

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 **«Современные магнитные материалы»**
специальность **01.04.11 «Физика магнитных явлений»**

Всего учебных часов / зач. ед. – 252/ 7

Всего аудиторных занятий, час. – 120

Всего часов на самостоятельную работу аспиранта, час. – 132

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:
профессор, д.ф.-м.н. А.П. Танкеев
профессор, д.ф.-м.н. Ю.А. Бабанов

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 «Современные магнитные материалы» изучаются вопросы, рассматривающие те задачи, которые стоят перед научными работниками в настоящее время. Круг рассматриваемых тем выходит далеко за рамки конкретной тематики аспиранта, заставляет его шире взглянуть на интересы всего мирового научного сообщества, заставляет аспиранта знакомиться с последними публикациями в научной периодике.

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.

Вид занятий	Количество часов
Лекции	120
Самостоятельная работа	132
ИТОГО	252

2.2. Содержание дисциплины

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

Темы лекционных занятий	Содержание	Объем в часах
1. Роль и место магнитных материалов в технике.	Общая классификация.	12
2. Влияние различных факторов на магнитные свойства.	Связь между структурой и свойствами материала. Влияние химического состава и примесей, механических и магнитострикционных напряжений, магнитной кристаллографической	14

	анизотропии, температуры, механической обработки, предыстории, формы изделия, частоты, времени, технологии изготовления и обработки на магнитные свойства.	
3. Материалы для постоянных магнитов.	Их классификация и назначение. Физические величины, характеризующие свойства магнитотвердых материалов. Рабочая точка постоянных магнитов. Определение оптимальных размеров. Стабилизация постоянных магнитов. Влияние температуры. Последствие и старение магнитов. Основные типы магнитотвердых материалов и природа их высококоэрцитивного состояния: мартенситные стали, дисперсионнотвердеющие сплавы, холоднодеформируемые сплавы, сплавы со сверхструктурой, магниты из порошков, сплавы РЗМ. Промышленные марки постоянных магнитов. Существующие стандарты. Применение постоянных магнитов.	14
4. Магнитомягкие материалы.	Классификация. Общие требования, предъявляемые к материалам. Магнитомягкие материалы для электрических машин и трансформаторов. Нелегированное железо. Сплавы Железо-кремний. Влияние кремния, примесей, величины зерна, кристаллографической текстуры и других факторов на магнитные и электрические свойства. Свойства холоднокатаной стали. Сплавы железо-алюминий, железо-кремний-алюминий, железо-кобальт и их свойства. Ферритовые сердечники для силовых трансформаторов. Существующие стандарты. Предельно высокие свойства, полученные на лабораторных образцах, и пути дальнейшего повышения качества электротехнических сталей.	14
5. Магнитомягкие материалы для магнитных усилителей.	Назначение, свойства и применение дросселей насыщения. Магнитные свойства, режимы обработок и предъявляемые требования к материалам для сердечников..	12
6. Магнитомягкие материалы для реле.	Назначение и свойства электромагнитных реле. Требования, предъявляемые к материалам сердечника и ярма. Применяемые материалы и их свойства. Магнитные материалы в технике связи и применяемые к ним требования. Металлы и сплавы, применяемые для сердечников дросселей и трансформаторов малой мощности. Магнитодиэлектрики. Ферриты. Преимущества и недостатки	12

	различных материалов.	
7. Магнитные материалы для микроволнового диапазона.	Распространение электромагнитной волны в волноводе. Электрические и магнитные свойства ферритов при СВЧ. Материалы для СВЧ техники. Микроволновые элементы, выполненные с применением ферритов.	14
8. Магнитные материалы для запоминающих устройств.	Виды магнитных запоминающих устройств. Принцип их действия и конструктивное оформление. Запоминающие устройства на магнитной ленте, магнитном барабане, магнитном диске, тороидальных ферритовых сердечниках, ферритовых платах, тонких магнитных пленках, цилиндрических доменах. Трансфлюксоры. Твисторы. Магнитные линии задержки.	14
9. Сплавы с заданными температурными коэффициентами теплового расширения.	Сплавы с минимальными температурными коэффициентами линейного расширения; ферромагнитные сплавы низкими и средними температурными коэффициентами линейного расширения; немагнитные сплавы с заданными температурными коэффициентами линейного расширения.	14
	ИТОГО	120

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.
1. Роль и место магнитных материалов в технике.	Анализ научной литературы, периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины. Подготовка доклада.	16
2. Влияние различных факторов на магнитные свойства.	Анализ научной литературы, периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины. Подготовка доклада.	16
3. Материалы для постоянных магнитов.	Анализ периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины. Технический перевод зарубежных	16

