

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 28.08.2023 12:50:50

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)

Экспериментальные методы в физике магнетизма

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

03.04.02 ФИЗИКА

Профиль

Физика конденсированного состояния

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 3

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

110

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | 3 (2.1) | | Итого | |
|---|--------------|-----|-------|-----|
| | Неделя 20 | | | |
| Вид занятий | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Практические | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Итого ауд. | 34 | 34 | 34 | 34 |
| Контактная работа | 34 | 34 | 34 | 34 |
| Сам. работа | 110 | 110 | 110 | 110 |
| Итого | 144 | 144 | 144 | 144 |

Программу составил(и):

дфмн, профессор, Лилеев А.С.; кфмн, доцент, Введенский В.Ю.

Рабочая программа

Экспериментальные методы в физике магнетизма

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 03.04.02 ФИЗИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

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

Утверждена в составе ОПОП ВО:

03.04.02 ФИЗИКА, Физика конденсированного состояния, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра физического материаловедения

Протокол от 11.04.2022 г., №8-04

Руководитель подразделения Савченко А.Г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

| | |
|-----|---|
| 1.1 | Сформировать компетенции, предусмотренные учебным планом, научить применению магнитных методов исследования материалов и процессов: подготавливать образцы для измерений, выбирать методы магнитных измерений, оценивать точность и чувствительность методов, осуществлять расчет характеристик материалов и параметров процессов по первичным экспериментальным результатам. |
|-----|---|

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| | | |
|------------|---|------------|
| Блок ОП: | | Б1.В.ДВ.05 |
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: | |
| 2.1.1 | Динамика решетки и электрон-фононное взаимодействие в твердых телах | |
| 2.1.2 | Дифракционные и спектроскопические методы исследования твердых тел | |
| 2.1.3 | Информационно-аналитические системы в материаловедении | |
| 2.1.4 | Методы исследования материалов | |
| 2.1.5 | Неравновесные конденсированные системы часть 2 | |
| 2.1.6 | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности. Научно-исследовательская практика | |
| 2.1.7 | Системы накопления и хранения электрической энергии | |
| 2.1.8 | Технологии получения материалов | |
| 2.1.9 | Физика магнитных явлений. Часть 1. Основы магнетизма | |
| 2.1.10 | Физика магнитных явлений. Часть 2. Магнетизм веществ | |
| 2.1.11 | Физические методы исследований | |
| 2.1.12 | Экспериментальные методы физики твердого тела | |
| 2.1.13 | Атомно-кристаллическая структура твердых фаз | |
| 2.1.14 | Компьютерное моделирование в физическом материаловедении | |
| 2.1.15 | Магнитные материалы | |
| 2.1.16 | Методы теории электронной структуры твердых тел | |
| 2.1.17 | Неравновесные конденсированные системы часть 1 | |
| 2.1.18 | Специальный физический практикум | |
| 2.1.19 | Фазовое равновесие в многокомпонентных системах | |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: | |
| 2.2.1 | Научно-педагогическая практика | |
| 2.2.2 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.3 | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы | |

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

| |
|--|
| ОПК-2: Способен в сфере своей профессиональной деятельности осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики, демонстрировать продвинутые навыки работы в лабораториях / мастерских, способность разрабатывать и проводить экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы |
| Знать: |
| ОПК-2-31 для каждого из экспериментальных методов принцип и теорию метода, основные характеристики, факторы влияющие на точность и чувствительность; |
| ПК-2: Способен проводить экспериментальные исследования и компьютерное моделирование физических процессов, в том числе, в рамках научно-исследовательских, опытно-технологических или опытно-конструкторских работ выполняемых в рамках тематик организаций. |
| Знать: |
| ПК-2-31 описание основных экспериментальных физических методов исследования материалов и процессов, используемых в физике конденсированного состояния магнетизма. |
| ОПК-4: Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности, демонстрировать практические навыки для решения сложных задач, выполнения сложного проектирования, а также проведения комплексных исследований, знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями |
| Знать: |

