

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной 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)

# Технологии материалов с особыми физическими свойствами

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация

**Инженер-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 7

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

76

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 7 (4.1) |     | Итого |     |
|---|---------|-----|-------|-----|
|   | Неделя  |     |       |     |
| 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                               | 76      | 76  | 76    | 76  |
| Часы на контроль                          | 36      | 36  | 36    | 36  |
| Итого                                     | 180     | 180 | 180   | 180 |

Программу составил(и):

*к.ф.-.м.н., доц., Введенский Вадим Юрьевич; к.ф.-.м.н., доц., Перминов Александр Сергеевич*

Рабочая программа

**Технологии материалов с особыми физическими свойствами**

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 соответствие с учебным планом, а также научить рациональному выбору и использованию материалов с особыми физическими свойствами в изделиях различного назначения, а также основам технологии получения и обработки данных материалов. |
|-----|--|

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|            |   |            |
|------------|---|------------|
| Блок ОП:   |   | Б1.В.ДВ.16 |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |            |
| 2.1.1      | Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы  |            |
| 2.1.2      | Материаловедение  |            |
| 2.1.3      | Материаловедение полупроводников и диэлектриков   |            |
| 2.1.4      | Металловедение инновационных материалов   |            |
| 2.1.5      | Методы исследования материалов  |            |
| 2.1.6      | Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии                                      |            |
| 2.1.7      | Метрология и технические измерения функциональных материалов  |            |
| 2.1.8      | Метрология, стандартизация и технические измерения  |            |
| 2.1.9      | Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике  |            |
| 2.1.10     | Основы материаловедения и методов исследования материалов   |            |
| 2.1.11     | Разработка новых материалов   |            |
| 2.1.12     | Фазовые равновесия и дефекты структуры  |            |
| 2.1.13     | Физика диэлектриков   |            |
| 2.1.14     | Физика полупроводников  |            |
| 2.1.15     | Введение в квантовую теорию твердого тела   |            |
| 2.1.16     | Дефекты кристаллической решетки   |            |
| 2.1.17     | Компьютеризация эксперимента  |            |
| 2.1.18     | Материалы альтернативной энергетики   |            |
| 2.1.19     | Материалы наукоемких технологий   |            |
| 2.1.20     | Основы дизайна металлических материалов   |            |
| 2.1.21     | Планирование и организация научно-исследовательской работы  |            |
| 2.1.22     | Планирование научного эксперимента  |            |
| 2.1.23     | Современные проблемы материаловедения   |            |
| 2.1.24     | Теория поверхностных явлений  |            |
| 2.1.25     | Теория симметрии  |            |
| 2.1.26     | Электроника   |            |
| 2.1.27     | Кристаллография   |            |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |            |
| 2.2.1      | Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ  |            |
| 2.2.2      | Композиционные материалы  |            |
| 2.2.3      | Конструирование композиционных материалов   |            |
| 2.2.4      | Методы исследования структур и материалов. Часть 2  |            |
| 2.2.5      | Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия  |            |
| 2.2.6      | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности                  |            |
| 2.2.7      | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности                  |            |
| 2.2.8      | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности                  |            |
| 2.2.9      | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности                  |            |
| 2.2.10     | Специальные сплавы  |            |
| 2.2.11     | Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 1. Магнитно-мягкие сплавы                  |            |
| 2.2.12     | Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы                 |            |
| 2.2.13     | Аморфные, микро- и нанокристаллические материалы  |            |
| 2.2.14     | Биофизика   |            |
| 2.2.15     | Высокотемпературные и сверхтвердые функциональные и конструкционные материалы   |            |
| 2.2.16     | Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве   |            |