	первоисточников. Подготовка доклада.	
4. Магнитомягкие материалы.	Анализ периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины. Технический перевод зарубежных первоисточников. Подготовка доклада.	14
5. Магнитомягкие материалы для магнитных усилителей	Анализ периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины. Технический перевод зарубежных первоисточников. Подготовка доклада.	14
6. Магнитомягкие материалы для реле.	Анализ периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины. Технический перевод зарубежных первоисточников. Подготовка доклада.	14
7. Магнитные материалы для микроволнового диапазона.	Анализ периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины. Технический перевод зарубежных первоисточников. Подготовка доклада.	14
8. Магнитные материалы для запоминающих устройств.	Анализ периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины. Технический перевод зарубежных первоисточников. Подготовка доклада.	14
9. Сплавы с заданными температурными коэффициентами теплового расширения	Анализ периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины. Технический перевод зарубежных первоисточников. Подготовка доклада.	14
ИТОГО		132

2.3 Учебно-методические материалы по дисциплине

2.3.1. Основная и дополнительная литература

Основная литература

1. С.В.Вонсовский. Магнетизм.- М.: Наука. 1071. – 1032 с.
2. Г.С.Кринчик. Физика магнитных явлений. – М.: МГУ. 1985. – 335 с.
3. Е.С.Боровик, В.В.Еременко, А.С.Мильнер. Лекции по магнетизму. – М : ФИЗМАТЛИТ. 2005. – 510 с.
4. Н.А. Ашкрофт, Н.Мермин. Физика твердого тела, Т.1.- М.: Мир. 1979. - 400 с.
5. Н.А. Ашкрофт, Н.Мермин. Физика твердого тела, Т.2.- М.: Мир. 1979. - 424 с.
6. Ч. Киттель. Введение в физику твердого тела. – М. : Наука. ГРФМЛ. 1978. - 791 с.
7. С.В.Вонсовский, М.И.Кацнельсон
8. В.Ю.Ирхин, Ю.П.Ирхин. Электронная структура, физические свойства и корреляционные эффекты в d – f металлах и их соединениях . – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика»; Институт компьютерных исследований - 2008. – 476 с.
9. В.С.Тикадзуми. Физика ферромагнетизма, Магнитные свойства вещества. – М.: Мир. 1983.-302 с.; Магнитные характеристики и практическое применение. – М.: Мир. 1987.- 420 с.
10. Дж.Пейк. Парамагнитный резонанс.- М.: Мир. 1963. – 280 с.
11. Ж. Винтер. Магнитный резонанс в металлах. – Мир. 1976. – 288 с.
12. В.С.Гречишкин. Ядерные квадрупольные резонансы в твердых телах. – М.:Наука. 1973. - 264 с.
13. И.Ахиезер, В.Г.Барьяхтар, С.В.Пелетминский. Спиновые волны. – М.: Наука. 1967.- 368
14. Ч. Сликтер. – Основы теории магнитного резонанса. – М. : Мир. 1981. – 448 с.
15. В.С.Шпинель. Резонанс гамма-лучей в кристаллах. – М.:Наука. 1969. - 408 с.

Дополнительная литература

- 16 У.Ф.Браун. Микромагнетизм. – М.:Наука. 1985. - 160 с.
17. Е.А.Туров, А.В.Колчанов, В.В.Меньшенин, И.Ф.Мирсаев, В.В.Николаев. Симметрия и физические свойства антиферромагнетиков. – М.:ФИЗМАТЛИТ. 2001. – 559 с.
18. Е.А.Туров. Физические свойства магнитоупорядоченных кристаллов. – М.: Изд.-во АН СССР. 1963. - 223 с.
19. К.Хандрих, С.Кобе. Аморфные ферро- и ферримагнетики. – М. : Мир.: 1982. – 295 с.
- 18.Е.А.Туров, М.П.Петров. Ядерный магнитный резонанс в ферро- и антиферромагнетиках. – М.: 1969. - 260 с.
20. Р.М.Уайт. Квантовая теория магнетизма. – М.:Наука. 1985. - 304 с.
21. С.А.Альтшулер, В.М.Козырев. Электронный парамагнитный резонанс . – М.: Наука. Физматгиз. 1961 - 361 с.
22. Б.Н. Филиппов, А.П. Танкеев «Динамические эффекты в ферромагнетиках с доменной структурой», 1987, Москва, Наука.
- 23 А.М. Косевич, Б.А.Иванов, А.С.Ковалев. Нелинейные волны намагниченности. Динамические и топологические солитоны. – Киев. : Наукова думка: 1983. – 190 с.
24. Н.М.Саланский, М.Ш.Ерухимов. Физические свойства и применение магнитных пленок. – Новосибирск, Наука, сибирское отделение, 1973. – 222 с.