| |
|--|
| ОПК-4-31 процедуру проведения эксперимента, вид первичных результатов, способы обработки и интерпретации результатов |
| ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания в области физики, знания в междисциплинарных областях для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности |
| Знать: |
| ОПК-1-31 терминологию в области физики магнетизма |
| ОПК-4: Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности, демонстрировать практические навыки для решения сложных задач, выполнения сложного проектирования, а также проведения комплексных исследований, знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями |
| Уметь: |
| ОПК-4-У1 правильно понимать экспериментальные данные, полученные при использовании методов исследования в своей научно-исследовательской работе |
| ОПК-2: Способен в сфере своей профессиональной деятельности осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики, демонстрировать продвинутое навыки работы в лабораториях / мастерских, способность разрабатывать и проводить экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы |
| Уметь: |
| ОПК-2-У1 проводить сбор данных, анализ и обобщение научно-технической информации, основных нормативных документов на основе знаний физики магнетизма; |
| ПК-2: Способен проводить экспериментальные исследования и компьютерное моделирование физических процессов, в том числе, в рамках научно-исследовательских, опытно-технологических или опытно-конструкторских работ выполняемых в рамках тематик организаций. |
| Уметь: |
| ПК-2-У1 подобрать метод измерений магнитных свойств; |
| ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания в области физики, знания в междисциплинарных областях для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности |
| Уметь: |
| ОПК-1-У1 самостоятельно использовать знания о физико-химических основах, принципах и методиках исследований, испытаний и диагностики магнитных материалов |
| ПК-2: Способен проводить экспериментальные исследования и компьютерное моделирование физических процессов, в том числе, в рамках научно-исследовательских, опытно-технологических или опытно-конструкторских работ выполняемых в рамках тематик организаций. |
| Владеть: |
| ПК-2-В1 опытом экспериментального исследования и компьютерного моделирования физических процессов в магнитных материалах |
| ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания в области физики, знания в междисциплинарных областях для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности |
| Владеть: |
| ОПК-1-В1 навыком комплексного подхода к исследованию магнитных свойств и магнитных характеристик |
| ОПК-2: Способен в сфере своей профессиональной деятельности осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики, демонстрировать продвинутое навыки работы в лабораториях / мастерских, способность разрабатывать и проводить экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы |
| Владеть: |
| ОПК-2-В1 опытом формирования и аргументации собственных суждений и научной позиции на основе знаний о типах современных достижения в физике магнетизма |
| ОПК-4: Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности, демонстрировать практические навыки для решения сложных задач, выполнения сложного проектирования, а также проведения комплексных исследований, знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями |
| Владеть: |

ОПК-4-В1 опытом обработки и интерпретации результатов научных исследований;

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. Методы измерений магнитных свойств | | | | | | | |
| 1.1 | Классификация методов магнитных измерений. Первичные измерительные преобразователи. Источники магнитного поля. Измерения в замкнутой и разомкнутой магнитной цепи. /Лек/ | 3 | 1 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 | Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 | | | |
| 1.2 | Индукционные методы измерений. Коммутационный, ступенчатый, непрерывный и импульсный режимы измерений. Импульсно-индукционный метод. Индукционный гистерезисграф. СКВИД-магнитометры. Вибрационный магнитометр. Феррозондовый (ферроиндукционный) магнитометр. /Лек/ | 3 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 | Л1.1Л2.2Л3. 1 Э1 Э2 Э3 | | | |
| 1.3 | Магнитомеханические методы. Магнитометрический способ. Дипольный магнитометр (анизометр). Определение констант магнитной анизотропии. Анализ кривых механического крутящего момента. Микромеханические магнитометры (с кантилевером). /Лек/ | 3 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 | Л1.1Л2.2Л3. 1 Э1 Э2 Э3 | | | |
| 1.4 | Силометрический способ определения магнитного момента. Методы Фарадея и Гуи. Магнитооптические методы. Эффект Фарадея. Полярный, меридиональный и экваториальный эффекты Керра. Оптические схемы магнитополяриметров. /Лек/ | 3 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 | Л1.1Л2.2Л3. 1 Э1 Э2 Э3 | | | |
| 1.5 | Магниторезонансные методы. Ферромагнитный и ядерный магнитный резонансы. /Лек/ | 3 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 | Л1.1Л2.2Л3. 1 Э1 Э2 Э3 | | | |

