

Рабочая программа дисциплины

1. Название дисциплины: **Поверхностные эффекты в магнетизме**
2. Уровень высшего образования – **подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.**
3. Направление подготовки: 03.06.01 «Физика и Астрономия». Научная специальность: **01.04.07, 01.04.11**
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: **курс относится к дисциплинам научной специальности вариативной части Блока 1, по результатам освоения которых обучающиеся сдают кандидатский экзамен по научной специальности.**
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1	<p>З1 (УК-1) Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области магнитных явлений, для которых существенную роль играют поверхностные эффекты.</p> <p>У1 (УК-1) Уметь анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов при исследовании магнитных поверхностных эффектов.</p> <p>В1 (УК-1) Владеть навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (наномагнетизм, спинтроника, системы пониженной размерности).</p>
УК-3	<p>З1 (УК-3) Знать особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах в области магнитных</p>

	<p>поверхностных явлений.</p> <p>У1 (УК-3) Уметь следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач в области магнитных поверхностных явлений.</p> <p>В1 (УК-3) Владеть навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в.т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах в области магнитных поверхностных явлений.</p>
УК-5	<p>З1 (УК-5) Знать содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда в сфере магнитных материалов, проявляющих поверхностные магнитные эффекты.</p> <p>У1 (УК-5) Уметь формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей в сфере магнитных материалов, проявляющих поверхностные магнитные эффекты.</p> <p>В1 (УК-5) Владеть приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению</p>

	профессиональных задач в сфере магнитных материалов, проявляющих поверхностные магнитные эффекты.
ОПК-1	<p>Знать физические принципы основных методов исследования магнитных явлений в системах, проявляющих поверхностные эффекты.</p> <p>Уметь применять физические теории к описанию соответствующих методов исследования магнитных явлений в системах, проявляющих поверхностные эффекты.</p> <p>Владеть методиками построения моделей, описывающих магнитные явления в системах, проявляющих поверхностные эффекты.</p>

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (30 часов занятия лекционного типа, 6 часов занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 2 часа групповые консультации, 6 часов индивидуальные консультации, 2 часа мероприятия текущего контроля успеваемости, 2 часа мероприятия промежуточной аттестации), 60 часа составляет самостоятельная работа аспиранта.

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

8. Формат обучения: очный, дистанционное обучение не предусмотрено

9. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (таблица заполняется преподавателем)

Наименование и краткое содержание разделов и	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем),	Самостоятельная работа

тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)		часы из них					обучающегося, часы из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполне- ние домашних заданий	Подготов-ка рефератов и т.п..
Тема 1. Магнетизм как раздел физики конденсированного состояния вещества. Магнетизм локализованных моментов и магнетизм коллективизированных электронов. Спиновая плотность. Коллективные магнитные возбуждения. Особенности двумерных и одномерных магнитных возбуждений.	6	2				2	1	3	4
Тема 2. Физика поверхности. Адсорбция и проблема примесей. Экспериментальные методы исследования поверхности: фотоэлектронная и масс- спектроскопия,	6	2				2	1	3	4

сканирующая микроскопия, магнитные и магниторезонансные методы. Структурные и электронные свойства поверхности.										
Тема 3. Магнитные взаимодействия в конденсированных средах. Спиновый гамильтониан. Основные виды магнитных взаимодействий. Обменные и дипольные спин-спиновые взаимодействия. Неколлинеарные магнитные структуры, порождаемые дипольным взаимодействием. Фрустрация магнитных взаимодействий.	7	2		1			3	1	3	4
Тема 4. Анизотропия магнитных взаимодействий. Магнитокристаллическая анизотропия. Анизотропия формы. Модели Гейзенберга и Изинга. 2D модель. Понятие о структурной и магнитной размерности. Магнитные системы пониженной размерности.	9	2	1		2		5	1	3	4

