5.3 | Подготовка к практическому занятию и освоение теоретического материала раздела /Ср/ | 6 | 2 | A-2-31 A-2-У1 A-2-В1 | Л1.3Л2.4 | | | P15 |

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 | Реферат - зачетная работа по курсу | A-2-31;A-1-32;A-1-31 | Примеры тем рефератов (выбор темы согласуется с преподавателем): 1) Тип функционального материала, технология его производства, материаловедческие аспекты производства (тип материала согласуется с преподавателем); 2) Особенности применения структурных методов исследования функциональных материалов (тип материала и метод согласуется с преподавателем); 3) Особенности применения физических методов исследования функциональных материалов (тип материала и метод согласуется с преподавателем); 4) Биоматериалы и их применение в медицине и биологии (точная формулировка темы согласуется с преподавателем); 5) Специфика организации научно-исследовательских работ в области функциональных материалов (тип материала согласуется с преподавателем); 6) Материаловедческие проблемы магнитных материалов различного типа (тип материал согласуется с преподавателем). |

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 | Лабораторная работа 1 | A-2-31 | Получение дифракционных спектров материалов. Проведение качественного и количественного фазового анализа |
| P2 | Практическое занятие 1 | A-2-У1;A-2-31;A-3-31;A-3-В1;A-3-У1 | Проведение фазового анализ образца, определение параметров тонкой кристаллической структуры различными методами |
| P3 | Лабораторная работа 2 | A-3-31;A-3-У1;A-2-31;A-2-У1;A-3-В1 | Получение микроскопических изображений и дифракционных картин. |
| P4 | Практическое занятие 2 | A-2-У1;A-2-В1 | Получение микроскопических изображений и карт распределения элементов. |
| P5 | Лабораторная работа 3 | A-2-31;A-2-У1;A-2-В1 | Получение изображений с помощью атомно-силой микроскопии с разными типами контраста |
| P6 | Практическое занятие 3 | A-2-У1;A-2-В1 | Сравнительная характеристика спектроскопических методов |

| | | | |
|-----|------------------------|-----------------------------|--|
| P7 | Лабораторная работа 4 | A-2-31;A-2-У1;A-2-В1 | Калориметрический анализ превращений в твердых телах |
| P8 | Практическое занятие 4 | A-2-31;A-2-У1;A-2-В1 | Виды калориметрических измерений по способу ввода тепла и способу получения измерительного сигнала. Режимы калориметрических измерений |
| P9 | Практическое занятие 5 | A-2-31;A-2-У1;A-2-В1 | Электрические измерения. Методы измерения удельного электрического сопротивления. Метод амперметра–вольтметра. Мостовой и потенциометрический метод измерения сопротивления. Метод двойного моста. |
| P10 | Лабораторная работа 5 | A-2-31;A-2-У1;A-2-В1 | Измерение статических магнитных параметров магнитного материала с помощью гистерезисграфа |
| P11 | Практическое занятие 6 | A-2-31;A-2-У1;A-2-В1;A-1-32 | Физические свойства и гистерезисные характеристики постоянных магнитов системы неодим-железо бор. |
| P12 | Практическое занятие 7 | A-2-31;A-2-У1;A-2-В1;A-1-32 | Физические основы получения постоянных магнитов из сплавов системы самарий-кобальт |
| P13 | Лабораторная работа 6 | A-2-31;A-2-У1;A-2-В1 | Процессы намагничивания. Построение кривой намагничивания на установке МК-3Э |
| P14 | Лабораторная работа 7 | A-2-31;A-2-У1;A-2-В1 | Магнитный гистерезис. Измерение магнитных свойств на вибромагнитометре |
| P15 | Практическая работа 8 | A-1-32;A-1-У1;A-1-В1 | Наночастицы и наноструктурированные наноматериалы в биомедицинских исследованиях и биомедицинской практике |

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)

Обучающийся должен выполнить все практические и самостоятельные работы указанные в данном разделе.