| | | | | | | | | |
|------|--|---|----|--|-------------------------------|--|--|-----|
| 1.6 | Измерение динамических магнитных свойств. Осциллографический, феррометрический и стробоскопический методы. /Лек/ | 3 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 | Л1.1Л2.2Л3. 1 Э1 Э2 Э3 | | | |
| 1.7 | Мостовой метод измерения магнитной проницаемости. Определение потерь на перемагничивание. /Лек/ | 3 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 | Л1.1Л2.2Л3. 1 Э2 | | | |
| 1.8 | Учет размагничивающего фактора при магнитных измерениях /Пр/ | 3 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 | Л1.1Л2.2Л3. 1 | | | P1 |
| 1.9 | Нахождение координат точек петли магнитного гистерезиса индукционно-импульсным методом /Пр/ | 3 | 2 | ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1Л2.2Л3. 1 | | | P2 |
| 1.10 | Метод замещения и компенсационный метод при использовании вибромагнитометра /Пр/ | 3 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31 | Л1.1Л2.2Л3. 1 Э3 | | | P3 |
| 1.11 | Анализ кривых крутящего механического момента для одноосного и трехосного ферромагнетика /Пр/ | 3 | 2 | ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.1Л2.2Л3. 1 | | | P4 |
| 1.12 | Анализ порога чувствительности микромеханического магнитометра /Пр/ | 3 | 2 | ОПК-2-31 ОПК-2-У1 | Л1.1Л2.2Л3. 1 | | | P5 |
| 1.13 | Магнитные спектры ферромагнетика /Пр/ | 3 | 3 | ОПК-1-31 ОПК-1-У1 | Л1.1Л2.2Л3. 1 | | | P6 |
| 1.14 | Выполнение домашнего задания в форме доклада с представлением презентации в формате MS PowerPoint: Методы измерения магнитного момента /Ср/ | 3 | 36 | ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ПК-2-31 | Л1.1Л3.1 | | | P9 |
| 1.15 | Подготовка к практическим занятиям по теме раздела /Ср/ | 3 | 32 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 | Л1.1Л2.2Л3. 1 Э1 Э2 | | | |
| 1.16 | Подготовка к контрольной работе 1 по теме Методы измерений магнитных свойств /Ср/ | 3 | 10 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 | Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 | | | КМ1 |
| | Раздел 2. Терромагнитный анализ | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|--|---|----|--|-------------------------------|--|-----|----|
| 2.1 | Методы определения температуры Кюри однофазного ферромагнетика (метод термодинамических коэффициентов Белова, определение температурной зависимости начальной проницаемости). Различие ферромагнитной и парамагнитной точек Кюри. Фазовый магнитный анализ. Правило аддитивности для намагниченности насыщения гетерогенных систем. Определение намагниченности и температур Кюри фаз по магнитограмме. /Лек/ | 3 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 | Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 | | | |
| 2.2 | Анализ магнитограмм гетерогенного ферромагнетика /Пр/ | 3 | 2 | ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 | Л1.1Л3.1 | | | Р7 |
| 2.3 | Подготовка к практическому занятию по разделу Термомагнитный анализ /Ср/ | 3 | 6 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 | Л1.1Л3.1 | | | |
| 2.4 | Подготовка к контрольной работе 2 по теме Термомагнитный анализ /Ср/ | 3 | 10 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 | Л1.1Л2.2Л3.1 | | КМ2 | |
| Раздел 3. Изучение доменной структуры | | | | | | | | |
| 3.1 | Методы исследования доменной структуры ферромагнетиков. Порошковый метод Акулова–Биттера. Магнитооптический метод (микроскопия Керра и Фарадея). Электронно-оптический метод. Магнитно-силовая микроскопия. /Лек/ | 3 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 | Л1.1Л2.1Л3.1 | | | |
| 3.2 | Качество изображений доменной структуры, полученных разными методами /Пр/ | 3 | 2 | ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.1Л3.1 | | | Р8 |
| 3.3 | Подготовка к практическому занятию по теме раздела /Ср/ | 3 | 6 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 | Л1.1Л3.1 Э3 | | | |
| 3.4 | Подготовка к контрольной работе 3 по теме Изучение доменной структуры /Ср/ | 3 | 10 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 | Л1.1Л2.1Л3.1 | | 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 |
| КМ1 | Контрольная работа 1 по теме "Методы измерений магнитных свойств" | ОПК-4-31;ОПК-2-31;ОПК-1-31;ПК-2-31 | <p>Методы измерений магнитных свойств.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Приведите классификацию методов магнитных измерений. 2. Назовите первичные измерительные преобразователи. Для чего нужны. Принципы работы. 3. перечислите сточки магнитного поля. 4. Как проводить измерения в замкнутой магнитной цепи. 5. Как проводить измерения разомкнутой магнитной цепи. 6. В чем разница проведения измерений в замкнутой и разомкнутой магнитной цепи. 7. Индукционные методы измерений. 8. Коммутационный, ступенчатый, непрерывный и импульсный режимы измерений. 9. Импульсно-индукционный метод. 10. Индукционный гистерезисграф. Принцип работы. Образцы. Точность измерений. 11. СКВИД-магнитометры. Принцип работы. Образцы. Точность измерений. 12. Вибрационный магнитометр. Принцип работы. Образцы. Точность измерений. 13. Феррозондовый (ферроиндукционный) магнитометр. Принцип работы. Образцы. Точность измерений. 14. Перечислите магнитомеханические методы. 15. Опишите магнитометрический способ измерений. 16. Дипольный магнитометр (анизометр). Принцип работы. Образцы. Точность измерений. 17. Перечислите константы магнитной анизотропии. 18. Как можно определить константы магнитной анизотропии. 19. В чем заключается анализ кривых механического крутящего момента. 20. Микромеханические магнитометры (с кантилевером). Описание, принципы работы, подготовка образцов, погрешность измерений. 21. Силометрический способ определения магнитного момента. 22 опишите Методы Фарадея и Гуи. 23. Опишите магнитооптические методы. 24 Опишите Эффект Фарадея. 25. Что такое полярный, меридиональный и экваториальный эффекты Керра. В чем различия? 26 Опишите Оптические схемы магнитополяриметров. 27. Перечислите магниторезонансные методы. В чем особенность. 28. Ферромагнитный и ядерный магнитный резонансы. Характеристики. 29 Измерение динамических магнитных свойств. 30 Опишите Осциллографический метод измерения магнитных свойств. 31. Опишите феррометрический метод измерения магнитных свойств. 32. Опишите стробоскопический метод измерения магнитных свойств. 33, Сравните осциллографический, феррометрический и стробоскопический методы. Преимущества и недостатки каждого метода. 34 Мостовой метод измерения магнитной проницаемости. 35. Определение потерь на перемагничивание. |