|        |   |
|--------|---|
| 2.2.17 | Материаловедение и технологии перспективных материалов                                    |
| 2.2.18 | Методы исследования характеристик и свойств материалов                                    |
| 2.2.19 | Методы электронной микроскопии для материалов твердотельной электроники                   |
| 2.2.20 | Метрология и испытания функциональных материалов  |
| 2.2.21 | Основы научно-технического перевода   |
| 2.2.22 | Практика научно-технического перевода и редактирования                                    |
| 2.2.23 | Тензорные методы в кристаллофизике  |
| 2.2.24 | Технология получения кристаллов   |
| 2.2.25 | Физические основы магнетизма и процессы перемагничивания материалов                       |
| 2.2.26 | Физические свойства приповерхностных слоев и методы их исследований                       |
| 2.2.27 | Функциональные наноматериалы  |
| 2.2.28 | Химия и технология полимерных материалов  |
| 2.2.29 | Биоорганическая химия   |
| 2.2.30 | Высокотемпературные керамические материалы  |
| 2.2.31 | Жаропрочные и радиационно-стойкие материалы   |
| 2.2.32 | Квантовая теория твердого тела  |
| 2.2.33 | Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов электроники            |
| 2.2.34 | Методы исследования макро- и микроструктуры материалов                                    |
| 2.2.35 | Методы непараметрической статистики   |
| 2.2.36 | Некоторые главы кристаллохимии  |
| 2.2.37 | Объемные наноматериалы  |
| 2.2.38 | Процессы получения и обработки сверхтвердых материалов                                    |
| 2.2.39 | Структура и технологичность сплавов   |
| 2.2.40 | Физико-химия эволюции твердого вещества   |
| 2.2.41 | Ядерно-спектроскопические и синхротронные методы исследований                             |
| 2.2.42 | Аттестация и испытания высокотемпературных и сверхтвердых материалов                      |
| 2.2.43 | Аттестация и сертификация изделий электронной техники                                     |
| 2.2.44 | Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве функциональных материалов |
| 2.2.45 | Материаловедение и технологии перспективных материалов                                    |
| 2.2.46 | Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики                                    |
| 2.2.47 | Менеджмент качества   |
| 2.2.48 | Металлические материалы для крупных транспортных систем                                   |
| 2.2.49 | Металловедение высокопрочных сплавов  |
| 2.2.50 | Методология и практика определения размерных характеристик материалов                     |
| 2.2.51 | Методология научных исследований  |
| 2.2.52 | Оптические явления в кристаллах. Часть 2  |
| 2.2.53 | Основы клеточной биологии   |
| 2.2.54 | Оформление результатов научной деятельности   |
| 2.2.55 | Практическое применение теории функционала электронной плотности                          |
| 2.2.56 | Симметрия наносистем  |
| 2.2.57 | Современные компьютерные технологии в структурном анализе                                 |
| 2.2.58 | Спектроскопические и зондовые методы  |
| 2.2.59 | Термомеханическая обработка металлов и сплавов  |
| 2.2.60 | Управление коллективами   |
| 2.2.61 | Управление проектами  |
| 2.2.62 | Химические основы биологических процессов   |
| 2.2.63 | Цифровое материаловедение   |
| 2.2.64 | Нормы и правила оформления ВКР  |
| 2.2.65 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы                  |
| 2.2.66 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы                  |
| 2.2.67 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы                  |
| 2.2.68 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы                  |
| 2.2.69 | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы                   |

|        |   |
|--------|---|
| 2.2.70 | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы |
| 2.2.71 | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы |
| 2.2.72 | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы |

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

**ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям**

**Знать:**

ПК-1-33 Основы технологий материалов с особыми физическими свойствами

ПК-1-32 Возможности современных методов физических исследований

ПК-1-31 Физические свойства и способы управления физическими свойствами материалов

**Уметь:**

ПК-1-У2 Находить связи между физическими свойствами материала и рабочими характеристиками изделия (системы)

ПК-1-У1 Определять физические, химические, механические свойства материалов при различных видах испытаний

**Владеть:**

ПК-1-В2 Практическими навыками проведения физических измерений, испытаний и контроля материалов с особыми физическими свойствами

ПК-1-В1 Методами планирования и проведения измерительных экспериментов, выбора и использования методов обработки экспериментальных данных и оценки результатов экспериментов

### 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 |
|-------------|--|----------------|-------|------------------------------------|--------------------------|------------|----|--------------------|
|             | <b>Раздел 1. Материалы с особыми электрическими свойствами</b>       |                |       |                                    |                          |            |    |                    |
| 1.1         | Материалы высокой проводимости. Технологии производства /Лек/        | 7              | 2     | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33            | Л1.1<br>Л1.12Л2.3        |            |    |                    |
| 1.2         | Сверхпроводники. Технологии производства /Лек/                       | 7              | 2     | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33            | Л1.1Л3.8                 |            |    |                    |
| 1.3         | Неметаллические проводники. /Лек/                                    | 7              | 2     | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33            | Л1.1                     |            |    |                    |
| 1.4         | Материалы для электрических контактов. Технологии производства /Лек/ | 7              | 2     | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33            | Л1.1                     |            |    |                    |
| 1.5         | Резистивные материалы. Технологии производства /Лек/                 | 7              | 2     | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33            | Л1.1Л2.3                 |            |    |                    |
| 1.6         | Проводники /Пр/  | 7              | 2     | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33            | Л1.10Л2.3                |            |    |                    |
| 1.7         | Сверхпроводниковые устройства /Пр/                                   | 7              | 2     | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33            | Л1.7                     |            |    |                    |
| 1.8         | Резистивные элементы /Пр/  | 7              | 2     | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33            | Л1.8<br>Л1.9Л2.3         |            |    |                    |
| 1.9         | Электрические свойства проводниковых материалов /Лаб/                | 7              | 2     | ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2    | Л1.6<br>Э3 Э5            |            |    | Р2                 |