оценка "зачет" - аспирант выполнил и защитил все лабораторные и практические работы, подготовил на удовлетворительном уровне зачетную работу-реферат;

оценка "незачет" - аспирант не справился с выполнением календарного плана, выполнил и/или защитил не все практические работы, контрольное мероприятие выполнено на оценку "неудовлетворительно";

оценка "не явка" аспирант не явился на занятия 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 | Кларк Э. Р., Эберхардт К. Н., Баженов С. Л. | Микроскопические методы исследования материалов: монография | Электронная библиотека | Москва: РИЦ Техносфера, 2007 |
| Л1.2 | Мордасов Д. М., Мордасов М. М. | Промышленная интеллектуальная собственность и патентование материалов и технологий: учебное пособие | Электронная библиотека | Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2014 |
| Л1.3 | Поляков В. В. | Биомедицинские нанотехнологии: учебное пособие | Электронная библиотека | Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет, 2018 |
| Л1.4 | Панова Т. В. | Современные методы исследования вещества: электронная и оптическая микроскопия: учебное пособие | Электронная библиотека | Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского (ОмГУ), 2016 |
| Л1.5 | Векилова Галина Владимировна, Иванов А. Н., Ягодкин Юрий Дмитриевич | Дифракционные и микроскопические методы и приборы для анализа наночастиц и наноматериалов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия' | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2009 |

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|-------|---|--|------------------------|--------------------------|
| Л1.6 | Мишин Д. Д. | Магнитные материалы: Учеб. пособие для физ. и физ.-техн. спец. вузов | Библиотека МИСиС | М.: Высш. шк., 1991 |
| Л1.7 | Арзамасов Б. Н., Сидорин И. И., Косолапов Г. Ф., др., Арзамасов Б. Н. | Материаловедение: Учебник | Библиотека МИСиС | М.: Машиностроение, 1986 |
| Л1.8 | Солнцев Ю. П., Пряхин Е. И., Войткун Ф., Солнцев Ю. П. | Материаловедение: Учебник для студ. вузов, обуч. по металлург., машиностроит. и общетехн. спец. | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 1999 |
| Л1.9 | Перминов Александр Сергеевич, Шуваева Евгения Александровна, Введенский Вадим Юрьевич, Лилеев Алексей Сергеевич | Методы испытаний магнитных материалов: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Физ. материаловедение' и спец. 'Стандартизация и сертификация' | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2006 |
| Л1.10 | Бублик Владимир Тимофеевич, Мильвидский Андрей Михайлович | Методы исследования материалов и структур электроники. Рентгеновская дифракционная микроскопия: курс лекций | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2006 |
| Л1.11 | Брандон Д., Каплан У., Баженов С. Л., Егорова С. В. | Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: учеб. пособие для студ. напр. 'Прикладные математика и физика': пер. с англ. | Библиотека МИСиС | М.: Техносфера, 2004 |
| Л1.12 | Караваев Евгений Петрович, Костюхин Юрий Юрьевич, Ильичев Игорь Павлович, др. | Управление проектами: практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия' | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2015 |
| Л1.13 | Кекало И. Б., Самарин Б. А. | Физическое металловедение прецизионных сплавов. Сплавы с особыми магнитными свойствами: учебник для вузов по спец. 'Физика металлов' | Библиотека МИСиС | М.: Metallurgy, 1989 |
| Л1.14 | Введенский В. Ю., Лилеев А. С., Перминов А. С. | Экспериментальные методы физического материаловедения: монография | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МИСиС, 2011 |
| Л1.15 | Рожнов Андрей Борисович, Турилина Вероника Юрьевна | Патентные исследования. Анализ патентной ситуации: учеб. пособие | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МИСиС, 2015 |
| Л1.16 | Ципес Григорий Львович, Товб Александр Самуилович, Нежурина Марина Игоревна, Коротких Маргарита Геннадиевна | Управление проектами в современной организации (N 3829): учебно-метод. пособие | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2019 |

