

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ МЕТАЛЛОВ имени М.Н. Михеева
Уральского отделения Российской академии наук

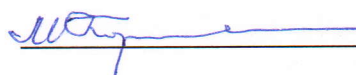
СОГЛАСОВАНО:

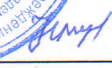
Зам. директора института
по научной работе
доктор физ.-мат. наук

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института,
академик РАН



 М.А. Коротин

 Н.В. Мушников

« 01 » 09 2025 г.

« 02 » сентября 2025 г.

ПРОГРАММА-МИНИМУМ
кандидатского экзамена по специальности

1.3.12. Физика магнитных явлений

Отрасль науки, по которой присуждаются ученые степени:

Физико-математические

Екатеринбург 2025

Введение

На основании постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (ред. от 16.10.2024) «О порядке присуждения ученых степеней» и Приказа Минобрнауки России от 24.02.2021 № 18 (ред. от 24.07.2023) «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 ноября 2017 г. № 1093» сдача кандидатских экзаменов осуществляется в соответствии с научной специальностью и отраслью науки, предусмотренными номенклатурой научных специальностей.

Настоящая экзаменационная программа соответствует утвержденному паспорту научной специальности Физика магнитных явлений (шифр: 1.3.12.).

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: физика магнитных явлений, магнитооптика, микромагнетизм, магнитные материалы.

1. Общие понятия.

Магнетизм. Магнитное поле. Магнитный момент. Векторы магнитной индукции, намагниченности, напряженности магнитного поля. Магнитный поток. Магнитный заряд. Магнитный диполь.

2. Магнитные структуры и типы магнетиков.

2.1. Упорядоченные магнитные структуры.

Магнитная структура. Магнитная подрешетка. Ферромагнитная структура. Антиферромагнитная структура. Слабый ферромагнетизм. Ферримагнитная структура. Спиральная магнитная структура. Магнитная ячейка. Магнитная нейтронография.

2.2. Неупорядоченные магнитные структуры. Спиновое стекло.

3. Магнитные взаимодействия.

Обменное взаимодействие и его энергия. Косвенное обменное взаимодействие. Спин-орбитальное взаимодействие. Магнитное дипольное взаимодействие. Сверхтонкое взаимодействие.

4. Магнитная анизотропия.

Энергия магнитной анизотропии. Константы магнитной анизотропии. Эффективное магнитное поле анизотропии. Оси магнитной анизотропии. Плоскости легкого и трудного намагничивания. Магнитная анизотропия типа «легкая ось», «легкая плоскость». Наведенная магнитная анизотропия.

5. Магнитоупругие явления.

Магнитострикция. Магнитоупругая энергия. Магнитоупругие постоянные. Константы магнитострикции. Магнитоупругие волны. Магнитоупругое затухание.

6. Кинетические явления.

Гальваномагнитные эффекты. Эффекты Холла. Магниторезистивные эффекты. Гальванотермомагнитные эффекты. Термомагнитные эффекты.

7. Домены и доменные границы.

Магнитный домен. Доменная граница (Блоха, Нееля). Доменная структура. Полосовая и лабиринтная доменные структуры. Цилиндрический магнитный домен. Решетка ЦМД.

8. Процессы намагничивания, перемангничивания и размагничивания.

Внешнее магнитное поле. Намагничивание. Гистерезис намагничивания. Эффект Баркгаузена. Магнитное насыщение. Подвижность и эффективная масса доменной границы. Перемангничивание. Коэрцитивная сила. Петля магнитного гистерезиса. Магнитные восприимчивость и проницаемость. Размагничивание переменным полем, нагревом. Размагничивающее и внутреннее магнитное поле.

9. Магнитные фазовые переходы и критические явления.

Фазовый переход. Переходы первого и второго рода. Диаграмма состояний. Критическая температура. Температура Кюри. Температура Нееля.

10. Спиновые волны.

Ферромагнитный резонанс. Магнитостатические моды. Спиновые волны. Спин-волновой резонанс.

11. Магнитооптика.

Магнитооптические эффекты: эффект Фарадея, эффект Коттона-Мутона, эффект Керра. Фотомагнитные эффекты. Гиромагнитная среда.

12. Характеристики магнитных материалов.

Магнито-мягкий материал. Магнито-твердый материал. Магнитный материал с прямоугольной петлей гистерезиса. Сверхвысокочастотный магнитный материал. Магнитный материал для постоянных магнитов. Магнитный материал для носителей записи. Материал с цилиндрическими магнитными доменами. Магнитострикционный материал. Материал для термомагнитной записи информации. Текстурированный магнитный материал.

13. Магнитные материалы.

Феррит-гранат. Феррит-шпинель. Ортоферрит. Гексаферрит. Пермаллой.

14. Параметры магнитных материалов.

Магнитные потери. Магнитные потери на гистерезис. Магнитные потери на вихревые токи. Магнитное сопротивление. Время и скорость перемагничивания. Коэффициент прямоугольности петли магнитного гистерезиса.

Литература.

1. **Вонсовский Сергей Васильевич**
Магнетизм. Магнитные свойства диа-,пара-,ферро-, антиферро- и ферримагнетиков. - М.: Наука, 1971. - 1032 с. : черт. - Библиогр.: с.1020-1026.
2. **Крупичка, С.**
Физика ферритов и родственных им магнитных окислов: [В 2 т.] /
Пер. с нем. под ред. А. С. Пахомова. - Москва : Мир, 1976.
3. **Малоземов, А., Слонзуски, Дж.**
Доменные стенки в материалах с цилиндрическими магнитными доменами / Перевод с англ. **В. В. Волкова, С. А. Кижаяева.** - Москва : Мир, 1982. - 382 с. : ил.
4. **Спин-фононные взаимодействия в кристаллах (ферритах) / Б. А. Голдин, Л. Н. Котов, Л. К. Зарембо, С. Н. Карпачев ; отв. ред. Л. К. Зарембо, Е. В. Чарная ; АН СССР, Уральское отд-ние, Коми науч. центр.** - Ленинград : Наука ; Ленинградское отд-ние, 1991. - 146, [2] с.
5. **Тикадзуми С.**
Физика ферромагнетизма. Магнитные характеристики и практические применения/ Пер. с яп. **А.И.Леонова; Под ред. Р.В.Писарева.** - М.: Мир, 1987. - 420с.:ил.
6. **Тикадзуми С.**
Физика ферромагнетизма : Магнитные свойства вещества / Перевод с яп. **М. В. Быстрова.** - Москва : Мир, 1983. - 302 с. : ил..
7. **Хандрих К.,Кобе С.**
Аморфные ферро- и ферримагнетики/ Пер. с нем. **Н.Н.Потапова.** - М.: Мир, 1982. - 296с.:ил.