ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный университет им. А. М. Горького»

ИОНЦ «Нанотехнологии и перспективные материалы »

физический факультет

кафедра физики магнитных явлений

ФИЗИКА НИЗКОРАЗМЕРНЫХ МАГНИТНЫХ СИСТЕМ

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Руководитель ИОНЦ

_____В.А.Черепанов

«____» _____ 2007 г.

Екатеринбург

2007

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ИОНЦ
«Нанотехнологии
и перспективные материалы »
_____ В.А.Черепанов
(подпись)

_____
(дата)

Программа дисциплины «Физика низкоразмерных магнитных систем» составлена в соответствии с требованиями федерального/национально-регионального (вузовского) компонента к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки:

- дипломированного специалиста по специальности «Физика» 010701,
- бакалавра , по направлению «Физика» 010700
- магистра по направлению «Физика» 010700

по циклу СД/ДС/СДМ дисциплин государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

Семестр: 9
Общая трудоемкость дисциплины 144 час., в том числе:
Лекций 36 час.
Семинаров 0 час.
Лабораторных работ 72 час.
Контрольные мероприятия: зачёт.
Автор (составитель, разработчик)
В.О. Васьковский , д.ф.-м.н., профессор, кафедра физики магнитных явлений, УрГУ
(ФИО, ученая степень, ученое звание, кафедра, вуз)

Рекомендовано к печати протоколом заседания
Экспертно-конкурсной комиссии ИОНЦ
«_____»
от _____ № _____.
(дата)

Согласовано:
Зав.кафедрой физики магнитных явлений
(название кафедры, реализующей данную дисциплину)

_____
/_____/
(подпись) Ф.И.О.
«_03_» октября___ 2007г.
(дата)

© Уральский государственный университет
©__автор____, 200__

I. Введение

1. Цель дисциплины

Сформировать у студентов систему знаний о специфических свойствах и явлениях, свойственных квазидвумерным и квазиточечным магнитоупорядоченным объектам.

2. Задачи дисциплины

В ходе лекционных занятий представить широкую физическую картину прямого и опосредованного влияния размерного фактора на фундаментальные и структурночувствительные магнитные и резистивных свойства магнитоупорядоченных объектов в форме тонких плёнок и частиц.

3. Место дисциплины в системе высшего профессионального образования (какие дисциплины используются в качестве основы для данной и для каких используется данная дисциплина)

Основой для данной дисциплины являются курсы «Магнетизм твёрдых тел», «Физика процессов перемагничивания», «Динамические свойства магнетиков». В свою очередь дисциплина используется как частичная основа курса «Техника магнитных материалов» и даёт базовую подготовку для выполнения дипломных работ и магистерских диссертаций в области физики и технологии наноматериалов.

4. Требования к уровню освоения содержания курса (приобретаемые компетенции, знания, умения, навыки)

Студенты должны знать и уметь использовать в научно-практической деятельности определённую совокупность причинно-следственных связей в системе размер – физические свойства тонких плёнок и частиц.

5. Методическая новизна курса (новые методики, формы работы, авторские приемы в преподавании курса)

В курсе при изложении теоретических положений используются иллюстрации, отражающие закономерности размерной трансформации свойств реальных магнитоупорядоченных объектов.

II. Содержание курса

1. Разделы курса, темы, их краткое содержание

Введение: низкоразмерные магнитные системы. Основные определения. Особенности технологии получения малоразмерных объектов. Контроль размерных параметров.

Особенности фундаментальных свойств магнетиков в тонкоплёночном состоянии. Спонтанная намагниченность тонких плёнок в теориях молекулярного поля и спиновых волн. Роль поверхности и размерного фактора в формировании магнитной анизотропии.

Влияние толщины плёнок на структуру доменов и доменных границ. Доменная структура в плёнках с различным фактором качества. Закритическое состояние. Вращающаяся анизотропия. Блох-неелевская трансформация структуры доменных границ.

Структурно-чувствительные магнитные свойства плёнок. Тонкая магнитная структура поликристаллических плёнок. Наведённая магнитная анизотропия. Особенности гистерезисных свойств.

Динамические свойства плёнок. Ферромагнитный и спин-волновой резонансы.

Электросопротивление тонких магнитных плёнок. Элементы теории электропроводности металлов. Особенности электросопротивления и магнитосопротивлеия в тонких плёнках.

Магнитные свойства многослойных плёнок. Влияние контактного обменного взаимодействия на спонтанную намагниченность, динамические и гистерезисные свойства. Косвенное обменное взаимодействие в плёнках с немагнитными прослойками. Механизмы межслойной магнитостатической связи. Особенности гистерезисных свойств и доменной структуры.

Магнитоэлектрические явления в многослойных плёнках. Гигантское магнитосопротивление в магнитных сверхрешётках и сэндвичах. Баллистическое магнитосопротивление. Гигантский магнитный импеданс.

Свойства изолированных магнитных частиц. Состояния однодоменности и абсолютной однодоменности. Суперпарамагнетизм. Особенности гистерезисных свойств мелких частиц.