<p>Тема 5. Кооперативные магнитные явления. Магнитные фазовые переходы. Классификация магнитных материалов. Дефектные и неупорядоченные магнетики. Размерные магнитные эффекты. Особенности наномагнетиков.</p>	8	2	2				4	1	3	4
<p>Тема 6. Поверхностные магнитные эффекты в макроскопических (многодоменных) ферромагнетиках. Фундаментальная роль магнитостатической энергии, классификация и свойства доменных стенок, динамика доменных стенок, влияние дефектов на свойства доменных стенок. Доменные стенки в антиферромагнетиках.</p>	6	2					2	1	3	4
<p>Тема 7. Классификация нанообъектов и наносистем: кластеры, наночастицы, нанопровода, наностержни, монослои и системы на их основе.</p>	9	2	1			2	5	1	3	4

Индивидуальные и коллективные магнитные эффекты в наносистемах. Взаимосвязь размерных и поверхностных магнитных эффектов в наносистемах.										
Тема 8. Поверхностные магнитные эффекты в однодоменных наночастицах. Вклад поверхности в магнитную анизотропия наночастиц. Поверхностно-обусловленная редукция магнитного момента наночастиц. Модель «ядро-облочка». Роль поверхности в межчастичном взаимодействии магнитных наночастиц.	7	2		1			3	1	3	4
Тема 9. Магнитные эффекты в тонких плёнках. Проблема основного состояния атомарно-тонкого магнетика. Однородные и гранулированные («островковые») тонкие плёнки. Влияние толщины плёнки на магнитные	8	2			2		4	1	3	4

характеристики (теория и эксперимент).										
Тема 10. Магнитно-неоднородные поверхностные эффекты в многослойных магнитных структурах и наночастицах. Обменная анизотропия, явление обменного смещения кривой гистерезиса. Эффект обменной «упругости». Явление аномальной «отрицательной намагниченности» в магнитно-неоднородных наноструктурах.	8	2	2				4	1	3	4
Тема 11. Спин-поляризованный электронный транспорт в магнитных гетероструктурах и его возможное практическое использование (спинтроника). Явление гигантского магнитосопротивления. Спиновая релаксация. Проблема высокотемпературного ферромагнетизма в магнитных полупроводниках.	6	2					2	1	3	4

<p>Тема 12. Дефекто-индуцированный «аномальный» поверхностный магнетизм. Проблема d^0 ферромагнетизма. Ферромагнетизм «немагнитных» материалов в виде тонких плёнок и наночастиц. Теоретические подходы к описанию дефектно-индуцированного магнетизма. Проблема артефактов при экспериментальном исследовании слабого магнетизма «аномальных» ферромагнетиков.</p>	6	2					2	1	3	4
<p>Тема 13. Магнетизм графеновых наноструктур и родственных двумерных материалов. Магнитные дефекты в графене. Магнетизм графеновых «нанополос» и их возможное использование в спинтронике. Проблема высокотемпературного ферромагнетизма в углеродсодержащих (органических) соединениях.</p>	6	2					2	1	3	4

<p>Тема 14. Пространственная структурная неоднородность и межфазные границы в материалах с необычными электрическими и магнитными свойствами. Квазидвумерные и квазиодномерные манганиты и купраты. Модели наноразмерной фазовой неоднородности и эффекты колоссального магнитосопротивления и высокотемпературной сверхпроводимости.</p>	8	2			2		4	1	3	4
<p>Тема 15. Методы получения материалов с поверхностными магнитными эффектами и их возможное практическое использование. Способы получения сверхтонких магнитных плёнок. «Up-down» и «down-up» методы создания нанобъектов и наноструктур. Проблема стабилизации нанобъектов и пути её решения. Биологические и медицинские</p>	8	2			2		4	1	3	4

применения магнитных нанообъектов (направленная доставка лекарств, гипертермия). Материалы для сверхплотной магнитной записи информации.										
Промежуточная аттестация										
Итого	108	30	6	2	6	4	48	15	45	60

10. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы аспирантов по дисциплине.