|      |  |   |   |                                 |   |  |  |  |    |
|------|--|---|---|---------------------------------|---|--|--|--|----|
| 1.10 | Измерение удельного электрического сопротивления резистивных материалов /Лаб/  | 7 | 2 | ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 | Л1.6<br>Э1 Э5                                   |  |  |  | Р3 |
| 1.11 | Подготовка л кабораторным работам раздела "Материалы с особыми электрическими свойствами" /Ср/                                   | 7 | 4 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33         | Л1.6  |  |  |  |    |
| 1.12 | Проработка лекционного материала раздела Материалы с особыми электрическими свойствами и подготовка к контрольной работе №1 /Ср/ | 7 | 8 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33         | Л1.1  |  |  |  |    |
|      | <b>Раздел 2. Магнитные материалы</b>   |   |   |                                 |   |  |  |  |    |
| 2.1  | Магнитомягкие материалы. Технологии производства и обработки /Лек/   | 7 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33         | Л1.2<br>Л1.5Л2.1                                |  |  |  |    |
| 2.2  | Электротехнические стали. Технологии прокатки и термической обработки /Лек/  | 7 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33         | Л1.5  |  |  |  |    |
| 2.3  | Прецизионные магнитомягкие сплавы. /Лек/   | 7 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33         | Л1.5  |  |  |  |    |
| 2.4  | Магнитомягкие ферриты. /Лек/   | 7 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33         | Л1.5  |  |  |  |    |
| 2.5  | Материалы для магнитной записи /Лек/   | 7 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33         | Л1.5  |  |  |  |    |
| 2.6  | Магнитотвердые материалы. Технологии производства и термической обработки /Лек/  | 7 | 6 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33         | Л1.5Л2.1  |  |  |  |    |
| 2.7  | Магнитные элементы /Пр/  | 7 | 2 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33         | Л1.4  |  |  |  |    |
| 2.8  | Магнитные системы /Пр/   | 7 | 4 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33         | Л1.4Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Л3.6 Л3.7 |  |  |  |    |
| 2.9  | Сравнение статических магнитных свойств магнитомягких материалов разных групп /Лаб/  | 7 | 2 | ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 | Л1.3 Л1.6<br>Э4 Э5 Э6                           |  |  |  | Р4 |
| 2.10 | Определение координат точек динамической петли гистерезиса аморфного магнитомягкого материала и динамной стали /Лаб/             | 7 | 2 | ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 | Л1.3 Л1.6<br>Э4 Э6                              |  |  |  | Р5 |
| 2.11 | Сравнение частотных свойств магнитомягкого феррита и пермаллоя /Лаб/   | 7 | 2 | ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 | Л1.6<br>Э4 Э5 Э6                                |  |  |  | Р6 |
| 2.12 | Измерение свойств магнитотвердых материалов /Лаб/  | 7 | 3 | ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 | Л1.3<br>Э6                                      |  |  |  | Р8 |
| 2.13 | Подготовка к лабораторным работам раздела "Магнитные материалы" /Ср/   | 7 | 6 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33         | Л1.3 Л1.6                                       |  |  |  |    |

|      |  |   |    |                                    |  |  |  |    |
|------|--|---|----|------------------------------------|--|--|--|----|
| 2.14 | Проработка лекционного материала раздела<br>Магнитные материалы и подготовка к контрольной работе №2 /Ср/                              | 7 | 10 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33            | Л1.2<br>Л1.5Л2.1                                 |  |  |    |
|      | <b>Раздел 3. Материалы с особыми тепловыми и упругими свойствами</b>   |   |    |                                    |  |  |  |    |
| 3.1  | Прецизионные сплавы с особыми свойствами теплового расширения. Технологии производства /Лек/   | 7 | 4  | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33            | Л1.12  |  |  |    |
| 3.2  | Сплавы с особыми упругими свойствами. /Лек/  | 7 | 4  | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33            | Л1.13Л2.2  |  |  |    |
| 3.3  | Тепловые и упругие элементы /Пр/   | 7 | 5  | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33            | Л1.11 Л1.12<br>Л1.13Л3.9<br>Л3.10 Л3.11          |  |  |    |
| 3.4  | Определение температурного коэффициента линейного расширения с помощью индукционного dilatометра /Лаб/                                 | 7 | 4  | ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2    | Л1.6<br>Э1 Э3                                    |  |  | Р7 |
| 3.5  | Подготовка к лабораторной работе раздела Материалы с особыми тепловыми и упругими свойствами /Ср/                                      | 7 | 6  | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33            | Л1.6   |  |  |    |
| 3.6  | Проработка лекционного материала раздела Материалы с особыми тепловыми и упругими свойствами и подготовка к контрольной работе №3 /Ср/ | 7 | 10 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33            | Л1.12 Л1.13                                      |  |  |    |
| 3.7  | Выполнение домашнего задания по курсу. /Ср/  | 7 | 14 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33<br>ПК-1-У2 | Л1.1 Л1.5<br>Л1.12 Л1.13<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 |  |  | Р1 |
| 3.8  | Подготовка к экзамену по курсу /Ср/  | 7 | 18 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33            | Л1.1 Л1.2<br>Л1.5 Л1.6<br>Л1.12 Л1.13            |  |  |    |