| | | | |
|-----|--|------------------------------------|--|
| КМ2 | Контрольная работа 2 по теме "Терромагнитный анализ" | ОПК-4-31;ОПК-2-31;ОПК-1-31;ПК-2-31 | Терромагнитный анализ 1. Опишите методы определения температуры Кюри однофазного ферромагнетика (метод термодинамических коэффициентов Белова, определение температурной зависимости начальной проницаемости). 2. Различие ферромагнитной и парамагнитной точек Кюри. 3. В чем заключается фазовый магнитный анализ. 4. Сформулируйте правило аддитивности для намагниченности насыщения гетерогенных систем. 5. Что такое магнитограмма? 6. Как определить намагниченность по магнитограмме? 7. Возможно ли по магнитограмме определить температуру Кюри фаз. Если да, опишите процедуру определения температур Кюри фаз по магнитограмме. |
| КМ3 | Контрольная работа 3 по теме "Изучение доменной структуры" | ОПК-4-31;ОПК-2-31;ОПК-1-31;ПК-2-31 | Раздел 3. Изучение доменной структуры 1. Что такое доменная структура? В каких материалах встречается? 2. перечислите методы исследования доменной структуры ферромагнетиков. 3. Опишите порошковый метод Акулова–Биттера. 4. Опишите магнитооптический метод (микроскопия Керра и Фарадея). 5. Электронно-оптический метод. Принципы, области применения, образцы. |

