

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
НАУКИ  
ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ  
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИМАШ УрО РАН)



Утверждаю  
Директор ИМАШ УрО РАН  
Э.С. Горкунов  
« 24 » мая 2013 г.

**ПРОГРАММА-МИНИМУМ**  
кандидатского экзамена по специальности  
**01.04.11 «Физика магнитных явлений»**  
по техническим и физико-математическим наукам

Программа-минимум  
содержит 4 стр.

## **Введение**

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: физика магнитных явлений, магнитооптика, микромагнетизм, магнитные материалы. Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии по физике при участии Института радиотехники и электроники РАН и Московского физико-технического университета.

### **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 анизотропии 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 перемангничивания. Коэффициент прямоугольности петли магнитного гистерезиса.

## **15. Рекомендуемая литература**

1. С.В.Вонсовский. Магнетизм. М.: Наука, 1971.
2. С.Крупичка. Физика ферритов и родственных им магнитных окислов. М.: Мир, 1976.
3. С.Тикадзуми. Физика ферромагнетизма. Магнитные свойства вещества. М.:Мир, 1983.
4. С.Тикадзуми. Физика ферромагнетизма. Магнитные характеристики и практическое применение. М.:Мир, 1987.

5. К.Хандрих, С.Коте. Аморфные ферро- и ферримагнетики. М.: Мир, 1982.
6. Б.А.Голдин, Л.Н.Котов, Л.К.Зарембо, С.Н.Карпачев. Спин-фононные взаимодействия в кристаллах (ферритах). Л-д: Наука, 1991.
7. А.Малоземов, Дж.Слонзуски. Доменные стенки в материалах с цилиндрическими магнитными доменами. М.:Мир, 1982.

#### **Примечания**

1. При сдаче экзамена соискателем ученой степени кандидата физико-математических наук следует обратить внимание на разделы 1 – 7, 9 – 11.
2. При сдаче экзамена соискателем ученой степени кандидата технических наук следует обратить внимание на разделы 1, 2, 4, 7, 8, 12 – 14.