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код<br>КМ | Контрольное мероприятие | Проверяемые индикаторы компетенций | Вопросы для подготовки |
|-----------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|
|-----------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|

|     |                       |                         |   |
|-----|-----------------------|-------------------------|---|
| КМ1 | Контрольная работа №1 | ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33 | <p>1 В чём отличие требований к химическому и фазовому составу проводниковых и резистивных материалов?</p> <p>2 Каковы особенности технологии изготовления керамических резистивных материалов?</p> <p>3 Какие факторы определяют оптимальное соотношение хрома и никеля в нихроме?</p> <p>4 Каковы особенности композиционных проводниковых материалов?</p> <p>5 Для каких материалов с особыми электрическими свойствами нормируют температурный коэффициент удельного электрического сопротивления?</p> <p>6 Каково назначение составляющих элементов сверхпроводникового композиционного материала?</p> <p>7 Какие факторы определяют температуру сверхпроводящего перехода в сверхпроводнике?</p> <p>8 Какие сверхпроводящие материалы называют высокотемпературными?</p> <p>9 Для чего создают кристаллографическую текстуру в высокотемпературных сверхпроводниках?</p> <p>10 Каковы возможные технологические методы изготовления плёночных резистивных материалов?</p> <p>11 Какие требования предъявляют к сплавам для термоэлектрических преобразователей?</p> <p>12 Какие сплавы относят к электротехнической меди?</p> <p>13 Приведите примеры неметаллических проводников.</p> <p>14 Для чего используют легирование кадмием электротехнической бронзы?</p> <p>15 Какие особые свойства проводникового сплава марки БрБ2 используют при изготовлении токоведущих упругих элементов?</p> <p>16 Каковы причины высокой анизотропии электрического сопротивления графита?</p> <p>17 Сплавы с какими особенностями электрических свойств используют для изготовления тензометров?</p> <p>18 Почему введение в состав вольфрама оксидов может улучшить эксплуатационные свойства вольфрамовых нагревателей?</p> <p>19 Опишите причины зависимости удельного электрического сопротивления металлических плёнок от их толщины.</p> <p>20 Опишите основные положения теории Бардина, Купера, Шриффера для объяснения механизма сверхпроводимости.</p> <p>21 Из чего состоят и как применяют контактолы?</p> <p>22 Какие материалы используют для электрических контактов?</p> |
|-----|-----------------------|-------------------------|---|

|     |                       |                         |   |
|-----|-----------------------|-------------------------|---|
| КМ2 | Контрольная работа №2 | ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие материалы относят к магнитомягким?</li> <li>2. Приведите по одному примеру изделия с использованием магнитного материала а) с низкой коэрцитивной силой и б) с высокой коэрцитивной силой.</li> <li>3. Почему для материала, используемого для изготовления сердечника электрического реле, нормируют значение коэрцитивной силы?</li> <li>4. Каковы особенности фазового состава магнитомягких металлических сплавов?</li> <li>5. Для каких областей применения изделия из магнитомягких материалов должны состоять из слоёв малой толщины?</li> <li>6. Почему сердечники трансформаторов изготавливают, как правило, шихтованными?</li> <li>7. Приведите пример магнитомягкого сплава, относящегося к прецизионным сплавам с наивысшей начальной магнитной проницаемостью.</li> <li>8. Какова причина влияния термомагнитной обработки на форму петли магнитного гистерезиса?</li> <li>9. Какие виды магнитной анизотропии могут влиять на магнитные свойства магнитомягких сплавов?</li> <li>10. Как учитывают влияние скин-эффекта на свойства сердечников из магнитомягких материалов?</li> <li>11. В чём отличие магнитных свойств и областей применения изотропных и анизотропных электротехнических сталей?</li> <li>12. В чём отличие оптимальной термической обработки низконикелевых и высоконикелевых пермаллоев?</li> <li>13. Как направленное упорядочение влияет на магнитные свойства магнитомягких сплавов?</li> <li>14. Почему дроссель с сердечником из магнитомягкого материала может использоваться в электрической цепи для подавления электромагнитных помех?</li> <li>15. Как получают ленты аморфных металлических сплавов?</li> <li>16. Как получают высокую начальную проницаемость в сплаве типа «файнмет»?</li> <li>17. Какие магнитные материалы называются ферритами?</li> <li>18. Какова микроструктура магнитотвёрдых материалов, относящихся к группе материалов с анизотропией полей рассеяния?</li> <li>19. Почему максимальное энергетическое произведение является важным параметром магнитотвёрдых материалов, а для магнитомягких материалов чаще всего не определяют?</li> <li>20. Приведите пример магнитотвёрдого материала, относящегося к группе материалов с высокой магнитокристаллической анизотропией.</li> <li>21. Опишите порошковый метод изготовления постоянных магнитов.</li> <li>22. В каком магнитотвёрдом материале получено</li> </ol> |
| КМ3 | Контрольная работа №3 | ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислите тепловые свойств материалов</li> <li>2. Перечислите упругие свойства материалов.</li> <li>3. Что такое прецизионные сплавы.</li> <li>4. Способы получения прецизионных сплавов.</li> <li>5. Свойства теплового расширения.</li> <li>6. Сплавы с особыми упругими свойствами.</li> <li>7. Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР).</li> <li>8. Перечислите прецизионные сплавы и их особенности.</li> <li>9. Сплавы, для конструкций, работающих при низких температурах</li> <li>10. Сплав для деталей приборов, работающих при повышенных нагрузках</li> <li>11. Приведите примеры сплавов с заданными упругими свойствами</li> <li>12. Сплавы для кернов в измерительных приборах</li> <li>13. Сплавы для упругих чувствительных элементов приборов</li> <li>14. Сплавы для токоведущих упругих чувствительных элементов</li> </ol>   |