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 | Практическое занятие 1 | ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-2-31;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-2-31 | Учет размагничивающего фактора при магнитных измерениях |
| P2 | Практическое занятие 2 | ОПК-2-31;ОПК-2-В1;ОПК-2-У1 | Нахождение координат точек петли магнитного гистерезиса индукционно-импульсным методом |
| P3 | Практическое занятие 3 | ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-31 | Метод замещения и компенсационный метод при использовании вибромагнитометра |
| P4 | Практическое занятие 4 | ПК-2-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1 | Анализ кривых крутящего механического момента для одноосного и трехосного ферромагнетика |
| P5 | Практическое занятие 5 | ОПК-2-31;ОПК-2-У1 | Анализ порога чувствительности микромеханического магнитометра |
| P6 | Практическое занятие 6 | ОПК-1-31;ОПК-1-У1 | Магнитные спектры ферромагнетика |
| P7 | Практическое занятие 7 | ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1 | Анализ магнитограмм гетерогенного ферромагнетика |
| P8 | Практическое занятие 8 | ПК-2-31;ПК-2-В1;ПК-2-У1 | Качество изображений доменной структуры, полученных разными методами |
| P9 | Домашнее задание | ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-1-У1;ПК-2-31 | По курсу предусмотрено 1 домашнее задание в форме доклада с представлением презентации в формате MS PowerPoint: тема доклада: Методы измерения магнитного момента |

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.

Оценка «неявка» студент, не явился на контрольные мероприятия в течение семестра

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|--|--|------------------------|-------------------|
| Л1.1 | Перминов А. С., Шуваева Е. А., Введенский В. Ю., Лилеев А. С. | Методы испытаний магнитных материалов: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Физ. материаловедение' и спец. 'Стандартизация и сертификация' | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2006 |

6.1.2. Дополнительная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|--|---|------------------------|------------------------|
| Л2.1 | Перминов А. С., Введенский В. Ю., Лилеев А. С. | Сертификация магнитных материалов: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Физ. материаловедение' и спец. 'Стандартизация и сертификация' | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2006 |
| Л2.2 | Введенский В. Ю., Лилеев А. С., Перминов А. С. | Экспериментальные методы физического материаловедения: монография | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МИСиС, 2011 |

6.1.3. Методические разработки

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|-----------------------------------|---|------------------------|------------------------|
| Л3.1 | Введенский В. Ю., Лилеев А. С. | Физические методы исследования. Магнитные свойства: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150700 - Физическое материаловедение, спец. 150702 - Физика металлов | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2010 |

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| | | |
|----|--|---|
| Э1 | 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. / URL: https://techlibrary.ru/b/2o1u1rlalclm1flc_2t.2k | https://techlibrary.ru/b/2o1u1rlalclm1flc_2t.2k,_3cljlm1altlplc_2j.2q._3clj1iljly1flsllljf_inlftlple2c_lj1slslm1flelplclalolj2g_inlftlalmlm1plc_lj_1slqlmlalclplc_2004.pdf |
| Э2 | Кунце Х.-И. Методы физических измерений. - М.: Мир, 1989. / URL: https://obuchalka.org/2013091773542/metodi-fizicheskikh-izmerenii-kunce-h-i-1989.html | https://obuchalka.org/2013091773542/metodi-fizicheskikh-izmerenii-kunce-h-i-1989.html |
| Э3 | ГОСТ Р 8.753-2011 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Стандартные образцы материалов (веществ). Основные положения. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200093434 | http://docs.cntd.ru/document/1200093434 |

6.3 Перечень программного обеспечения

| | |
|-----|---|
| П.1 | Microsoft Office |
| П.2 | LMS Canvas |
| П.3 | MS Teams |
| П.4 | Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr |
| П.5 | ESET NOD32 Antivirus |
| П.6 | Win Pro 10 32-bit/64-bit |

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-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; dilatометр; твердометр по Роквеллу; комплект учебной мебели |
| Б-416 | Учебная аудитория | проектор; экран; маркерная доска; компьютер преподавателя; микроскоп Carl Zeiss Axio Scope A1, компьютерный класс на 12 компьютеров, 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, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus |
| Читальный зал №4 (Б) | | комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Практические занятия нацелены на получения навыков подготовки образцов для измерений, умения выбирать методы магнитных измерений, оценивать точность и чувствительность методов, осуществлять расчет характеристик материалов и параметров процессов по первичным экспериментальным результатам.

Обучение организуется в соответствии с настоящей программой. Самостоятельная работа организуется с помощью электронной версий конспекта лекций и электронных версий учебных пособий. К практическим занятиям студентам выдаются вопросы для самопроверки, а также примеры вопросов индивидуального опроса студентов во время занятий.

Перед началом занятий студенты получают на текущий семестр календарный план проведения практических занятий и контрольных работ, график выдачи и сдачи домашнего задания.