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|---|--|---|------------------------|---|
| Л1.17 | 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 |
| Л1.18 | Вихрова Наталья Олеговна | Экономика инноваций. Инновационные риски (N 3810): учеб. пособие | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2019 |
| Л1.19 | Лилеев Алексей Сергеевич | Механизмы перемагничивания магнитных материалов. Моделирование процессов перемагничивания (N 4085): учеб. пособие | Библиотека МИСиС | М.: [МИСиС], 2020 |
| Л1.20 | Лилеев Алексей Сергеевич | Механизмы перемагничивания магнитных материалов. Моделирование процессов перемагничивания. Ч. 2 (N 4433): учеб. пособие | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2021 |
| 6.1.2. Дополнительная литература | | | | |
| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
| Л2.1 | Новиков Д. А. | Управление проектами: организационные механизмы: учебное пособие | Электронная библиотека | Москва: ПМСОФТ, 2007 |
| Л2.2 | Вострыкина М. К. | Интеллектуальная собственность: учебное пособие | Электронная библиотека | Москва: Лаборатория книги, 2010 |
| Л2.3 | Каныгина О. Н., Четверикова А. Г., Бердинский В. Л. | Физические методы исследования веществ: учебное пособие | Электронная библиотека | Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014 |
| Л2.4 | | Биохимия и молекулярная биология: учебно-методическое пособие | Электронная библиотека | Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2015 |
| Л2.5 | Мордасов М. М., Мордасов Д. М. | Промышленная интеллектуальная собственность: практикум | Электронная библиотека | Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2017 |
| Л2.6 | Кекало Игорь Борисович, Шуваева Евгения Александровна | Аморфные нано- и микрокристаллические магнитные материалы: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов напр. Физ. материаловедение и спец. Наноматериалы | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2008 |
| Л2.7 | 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 |
| Л2.8 | Добаткин Сергей Владимирович | Наноматериалы. Объемные металлические нано- и субмикрокристаллические материалы, полученные интенсивной пластической деформацией: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия' | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2007 |

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|-------|---|--|------------------------|------------------------|
| Л2.9 | 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 |
| Л2.10 | Кекало Игорь Борисович, Менушенков Владимир Павлович | Быстрозакаленные магнитно-твердые материалы системы Nd-Fe-B: Курс лекций для студ. физ.-хим. фак-та | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 2000 |
| Л2.11 | Кекало Игорь Борисович, Введенский Вадим Юрьевич, Нуждин Георгий Анатольевич, Кекало Игорь Борисович | Микрокристаллические магнитно-мягкие материалы: Курс лекций для студ. физ.-хим. фак-та | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 1999 |
| Л2.12 | Карабасов Ю. С. | Научные школы Московского государственного института стали и сплавов (Технологического университета) - 75 лет: Становление и развитие: юбил. сб. ст. | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МИСиС, 1997 |
| Л2.13 | Кекало Игорь Борисович | Нанокристаллические магнитно-мягкие материалы: курс лекций для студ. физ.-хим. фак-та | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 1999 |
| Л2.14 | Кекало Игорь Борисович | Аморфные магнитные материалы: Модели структуры, дефекты, релаксационные процессы: Курс лекций для студ. направл. 651800, 654100 | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 2002 |
| Л2.15 | Анциферов В. Н., Бездудный Ф. Ф., Белянчиков Л. Н., др., Карабасов Ю. С. | Новые материалы | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МИСиС, 2002 |
| Л2.16 | Кекало Игорь Борисович | Атомная структура аморфных сплавов и ее эволюция: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Физ. материаловедение' | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 2006 |
| Л2.17 | Крутогин Дмитрий Григорьевич | Функциональные материалы электроники и их технологии: учеб. пособие | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МИСиС, 2015 |

6.1.3. Методические разработки

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|---|---|------------------------|-------------------|
| Л3.1 | Перминов Александр Сергеевич, Введенский Вадим Юрьевич, Лилеев Алексей Сергеевич | Сертификация магнитных материалов: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Физ. материаловедение' и спец. 'Стандартизация и сертификация' | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2006 |
| Л3.2 | Иванов А. Н., Поляков А. М. | Анализ несовершенств кристаллического строения по профилю и интенсивности рентгеновских отражений: учеб. пособие для студ. спец. 0709.00 и напр. 5104.3 и 5104.11 | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 2002 |

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| | | |
|----|--|---|
| Э1 | ГОСТ Р 56748.2-2016/ISO/TS 12901-2:2014 Нанотехнологии. Наноматериалы. Менеджмент риска. Часть 2. Порядок принятия решения по управлению риском /Техноэксперт. Электронный Фонд правовой и нормативно-технической документации. Url: http://docs.cntd.ru/document/1200141427 . Открытый доступ | http://docs.cntd.ru/document/1200141427 |
| Э2 | Научная электронная библиотека eLIBRARY | http://elibrary.ru/ |
| Э3 | Inorganic Crystal Structure Database: | https://p1.misis.ru:5019/RPD/Index/1685435/%20http://www.fiz-karlsruhe.de/icsd.html |
| Э4 | Журавлёв Л.Г., Филатов В.И. Физические методы исследования металлов и сплавов: учебное пособие для студентов металлургических специальностей. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. - 157 с. Электронный ресурс. Режим доступа: https://techlibrary.ru/b/2o1u1rlalclm1flc_2t.2k._3c1j1mlalt1plc_2j.2q._3c1j1ilj1y1fls1l1j1f_1n1fltlple2c_1j1slslm1fle1plclalolj2g_1n1fltlalmlm1plc_1j_1slqlmalclplc_2004.pdf | https://techlibrary.ru/b/2o1u1rlalclm1flc_2t.2k._3c1j1mlalt1plc_2j.2q._3c1j1ilj1y1fls1l1j1f_1n1fltlple2c_1j1slslm1fle1plclalolj2g_1n1fltlalmlm1plc_1j_1slqlmalclplc_2004.pdf |