Практическая самостоятельная работа аспиранта проводится в виде самостоятельной проработки тем дисциплины по предложенным аспирантам учебным материалам (см. в п.12 перечень основной и дополнительной учебной литературы, а также перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»). Текущий контроль осуществляется путем индивидуального обсуждения с преподавателем выполненного ПСР или путем групповой дискуссии в группе аспирантов при участии преподавателя. Типовые задания для ПСР определяются списком вопросов и заданий по курсу, приведенным в п.12:

11. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) и ШКАЛА оценивания (критерии берутся из соответствующих карт компетенций, шкала оценивания 4х балльная)				ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ*
	2	3	4	5	
З1 (УК-1) <i>Знать</i> методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении	<i>Фрагментарные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении</i>	<i>Общие, но не структурированные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых</i>	<i>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов</i>	<i>Сформированные систематические знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых</i>	<i>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</i>

исследовательских и практических задач в области магнитных поверхностных явлений.	исследовательских и практических задач	идей при решении исследовательских и практических задач	генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных.	идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных.	
У1 (УК-1) Уметь анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов при исследовании магнитных поверхностных явлений.	Частично освоенное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ альтернативных вариантов решения исследовательских и практических задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов	В целом успешно, но содержащие отдельные пробелы анализ альтернативных вариантов решения исследовательских задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов	Сформированное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг
В1 (УК-1) Владеть навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (наномагнетизм, спинтроника, системы пониженной размерности).	Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг
З1 (УК-3) Знать	Фрагментарные	Неполные знания	Сформированные, но	Сформированные и	Индивидуальное

<p>особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах в области магнитных поверхностных явлений.</p>	<p>знания особенностей предоставления результатов научной деятельности в устной и письменной форме</p>	<p>особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме, при работе в российских и международных коллективах</p>	<p>содержащие отдельные пробелы знания основных особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах</p>	<p>систематические знания особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах</p>	<p>собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>
<p>У1 (УК-3) Уметь следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач в области магнитных поверхностных явлений.</p>	<p>Фрагментарное следование нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое следование нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение следовать основным нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач</p>	<p>Успешное и систематическое следование нормам, принятым в научном общении, для успешной работы в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>
<p>В1 (УК-3) Владеть навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при</p>	<p>Фрагментарное применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера,</p>	<p>В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера,</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>

<p>работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах в области магнитных поверхностных явлений.</p>	<p>работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах</p>	<p>возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах</p>	<p>характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах</p>	<p>возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах</p>	
<p>3I (УК-5) Знать содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда в сфере магнитных материалов, проявляющих поверхностные магнитные эффекты.</p>	<p>Допускает существенные ошибки при раскрытии содержания процесса целеполагания, его особенностей и способов реализации.</p>	<p>Демонстрирует частичные знания содержания процесса целеполагания, некоторых особенностей профессионального развития и самореализации личности, указывает способы реализации, но не может обосновать возможность их использования в конкретных ситуациях.</p>	<p>Демонстрирует знания сущности процесса целеполагания, отдельных особенностей процесса и способов его реализации, характеристик профессионального развития личности, но не выделяет критерии выбора способов целереализации при решении профессиональных задач.</p>	<p>Раскрывает полное содержание процесса целеполагания, всех его особенностей, аргументированно обосновывает критерии выбора способов профессиональной и личностной целереализации при решении профессиональных задач.</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>
<p>УI (УК-5) Уметь формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной</p>	<p>Допускает существенные ошибки при раскрытии содержания процесса целеполагания, его особенностей и способов реализации.</p>	<p>Демонстрирует частичные знания содержания процесса целеполагания, некоторых особенностей профессионального развития и самореализации</p>	<p>Демонстрирует знания сущности процесса целеполагания, отдельных особенностей процесса и способов его реализации, характеристик профессионального</p>	<p>Раскрывает полное содержание процесса целеполагания, всех его особенностей, аргументированно обосновывает критерии выбора способов профессиональной и</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>