|     |         |                         |  |
|-----|---------|-------------------------|--|
| КМ4 | Экзамен | ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33 | <p>Раздел 1. Материалы с особыми электрическими свойствами</p> <p>Материалы высокой проводимости.</p> <p>Сверхпроводники.</p> <p>Неметаллические проводники.</p> <p>Материалы для электрических контактов.</p> <p>Резистивные материалы.</p> <p>Раздел 2. Магнитные материалы</p> <p>Магнитомягкие материалы.</p> <p>Электротехнические стали.</p> <p>Прецизионные магнитомягкие сплавы.</p> <p>Магнитомягкие ферриты.</p> <p>Материалы для магнитной записи.</p> <p>Магнитотвердые материалы.</p> <p>Раздел 3. Материалы с особыми тепловыми и упругими свойствами</p> <p>Прецизионные сплавы с особыми свойствами теплового расширения.</p> <p>Сплавы с особыми упругими свойствами.</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         | Домашнее задание | ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У2    | <p>Примеры тем:</p> <p>Магнитно-мягкие материалы</p> <p>1 Сплав прецизионный магнитно-мягкий марки 45Н для малогабаритных силовых трансформаторов</p> <p>2 Сплав прецизионный магнитно-мягкий марки 50НХС для сердечников импульсных трансформаторов</p> <p>3 Сплав прецизионный магнитно-мягкий марки 40Н для сердечников помехоподавляющих проводов зажигания автомобилей</p> <p>4 Сплав прецизионный магнитно-мягкий марки 50НП для сердечников магнитных усилителей</p> <p>5 Сплав прецизионный магнитно-мягкий марки 40НКМП для сердечников коммутирующих дросселей</p> <p>6 Сплав прецизионный магнитно-мягкий марки 80НХС для сердечников магнитных головок</p> <p>7 Сплав прецизионный магнитно-мягкий марки 68НМ для сердечников широкополосных трансформаторов</p> <p>8 Сплав прецизионный магнитно-мягкий марки 47НК для сердечников катушек постоянной индуктивности</p> <p>9 Сплав прецизионный магнитно-мягкий марки 16Х для магнитопроводов систем управления якорей и электромагнитов</p> <p>10 Сплав прецизионный магнитно-мягкий марки 36КНМ для магнитопроводов, работающих в морской воде</p> <p>11 Сплав прецизионный магнитно-мягкий марки 27КХ для роторов и статоров электрических машин</p> <p>12 Сплав прецизионный магнитно-мягкий марки 49К2Ф для пакетов ультразвуковых преобразователей телефонных мембран</p> <p>13 Сплав прецизионный магнитно-мягкий марки 49КФ для полюсных наконечников электромагнитов</p> <p>14 Сплав прецизионный магнитно-мягкий марки 81НМА для сердечников феррозондов</p> <p>15 Аморфный магнитно-мягкий сплав марки АМАГ-172 для магнитных экранов</p> <p>16 Аморфный магнитно-мягкий сплав марки Г-501 для измерительных трансформаторов тока</p> <p>17 Аморфный магнитно-мягкий сплав марки Г-515 для магнитопроводов насыщающихся реакторов (дросселей)</p> <p>18 Нанокристаллический магнитно-мягкий сплав марки АМАГ-200 для устройств защитного отключения</p> <p>19 Нанокристаллический магнитно-мягкий сплав марки 5БДСР для электромагнитных фильтров</p> <p>20 Аморфный магнитно-мягкий сплав марки 84КХСР для магнитных модуляторов</p> <p>21 Аморфный прецизионный магнитомягкий сплав 2НСР для импульсных и силовых трансформаторов</p> <p>22 Сталь электротехническая нелегированная марки 10880 для</p> |