Ансамбли частиц. Корреляционые эффекты. Перемагничивание цепочки сфер.

Гранулированные структуры. Причины образования гранулированного структурного состояния. Объекты с гранулированной структурой. Суперпарамагнетизм и гигантское магнитоссопротивление в системе магнитных гранул.

Магнитные жидкости. Специфика агрегатного состояния. Поведение во внешнем магнитном поле.

2. Темы лабораторных работ

1). Получение металлических мультислойных плёнок и сверхрешёток методом молекулярно-лучевой эпитаксии.

2). Определение структурных параметров металлических сверхрешёток с помощью малоугловой рентгеновской дифракции.

3). Исследование магниторезистивных свойств мультислойных плёнок.

4). Определение полевых зависимостей намагниченности магнитных сверхрешёток.

3. Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы

Самостоятельная проработка учебного материала в соответствии с тематикой лекций.

4. Примерная тематика рефератов, курсовых работ: не предусмотрены

5. Примерный перечень вопросов к зачёту

1).Проблема магнитного упорядочения в атомной структуре с малым числом ближайших соседей.

2).Влияние толщины на температурную зависимость спонтанной намагниченности плёнок - теория и эксперимент.

3).Магнитная анизотропия ультратонких ферромагнитных плёнок.

4).Толщинная зависимость ширины доменов в плёнках с перпендикулярной анизотропией.

5).Закритическое магнитное состояние.

6).Структура доменных границ в тонких плёнках.

7).Модели наведённой магнитной анизотропии.

8).Дисперсия магнитной анизотропии.

9).Особенности гистерезисных свойств тонких плёнок.

10).Ферромагнитный и спин-волновой резонансы.

11).Проводимость металлических плёнок.

12).Перемагничивание различных многослойных плёнок, связанных контактным обменным взаимодействием

13).Влияние межслойной обменной связи на спонтанную намагниченность и СВЧ-поглощение в многослойных магнитных плёнках.

14).Межслойное обменное взаимодействие в плёнках с немагнитными прослойками.

15).Различные механизмы магнитостатического взаимодействия в плёнках с немагнитными прослойками.

16).Особенности доменной структуры и гистерезисных свойств плёнок с немагнитными прослойками.

17).Гигантское магнитосопротивление.

18).Гигантский магнитоимпеданс.

III. Распределение часов курса по темам и видам работ

№ п/п	Наименование разделов и тем	ВСЕ-ГО (часов)	Аудиторные занятия (час)		Самостоя-тельная работа
			в том числе		
			Лекции	Практические (лабораторные работы)	
1	Введение: низкоразмер-ные магнитные системы.	4	2		2
2	Особенности фундамен-тальных свойств магне-тиков в тонкоплёночном состоянии.	12	6		6
3	Влияние толщины плё-нок на структуру доме-нов и доменных границ.	4	2		2
4	Структурно-чувствительные магнит-ные свойства плёнок.	8	4		4
5	Динамические свойства плёнок.	4	2		2
6	Электросопротивление тонких магнитных плё-нок.	8	4		4

7	Магнитные свойства многослойных плёнок.	44	4	36	4
8	Магнитоэлектрические явления в многослойных плёнках.	40	2	36	2
9	Свойства изолированных магнитных частиц.	8	4		4
10	Ансамбли частиц. Гранулированные структуры.	8	4		4
11	Магнитные жидкости.	4	2		2
	ИТОГО:	144	36	72	36

IV. Форма итогового контроля

Зачёт

V. Рекомендуемая литература (основная)

1 *Бейдер С.Д.* Магнетизм в тонких плёнках // ТИИЭР. 1990. – Т. 78.

2 *Vas'kovskiy V.O., Svalov A.V., Kurlyandskaya G.V.* Magnetism in rare earth/transition metal multilayers // Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology, edited by H.S. Nalwa. – 2004. – V.4. –P. 925–947**.**

3 *Shan Z.S., Sellmyer D.J. Nanoskale* Rare-earth-transition metal multilayers: Magnetic structure and properties // Handbook on the Physics and Chemistry of Rare Earths ed. K.A. Gschneidner, L. Eyring.V. 22. – 1996. – P. 51–142.

4 *Barthelemy A., Fert A., Petroff F.* Giant magnetoresistance in magnetic multilayers//Handbook of Magnetic Materials ed.K.H.J.Buschow :North-Holland. V.12. – 1999. – P. 1–96.

5 Йелон А. Взаимодействия в многослойных плёночных структурах // Физика тонких плёнок. Пер. с англ./ Под ред. В.Б.Сандомирского и А.Г.Ждана. – М.: Мир, 1973. – С. 228–333.

6 Кандаурова Г.С., Оноприенко Л.Г. Доменная структура магнетиков. Основные вопросы микромагнетики – Свердловск: УрГУ, 1986. 137 с.

7 Ивановский В.И., Черникова Л.А. Физика магнитных явлений. – М.: Изд. Московского университета, 1981. – 288 с.

8 Блум Э.Я., Майоров М.М., Цеберс А.О. Магнитные жидкости. Рига, 1989.