<p>деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей в сфере магнитных материалов, проявляющих поверхностные магнитные эффекты.</p>		<p>личности, указывает способы реализации, но не может обосновать возможность их использования в конкретных ситуациях.</p>	<p>развития личности, но не выделяет критерии выбора способов целереализации при решении профессиональных задач.</p>	<p>личностной целереализации при решении профессиональных задач.</p>	
<p>В1 (УК-5) Владеть приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач в сфере магнитных материалов, проявляющих поверхностные магнитные эффекты.</p>	<p>Владеет отдельными приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению стандартных профессиональных задач, допуская ошибки при выборе приемов и технологий и их реализации.</p>	<p>Владеет отдельными приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению стандартных профессиональных задач, давая не полностью аргументированное обоснование предлагаемого варианта решения.</p>	<p>Владеет приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению стандартных профессиональных задач, полностью аргументируя предлагаемые варианты решения.</p>	<p>Демонстрирует владение системой приемов и технологий целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению нестандартных профессиональных задач, полностью аргументируя выбор предлагаемого варианта решения.</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>
<p>ОПК-1. Знать физические принципы основных методов исследования явлений в магнитных системах, проявляющих поверхностные эффекты.</p>	<p>Допускает существенные ошибки при описании соответствующих методов.</p>	<p>Допускает отдельные ошибки при описании соответствующих методов.</p>	<p>Демонстрирует знание сущности при описании соответствующих методов в стандартных ситуациях.</p>	<p>Демонстрирует знание сущности при описании соответствующих методов нестандартных ситуациях.</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>
<p>ОПК-1. Уметь применять физические теории к описанию соответствующих</p>	<p>Допускает существенные ошибки при применении</p>	<p>Допускает отдельные ошибки при применении соответствующих методов.</p>	<p>Демонстрирует знание сущности при применении соответствующих</p>	<p>Демонстрирует знание сущности при применении соответствующих</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на</p>

<i>методов исследования явлений в магнитных системах, проявляющих поверхностные эффекты.</i>	<i>соответствующих методов.</i>		<i>методов стандартных ситуациях.</i>	<i>методов нестандартных ситуациях.</i>	<i>вопросы, рейтинг</i>
ОПК-1. Владеть методиками построения моделей, описывающих явления в магнитных системах, проявляющих поверхностные эффекты.	<i>Допускает существенные ошибки при использовании соответствующих методов.</i>	<i>Допускает отдельные ошибки при использовании соответствующих методов.</i>	<i>Демонстрирует знание сущности при использовании соответствующих методов в стандартных ситуациях.</i>	<i>Демонстрирует знание сущности при использовании соответствующих методов нестандартных ситуациях.</i>	<i>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</i>

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- тестирование;
- индивидуальное собеседование,
- письменные ответы на вопросы.
- т.п.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- практические контрольные задания (далее – ПКЗ), включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить.

По сложности ПКЗ разделяются на простые и комплексные задания.

Простые ПКЗ предполагают решение в одно или два действия. К ним можно отнести: простые ситуационные задачи с коротким ответом или простым действием; несложные задания по выполнению конкретных действий. Простые задания применяются для оценки умений. Комплексные задания требуют многоходовых решений как в типичной, так и в нестандартной ситуациях. Это задания в открытой форме, требующие поэтапного решения и развернутого ответа, в т.ч. задания на индивидуальное или коллективное выполнение проектов, на выполнение практических действий или лабораторных работ. Комплексные практические задания применяются для оценки владений.

Типы практических контрольных заданий:

- задания на установление правильной последовательности, взаимосвязанности действий, выяснения влияния различных факторов на результаты выполнения задания;
- установление последовательности (описать алгоритм выполнения действия),
- нахождение ошибок в последовательности (определить правильный вариант последовательности действий);
- указать возможное влияние факторов на последствия реализации умения и т.д.
- задания на принятие решения в нестандартной ситуации (ситуации выбора, многоальтернативности решений, проблемной ситуации);

- задания на оценку последствий принятых решений;
- задания на оценку эффективности выполнения действия
- т.п.

- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций

Приводятся типовые контрольные задания, например

Вопросы и задания по курсу:

По теории:

1. Укажите область применимости двух основных теоретических подходов к описанию магнитных взаимодействий в твёрдых телах.
2. Что такое функция спиновой плотности ?
3. Перечислите виды обменного взаимодействия., укажите их особенности.
4. Напишите спин-гамильтониан для обменной модели Гейзенберга.
5. Перечислите типы магнитной анизотропии.
6. Напишите формулу, описывающую магнитокристаллическую энергию в модели Стонера-Вольфарта.
7. Что такое обменная анизотропия ?
8. Укажите отличие спиновых стёкол от систем магнитных наночастиц.
9. Запишите условие перехода в состояние блокировки для монодисперсной системы наночастиц.
10. Приведите примеры основного состояния систем с преобладающими дипольными взаимодействиями.
11. Каковы особенности магнитных фазовых переходов в двумерных и одномерных системах ?
12. Какова природа магнетизма в графене ?
13. Что такое d_0 ферромагнетизм ?
14. В каких системах может наблюдаться явление ГМР ?

По эксперименту:

1. Какие требования предъявляются к образцам при регистрации петли гистерезиса ?
2. Перечислите основные способы стабилизации нанобъектов.
3. Какие артефакты возможны при исследовании дефекто-индуцированного ферромагнетизма ?
4. Как работает СКВИД ?
5. Опишите принципы работы сканирующих и туннельного микроскопов.
6. Опишите методы формирования наноструктур.
7. Как синтезируют сверхтонкие магнитные плёнки ?
8. Перечислите основные проблемы при экспериментальном исследовании поверхностей.
9. Какие количественные характеристики магнитных материалов получают при анализе полевых и температурных зависимостей статической намагниченности ?

- Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения
Презентации методических материалов к основным разделам и темам дисциплины.

12. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной и дополнительной учебной литературы

- (1) Вонсовский С.В. Магнетизм. М.: Наука, 1971. 1032 с.
- (2) А.Н. Morrish «The Physical Principles of Magnetism», Wiley, 1964
- (3) I.S. Jacobs and C.P. Bean, Fine particles, thin films and exchange anisotropy (Effects of Finite Dimensions and Interfaces on the Basic Properties of Ferromagnets)», in Magnetism, edited by G.T. Rado and H. Suhl, Academic, New York, 1963, Vol. III, p. 271.
- (4) Филиппов Б.Н., Танкеев А.П. «Динамические эффекты в ферромагнетиках с доменной структурой», М.Наука, 1987.
- (5) S.P. Gubin (ed.) “Magnetic nanoparticles”, Wiley, 2009
- (6) X.Batlle and A.Labarta, «Finite-size effects in fine particles: magnetic and transport properties», J. Phys. D: Appl. Phys. 35 (2002) R15–R42.
- (7) M.Knobel, W.C.Nunes, L.M.Socolovsky, E.De Biasi, J.M.Vargas, J.C.Denardin «Superparamagnetism and Other Magnetic Features in Granular Materials: A Review on Ideal and Real Systems», Journal of Nanoscience and Nanotechnology, Vol.8, 2836–2857, 2008
- (8) J. Nogues, J. Sort, V. Langlais, V. Skumryev, S. Suriñach, J.S. Muñoz, M.D. Baró «Exchange bias in nanostructures», Physics Reports, 422(2005) 65-117.
- (9) J.M.D.Coeu «d⁰ ferromagnetism», Solid State Science 7 (2005) 660.
- (10) P. Crespo, P. de la Presa, P. Marin, M. Multigner, J.M. Alonso, G. Rivero, F. Yndurain, J.M. Gonzalez-Calbet, A. Hernando «Magnetism in nanoparticles: tuning properties with coating» J. Phys.: Condens. Matter 25 (2013) 484006.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
Сайт Springer Materials: <http://materials.springer.com>

Описание материально-технической базы.

Проекционное оборудование, ноутбук и маркерная доска.

Спектрометр ЭПР Varian E-4.

Персональные компьютеры для анализа и обработки рентгеновских данных.

13. Язык преподавания. Русский

14. Преподаватель (преподаватели). Кокшаров Юрий Алексеевич, профессор, д.ф.-м.н., кафедра общей физики