|    |  |                                 |  |
|----|--|---------------------------------|--|
|    |  |                                 | <p>сердечников электромагнитных реле</p> <p>23 Сталь электротехническая анизотропная марки 3412 для сердечников силовых трансформаторов</p> <p>24 Сталь электротехническая изотропная марки 2412 для роторов и статоров электрических машин</p> <p>Сплавы с заданным температурным коэффициентом линейного расширения (ТКЛР)</p> <p>25 Прецизионный сплав марки 36Н (инвар) для деталей приборов, требующих постоянства размеров в интервале климатических температур</p> <p>26 Прецизионный сплав марки 29НК (ковар) для вакуумплотных спаев элементов радиоэлектронной аппаратуры со стеклами</p> <p>27 Прецизионный сплав марки 58Н-ВИ для штриховых мер длины</p> <p>28 Прецизионный дисперсионно-твердеющий сплав марки 35НКТ для деталей приборов, работающих при повышенных нагрузках</p> <p>29 Прецизионный сплав марки 32НК-ВИ для изделий с полированной поверхностью, которые нельзя подвергать закалке для получения более низкого ТКЛР</p> <p>30 Прецизионный сплав марки 36НХ для конструкций и трубопроводов, работающих при низких температурах</p> <p>Сплавы с заданными упругими свойствами</p> <p>31 Немагнитный коррозионностойкий деформационно-твердеющий сплав 40КХНМ для кернов в измерительных приборах</p> <p>32 Немагнитный коррозионностойкий деформационно-твердеющий сплав марки 36НХТЮ для упругих чувствительных элементов приборов</p> <p>33 Немагнитный коррозионностойкий дисперсионно-твердеющий сплав марки 97НЛ для токоведущих упругих чувствительных элементов</p> <p>Сверхпроводящие материалы</p> <p>34 Сплав прецизионный марки 35БТ для токопроводов сверхпроводящих магнитных систем</p> <p>35 Высокотемпературная сверхпроводящая керамика YBCO для экранирования слабых магнитных полей</p> <p>Сплавы с высоким электрическим сопротивлением</p> <p>36 Сплав прецизионный марки Х15Ю5 для резистивных элементов</p> <p>37 Сплав прецизионный марки Х20Н80-Н для нагревательных элементов с предельной рабочей температурой 1200 оС промышленных электропечей</p> <p>Сплавы с заданным температурным коэффициентом электрического сопротивления</p> <p>38 Сплав прецизионный марки Н50К10 для термодатчиков сопротивления</p> <p>39 Сплав прецизионный марки Х20Н73ЮМ-ВИ для прецизионных резисторов с повышенной стабильностью</p> <p>Термобиметаллы</p> <p>40 Термобиметалл ТБ73/57 для термочувствительных элементов с малой величиной изгиба</p> |
| P2 | Лабораторная работа<br>Электрические свойства проводниковых материалов                         | ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1;ПК-1-В2 | Изучение электрических свойства проводниковых материалов   |
| P3 | Лабораторная работа<br>Измерение удельного электрического сопротивления резистивных материалов | ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1;ПК-1-В2 | Измерение удельного электрического сопротивления резистивных материалов  |
| P4 | Лабораторная работа<br>Статических магнитные свойства магнитомягких материалов                 | ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1;ПК-1-В2 | Сравнение статических магнитных свойств магнитомягких материалов разных групп  |

|    |  |                                 |  |
|----|--|---------------------------------|--|
| P5 | Лабораторная работа Построение петли гистерезиса                   | ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1;ПК-1-В2 | Определение координат точек динамической петли гистерезиса аморфного магнитомягкого материала и динамной стали |
| P6 | Лабораторная работа Магнитомягкие материалы                        | ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1;ПК-1-В2 | Сравнение частотных свойств магнитомягкого феррита и пермаллоя   |
| P7 | Лабораторная работа Температурный коэффициент линейного расширения | ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1;ПК-1-В2 | Определение температурного коэффициента линейного расширения с помощью индукционного dilatометра               |
| P8 | Лабораторная работа Магнитотвердые материалы                       | ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1;ПК-1-В2 | Измерения свойств магнитотвердых материалов  |

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

Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов и задачи. Примеры приведены в вопросах для самостоятельной подготовки.

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене:

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы, не имеет навыков проведения измерений основных физических свойств.

Оценка «неявка» – обучающийся на экзамен не явился.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители   | Заглавие   | Библиотека             | Издательство, год      |
|------|---|--|------------------------|------------------------|
| Л1.1 |   | Электротехнические материалы: практическое пособие   | Электронная библиотека | Москва: Наука, 1969    |
| Л1.2 | 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 |
| Л1.3 | 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        |

|       | Авторы, составители  | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год  |
|-------|--|---|------------------------|--|
| Л1.4  | Перминов Александр Сергеевич,<br>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  |
| Л1.5  | Кекало И. Б.,<br>Самарин Б. А.   | Физическое металловедение прецизионных сплавов. Сплавы с особыми магнитными свойствами: учебник для вузов по спец. 'Физика металлов'  | Библиотека МИСиС       | М.: Металлургия, 1989  |
| Л1.6  | Перминов Александр Сергеевич,<br>Введенский Вадим Юрьевич, Шуваева Евгения Александровна,<br>Могильников Павел Сергеевич | Физические свойства твердых тел (N 3509): лаб. практикум  | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2019  |
| Л1.7  | Антонов Ю. Ф.,<br>Данилевич Я. Б.  | Сверхпроводниковые топологические электрические машины: монография  | Электронная библиотека | Москва: Физматлит, 2009  |
| Л1.8  | Горелов В. П.,<br>Пугачев Г. А.  | Резистивные композиционные материалы и мощные резисторы на их основе: монография  | Электронная библиотека | Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2016                                       |
| Л1.9  | Манчук Р. В.,<br>Горелов С. В.,<br>Горелов В. П.   | Резистивные композиты в энергетике: монография  | Электронная библиотека | Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2016                                       |
| Л1.10 | Бялик А. Д.,<br>Дикарева Р. П.,<br>Романова Т. С.  | Материалы электронной техники: Полупроводники. Проводниковые материалы. Магнитные материалы: учебное пособие  | Электронная библиотека | Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017 |
| Л1.11 | Кекало И. Б.,<br>Столяров В. Л.,<br>Авраамов Ю. С.   | Основы магнетизма, металловедение, технология производства и применение сплавов с особыми физическими свойствами: Разд.: Физ. основы магнетизма металлов и сплавов. Теплопроводность и теплоэлектр. свойства металлов: Курс лекций  | Библиотека МИСиС       | М.: [МИСиС], 1977  |
| Л1.12 | Авраамов Юрий Серафимович,<br>Кекало Игорь Борисович, Самарин Борис Антонович  | Основы магнетизма, металловедение, технология производства и применения сплавов с особыми физическими свойствами. Разд.: Проводниковые сплавы и сплавы высокого омического сопротивления (кристаллические и аморфные). Сплавы с заданным температурным коэффициентом линейного расширения: Учеб. пособие для студ. спец. 0406 | Библиотека МИСиС       | М.: [МИСиС], 1983  |

