

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

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
академик РАН

_____ Н.В. Мушников

« _____ » _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **«Кинетические эффекты в магнетиках»**
специальность **01.04.11 «Физика магнитных явлений»**

Всего учебных часов / зач. ед. – 72 / 2

Всего аудиторных занятий, час. – 18

Всего часов на самостоятельную работу аспиранта, час. – 54

Екатеринбург 2019

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (далее – ФГОС ВО) по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 Физика и астрономия (Приказ Минобрнауки России от 30 июля 2014 года №867), с изменениями, утвержденными Приказом Минобрнауки России от 30.04.2015 г. №464 «О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»; программы-минимум кандидатского экзамена по специальности 01.04.11 «Физика магнитных явлений», утвержденной приказом Минобрнауки РФ от 08.10.2007 № 274 паспорта специальности научных работников 01.04.11 «Физика магнитных явлений»; учебного плана аспирантуры ИФМ.

Составители рабочей программы:
д.ф.-м.н. Н.Г. Бебенин

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ИФМ.
Протокол № 9 от 29.05.2019 г.

Председатель Ученого совета ИФМ, академик РАН

«___»_____2019 г. _____ В.В. Устинов

Согласовано:

зам. директора по научной работе, д.ф.-м.н.

«___»_____2019 г. _____ М.А. Коротин

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В курсе «Кинетические эффекты в магнетиках» изучаются особенности кинетических явлений в материалах, обладающих магнитным порядком. Круг рассматриваемых вопросов способствует ознакомлению аспирантов как с общими проблемами взаимосвязи магнитных свойств с явлениями переноса, так и с состоянием исследований наиболее актуальных магнитных материалов, стимулируя интерес к новейшим исследованиям в указанной области.

Рабочая программа составлена на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (далее – ФГОС ВО) по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 Физика и астрономия (Приказ Минобрнауки России от 30 июля 2014 года №867), с изменениями, утвержденными Приказом Минобрнауки России от 30.04.2015 г. №464 «О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»;
- программы-минимум кандидатского экзамена по специальности 01.04.11 «Физика магнитных явлений»;
- паспорта специальности научных работников специальности 01.04.11 «Физика магнитных явлений»;
- учебного плана ИФМ по основной образовательной программе послевузовского профессионального образования (аспирантура) по специальности 01.04.11 «Физика магнитных явлений».

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Распределение часов учебных занятий по семестрам

Вид занятий	Количество часов в семестр (первый)	Трудоемкость	
		Час.	Зач. ед.
Лекции	18	18	0,5
Самостоятельная работа	54	54	1,5
ИТОГО	72	72	2

2.2. Содержание дисциплины

2.2.1. Наименование тем, их содержание, объем в часах лекционных занятий

Темы лекционных занятий	Содержание	Объем в часах
Магнитная подсистема кристаллов	Магнитная структура кристаллов. Ферромагнетики и антиферромагнетики, модели Гейзенберга и Изинга. Спиральные магнитные структуры, спиновые стекла, аморфные магнетики. Магнитная анизотропия. Критическое поведение ферромагнетиков вблизи температуры Кюри. Спин-ориентационные переходы.	2
Феноменология явлений переноса в	Феноменологическое описание кинетических эффектов в магнетиках. Тензор проводимости и	2

магнетиках	сопротивления, связь с сопротивлением образца. Сопротивление кубического ферромагнетика. Нормальный и аномальный эффект Холла в ферромагнетиках. Эффект Холла в антиферромагнетиках.	
Взаимодействие локализованных спинов с электронами проводимости.	Гамильтониан, описывающий взаимодействие носителей тока с локализованными спинами (s-d гамильтониан). РККИ взаимодействие. Рассеяние на спиновых волнах в металлах. Полуметаллические ферромагнетики.	2
Магнитные полупроводники	Магнитные полупроводники типа EuO, их зонная структура, перестройка зонной структуры при переходе из парамагнитной в ферромагнитную область. Красный сдвиг края оптического поглощения. Ферромагнитные хромхалькогенидные шпинели, их зонная структура. Особенности сопротивления и эффекта Холла в кристаллах n- и p-типа. Поляроны и магнитные поляроны (ферроны). Критическое поведение сопротивления вблизи температуры магнитного фазового перехода. Фазовое расслоение в магнитных полупроводниках.	2
Материалы с колоссальным магнитосопротивлением	Манганиты редких земель: кристаллическая структура квазиперовскитных манганитов, структурные фазовые переходы. Обменные взаимодействия в манганитах, отличие от EuO и хромхалькогенидных шпинелей. Зонная структура. Температурная зависимость сопротивления в манганитах. Эффект Холла и механизмы проводимости. Переход металл-полупроводник. Зарядовое упорядочение. Орбитальное упорядочение. Изотопический эффект. Фазовое расслоение в манганитах.	2
Магнитные сверхрешетки	Многослойные магнитные наноструктуры. Обменные взаимодействия и их связь со структурой поверхности Ферми. Биквадратичный обмен. Эффект гигантского магнитосопротивления. Спиновый клапан. Спинтроника.	5
Гигантский магнитный импеданс	Отличия эффекта гигантского магнитного импеданса (ГМИ) от эффекта гигантского магнитосопротивления. Основные экспериментальные факты. Связь ГМИ со спин-ориентационным переходом.	3
	ИТОГО	18

2.2.2. Практические занятия, их наименование, содержание, объем в часах.
Практические занятия не предусмотрены учебным планом.

2.2.3. Самостоятельная работа аспирантов

Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень заданий для самостоятельной работы (рефераты, доклады, переводы, расчеты, планирование эксперимента и т.п.)	Трудоемкость	
		Час.	Зач.ед.
Тема: Материалы с колоссальным магнитосопротивлением	Анализ научной литературы, периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины Подготовка доклада.	16	
Тема: Магнитные сверхрешетки	Анализ периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины. Подготовка доклада.	20	
Тема: Гигантский магнитный импеданс	Анализ периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины. Подготовка доклада.	18	
ИТОГО		54	1,5

2.3 Учебно-методические материалы по дисциплине

2.3.1. Основная и дополнительная литература

Основная литература

1. J F Gregg, I Petej, E Jouguelet and C Dennis, " Spin electronics—a review", Journal of Physics D: Applied Physics, 2002, Vol.35, p.R121-155.
2. Н.Г.Бегенин."Ферромагнитные мантаниты $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ ", Физика металлов и металловедение, 2011, том 11, №3, с.342-359.
3. Г. В. Курляндская, Н. Г. Бегенин, В. О. Васьковский, "Гигантский магнитный импеданс проволок с тонким магнитным покрытием Физика металлов и металловедение, 2011, том 11, №2, с.136-158.

Дополнительная литература

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М., 1978
2. Э.Л.Нагаев. Физика магнитных полупроводников, М.: Наука, 1979, 432 с
3. Е.А.Туров, А.В.Колчанов, В.В.Меньшенин, И.Ф.Мирсаев, В.В.Николаев, Симметрия и физические свойства антиферромагнетиков, М.: Физматлит, 2001, 560 с.

2.3.2. Примерный перечень тем рефератов и докладов

1. Фазовое расслоение и магнитосопротивление в EuO /
2. Гиганский красный сдвиг края оптического поглощения в EuO . Зонная структура EuO .
3. Магнитное упорядочение в манганитах лантана..
4. Проводимость в монокристаллах $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$.
5. Магнитосопротивление в манганитах с магнитным фазовым переходом первого рода..
6. Осциллирующий обмен в магнитных сверхрешетках.
7. Особенности биквадратичного обмена.
8. Влияние термообработки на магнитный имеданс..