6.3 Перечень программного обеспечения

| | |
|-----|--------------------------|
| П.1 | Win Pro 10 32-bit/64-bit |
| П.2 | Microsoft Office |
| П.3 | LMS Canvas |
| П.4 | MS Teams |

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

| | |
|------|--|
| И.1 | наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com |
| И.2 | Springer materials https://materials.springer.com/ |
| И.3 | NCSS: Statistical Software https://www.ncss.com/ |
| И.4 | Полнотекстовые российские научные журналы и статьи: |
| И.5 | — Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/ |
| И.6 | — Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news |
| И.7 | Иностраные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС): |
| И.8 | — аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com |
| И.9 | — аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/ |
| И.10 | — наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com |
| И.11 | — научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/ |

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд. | Назначение | Оснащение |
|-------|--|---|
| Б-400 | УНЛ "Центр рентгеноструктурных исследований и диагностики материалов": | дифрактометры: ДРОН-4, Rigaku MiniFlex, Rigaku Ultima IV, Rigaku SmartLab; установка измерения физических свойств Quantum Design PPMS; вакуумные печи; высокоэнергетические мельницы; мессбауэровский спектрометр |
| Б-016 | Международная школа микроскопии: | просвечивающий электронный микроскоп JEOL JEM-1400 (STEM conf.); сканирующий электронный микроскоп JEOL JSM-IT500LA (+JEOL EDS); атомно-силовой микроскоп AIST-NT SmartSPM-1000 (AFM, MFM, SPM); комплекс пробоподготовки в составе: JEOL IonSlicer-9100IS; Struers Tenupol-5 с криостатом; Struers Lectropol-5 с криостатом. Зал на 11 рабочих мест, оборудованных персональными компьютерами с подключением сети "Интернет" и электронной информационно-образовательной среде университета, пакет лицензионных программ MS Office, комплект учебной мебели, проектор (2 шт), интерактивная доска, экран |

| | | |
|--------------------------------|--|---|
| Б-429 | Учебная аудитория | проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютерный класс на 6 студентов и преподавателя (7 компьютеров); установка для измерения магнитных характеристик; установка для определения потерь на перемагничивание МК-4Э; магнитноизмерительная установка МК-3Э; стенд для измерения удельного электросопротивления; дилатометр; твердометр по Роквеллу; 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 |
| 119 | Учебно-научная лаборатория перспективных магнитотвердых материалов: | технологическое оборудование: вакуумная индукционная плавильная печь АСЕС; лабораторная установка для получения быстрозакаленных сплавов; планетарная шаровая (САНД) и шаровая вибромельницы; гидравлический пресс (100 кН); вакуумные печи типа СНВ, СШВЛ; лабораторная установка для проведения термомагнитной обработки магнитов. Измерительное оборудование: вибромагнетометр «Меридиан-2»; гистерезисграф «УИФИ-400»; импульсная намагничивающая установка «Мишень» (максимальное амплитуда поля – 100 кЭ); рентгеновский дифрактометр ДРОН-3М; оптические микроскопы ММР-2 и «Neophot-21» |
| Б-419 | Аудитория для самостоятельной работы | комплект учебной мебели на 6 рабочих мест, оборудованных персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, доска |
| 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, ПКс 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 большое внимание следует уделить самостоятельной работе с учебниками, справочной литературой и текущими публикациями в ведущих российских и зарубежных журналах по рассматриваемым темам курса. Работе на оборудовании, приготовлении образцов, получению и обработке результатов исследования.

Обучение проводится в один семестр и организуется в соответствии с настоящей программой. Самостоятельная работа студентов осуществляется и контролируется с помощью:

- вопросов для самоконтроля, изложенных в литературе,
- индивидуального задания, согласованного с руководителем аспиранта.

Для успешного освоения изучаемой дисциплины для студентов организуются консультации преподавателей.