|   | Авторы, составители   | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год   |
|---|---|---|------------------------|---|
| Л1.13                                   | Кекало И. Б.,<br>Самарин Б. А.,<br>Самарин Б. А.  | Основы магнетизма,<br>металловедение, технология<br>производства и применение<br>сплавов с особыми<br>физическими свойствами:<br>Разд.: Metallovedeniye<br>сплавов с особыми упругими<br>и демпфирующими<br>свойствами: Учеб. пособие<br>для студ. спец. 0406 | Библиотека МИСиС       | М.: Учеба, 1982   |
| <b>6.1.2. Дополнительная литература</b> |   |   |                        |   |
|   | Авторы, составители   | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год   |
| Л2.1                                    | Мишин Д. Д.   | Магнитные материалы: Учеб.<br>пособие для физ. и физ.-техн.<br>спец. вузов  | Библиотека МИСиС       | М.: Высш. шк., 1991   |
| Л2.2                                    | Головин Игорь<br>Станиславович  | Внутреннее трение и<br>механическая спектроскопия<br>металлических материалов:<br>учебник   | Библиотека МИСиС       | М.: Изд-во МИСиС, 2012  |
| Л2.3                                    | Горелов В. П.,<br>Горелов С. В.,<br>Горелов В. С.,<br>Григорьев Е. А.,<br>Горелов В. П.                                   | Конструкционные<br>электротехнические<br>материалы: учебное пособие   | Электронная библиотека | Москва, Берлин: Директ-<br>Медиа, 2016  |
| <b>6.1.3. Методические разработки</b>   |   |   |                        |   |
|   | Авторы, составители   | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год   |
| Л3.1                                    | Тищенко Н. М.,<br>Удалов Я. Л.  | Магнитные усилители<br>повышенной стабильности  | Электронная библиотека | Москва, Ленинград:<br>Государственное<br>энергетическое издательство,<br>1963 |
| Л3.2                                    | Розенблат М. А.,<br>Липман Р. А.  | Магнитные усилители с<br>самонасыщением   | Электронная библиотека | Москва, Ленинград:<br>Государственное<br>энергетическое издательство,<br>1963 |
| Л3.3                                    | Розенблат М. А.,<br>Липман Р. А.  | Магнитные усилители и<br>модуляторы   | Электронная библиотека | Москва, Ленинград:<br>Государственное<br>энергетическое издательство,<br>1963 |
| Л3.4                                    | Рожанский Л. Л.,<br>Бамдас А. М.  | Статические<br>электромагнитные<br>преобразователи частоты  | Электронная библиотека | Москва, Ленинград:<br>Типография Госэнергоиздата,<br>1959                     |
| Л3.5                                    | Декабрун И. Е.,<br>Иванов В. И.   | Электромагнитные<br>поляризованные реле и<br>преобразователи  | Электронная библиотека | Москва, Ленинград:<br>Типография Госэнергоиздата,<br>1959                     |
| Л3.6                                    | Боярченков М. А.,<br>Шинянский А. В.,<br>Долгов А. Н., Ежков<br>В. В., Смирнов А. Д.,<br>Устинов П. И.,<br>Васильев А. А. | Магнитные усилители   | Электронная библиотека | Москва, Ленинград:<br>Государственное<br>энергетическое издательство,<br>1960 |
| Л3.7                                    | Ермолаев И. Н.,<br>Долгов А. Н., Ежков<br>В. В., Смирнов А. Д.,<br>Устинов П. И.,<br>Васильев А. А.                       | Магнитные пускатели<br>переменного тока   | Электронная библиотека | Москва, Ленинград:<br>Государственное<br>энергетическое издательство,<br>1961 |
| Л3.8                                    | Паринов И. А.   | Сверхпроводники и<br>сверхпроводимость: словарь-<br>справочник: словарь   | Электронная библиотека | Ростов-на-Дону: Южный<br>федеральный университет,<br>2008                     |

|       |                     |   |                        |                           |
|-------|---------------------|---|------------------------|---------------------------|
|       | Авторы, составители | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год         |
| ЛЗ.9  | Гинзбург В. Б.      | Магнитоупругие датчики                                    | Электронная библиотека | Москва: Энергия, 1970     |
| ЛЗ.10 | Ильярский О. И.     | Термоэлектрические элементы                               | Электронная библиотека | Москва: Энергия, 1970     |
| ЛЗ.11 | Анатычук Л. И.      | Термоэлементы и термоэлектрические устройства: справочник | Электронная библиотека | Киев: Наукова думка, 1979 |

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

|    |   |   |
|----|---|---|
| Э1 | Федеральный закон № 102 от 26 июня 2008 года «Об обеспечении единства измерений»(с изменениями на 13 июля 2015 года)  | <a href="http://docs.cntd.ru/document/902107146">http://docs.cntd.ru/document/902107146</a>   |
| Э2 | ГОСТ 15.101-98 Система разработки и постановки продукции на производство (СПП). Порядок выполнения научно-исследовательских работ-Переизд. Сент. 2010. - М.: Стандартиформ, 2010  | <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200003945">http://docs.cntd.ru/document/1200003945</a> |
| Э3 | ГОСТ 8.563-2009. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений. - Переизд. февраль 2019. - Стандартиформ, 2019  | <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200077909">http://docs.cntd.ru/document/1200077909</a> |
| Э4 | ГОСТ 8.377-80. Государственная система обеспечения единства измерений. Материалы магнитомягкие. Методика выполнения измерений при определении статических магнитных характеристик. -М.: Издательство стандартов, 1980                     | <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200014136">http://docs.cntd.ru/document/1200014136</a> |
| Э5 | ГОСТ 12119.4-98. Сталь электротехническая. Методы определения магнитных и электрических свойств. Метод измерения удельных магнитных потерь и действующего значения напряженности магнитного поля. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2003 | <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200004946">http://docs.cntd.ru/document/1200004946</a> |
| Э6 | ГОСТ 19693-74. Материалы магнитные. Термины и определения. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2005  | <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200015683">http://docs.cntd.ru/document/1200015683</a> |

#### 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 | Microsoft Office  |
| П.4 | LMS Canvas  |
| П.5 | 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 <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>   |
| И.3 | — Полнотекстовые деловые публикации информгентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a> |
| И.4 | Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):  |
| И.5 | — аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>   |
| И.6 | — аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>                           |
| И.7 | — наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>                          |
| И.8 | — научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>                       |

### 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; дилатометр; твердометр по Роквеллу; комплект учебной мебели |
| Любой корпус<br>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<br>электронных ресурсов |  | комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.   |
| Б-416                                 | Учебная аудитория  | проектор; экран; маркерная доска; компьютер преподавателя; микроскоп Carl Zeiss Axio Scope A1, компьютерный класс на 12 компьютеров, комплект учебной мебели   |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.

Техника безопасности

1. Лаборатория физических свойств оснащена специальной токопроводящей системой. Имеется оборудование, подключаемое от разных источников напряжения. Включать такое оборудование самостоятельно без помощи преподавателя – запрещается.
2. При выходе из аудитории следует убедиться, что лабораторное оборудование выключено.
3. Одежду следует снимать в гардеробе, или при входе в аудиторию, с собой иметь только необходимую для выполнения работы литературу, тетрадь (лабораторный журнал), ручки, карандаши и калькулятор, допускается иное электронное оборудование, необходимое для расчетов или записей, связанных с лабораторной работой.
4. В розетки, располагающиеся в лаборатории, не допускается без ведома преподавателя включать какое бы то ни было оборудование ( в том числе ноутбуки, телефоны, КПК).
5. В лаборатории используется уникальное оборудование. Следует бережно относиться ко всему оборудованию, располагающемуся в аудитории.

Требования к подготовке и выполнению лабораторных работ

1. К лабораторной работе допускаются студенты только при наличии конспекта в рабочем журнале, относящегося к текущей лабораторной работе.
2. Конспект должен содержать:
  - a. - Название работы,
  - b. - Цель и задачи работы,
  - c. - Теоретическое введение, которое должно во-первых, отражать физические принципы изучаемого эффекта, процесса, или изменения свойств; во-вторых, должно быть приведено описание установки, на которой будет проводится измерение свойств, в это описание должны входить принципиальная и электрическая схема установки, описание принципа ее действия, а также иные возможности установки, не связанные с выполнением данной работы, должны быть также приведены достоинства и недостатки установки.
  - d. - После выполнения работы в конспект должны войти: (а) результаты работы в виде таблиц измеряемых величин и графиков (последние могут быть выполнены в электронном виде или на миллиметровке); б) выводы по работе (в выводах должно быть отражено решение целей и задач работы, а также изменение свойств в зависимости от структуры материала).
3. Перед началом каждой лабораторной работы будет проводиться предварительный опрос по тематике лабораторной, студенты, не подготовленные к работе и не понимающие суть работы, к работе допущены быть не могут.