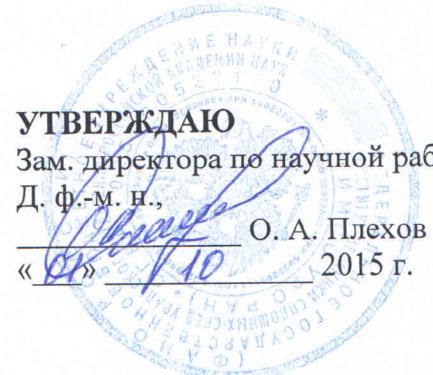


Федеральное агентство научных организаций
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт механики сплошных сред
Уральского отделения
Российской академии наук



**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

«Основы физики магнитных явлений»

Направление подготовки: 01.06.01«Математика и механика»

Профиль подготовки: «Механика жидкости, газа и плазмы»

*Квалификация (степень) выпускника: Исследователь. Преподаватель-
исследователь*

Пермь 2015

РАЗДЕЛ I. Аннотация

1.1 Краткая характеристика данной дисциплины, ее особенности

Дисциплина «Основы физики магнитных явлений» относится к вариативной части блока 1 и является дисциплиной по выбору аспирантов при освоении ООП ВОпо направлению подготовки 01.06.01 – «Математика и механика», направленность «01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы».

Связь с предшествующими дисциплинами

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по высшей математике, уравнениям математической физики, вариационному исчислению и общей физике в объеме программы высшего профессионального образования.

Связь с последующими дисциплинами

Знания и навыки, полученные аспирантом при изучении данного курса, необходимы для усвоения курса «Физика вязкоупругих магнитных супензий» и при работе над и при написании диссертации по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Цели изучения дисциплины: формирование системы знаний и основных понятий по междисциплинарным разделам, где механика композиционных материалов, механика сплошных сред и теория определяющих соотношений стыкуются с физикой магнетизма в целом и с физикой малых магнитных частиц и их ансамблей, в частности. Данный курс содержит сведения, которые аспиранту необходимо усвоить, прежде, чем начать изучение более специального раздела «Физика вязкоупругих магнитных супензий»

Главной линией, которая объединяет настоящий курс и указанное выше его продолжение является идея о том, что композиционные материалы, получаемые при наполнении упругих матриц магнитными частицами микроразмера, проявляют целый ряд магнитомеханических эффектов. Иными словами: их механическое поведение и свойства изменяются под действием и в присутствие магнитного поля. Справедливо и обратное: чисто механические воздействия способны заметно влиять на магнитные характеристики таких композитов.

Задачи дисциплины:

• изучение

- природы ферромагнетизма и типов веществ, в которых он может возникать; отклика частицы ферромагнетика на внешнее поле при уменьшении частицы — от макроскопического масштаба до наноразмера; специфики статических и динамических свойств ансамблей малых частиц;
- материаловедческой стороны затронутых проблем: какие материалы реально используются, каковы дисперсность и магнитные характеристики существующих микро- и

- на нанопорошков, каков уровень внутреннего (магнитного трения) в них;
- постановки проблемы микромагнетизма, как она модифицируется для случаев многодоменных частиц и ансамблей однодоменных частиц, каковы главные качественные выводы, полученные для названных постановок задачи;
 - современных проблем физики малых магнитных частиц в целом и, в частности, эффектов поверхностной и обменной анизотропии;

• формирование умения и формирование навыков:

- овладение методами и приемами постановки и решения теоретических задач феноменологической теории магнетизма и теории суперпарамагнитных эффектов.

1.2 Требования к результатам освоения дисциплины

Компетенции аспиранта, формируемые в результате освоения дисциплины «Основы физики магнитных явлений»:

Код	Содержание
ПК-1:	Способность проводить научные исследования в области механики жидкости и газа, ставить и решать конкретные фундаментальные и прикладные задачи механики жидкости и газа
ПК-3	Способность планировать, проводить и анализировать результаты экспериментальных исследований ламинарных и турбулентных течений непроводящих, проводящих и магнитных жидкостей

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

• знать:

- современные достижения, методологию, конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы в области механики жидкости и газа (основные уравнения движения жидкости и газа и методы их решения);
- современные методы, приемы планирования эксперимента, обработки и интерпретации экспериментальных данных по изучению поведения жидких и газообразных сред, современное состояние экспериментальных возможностей в области исследования задач механики жидкости и газа;

• уметь:

- ставить задачу в области механики жидкости и газа и применять современные методы её анализа;

- планировать проведение экспериментов, анализировать и интерпретировать экспериментальные данные по изучению поведения жидких и газообразных сред.

Формы работы студентов

Аудиторные занятия: лекции, практические занятия.

Самостоятельная работа: изучение теоретического материала.

1.3 Виды контроля.

Рабочая программа дисциплины предусматривает текущий контроль в форме устного опроса по окончании разделов дисциплины, итоговый контроль в форме дифференцированного зачета, который выставляется по итогам проведённого промежуточного контроля и самостоятельной работы.

РАЗДЕЛ II. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю) «Основы физики магнитных явлений»

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (модуля)*	Наименование оценочного средства**	Код контролируемой компетенции ***
1	Раздел 1: Электро- и магнитодинамика сплошных сред. Тема 1. Электрический заряд, ток и токовый диполь. Уравнения Максвелла в вакууме. Энергия диполя во внешнем магнитном поле.	Вопросы для устного опроса	ПК-1, ПК-3
	Тема 2. Электродинамика атома, орбитальный и спиновый магнитные моменты, характер микроскопических полей в конденсированном веществе. Переход к макроскопическому описанию поля в среде, индукция, напряженность и	Вопросы для устного опроса	ПК-1, ПК-3

	<p>поляризация / намагниченность. Уравнения Максвелла, тензоры проводимости, восприимчивости и проницаемости вещества.</p>		
	<p>Тема 3. Стационарное магнитное поле в вещества, размагничивающее поле и тензор размагничивающих коэффициентов. Энергия намагниченного тела, тензор напряжений Максвелла, пондеромоторные силы. Представление магнитного поля через потенциал, уравнение Лапласа.</p>	<p>Вопросы для устного опроса</p>	<p>ПК-1, ПК-3</p>
2	<p>Раздел 2. Физическая природа магнитного упорядочения в веществе, магнитные частицы. Тема 4. Квантовая природа обменного взаимодействия спинов, гамильтониан Гейзенберга. Кооперативный характер магнитного упорядочения спинов, ферромагнетики, ферримагнетики (ферриты) и антиферромагнетики. Температура Кюри, появление спонтанной намагниченности как фазовый переход.</p>	<p>Вопросы для устного опроса</p>	<p>ПК-1, ПК-3</p>

	Теория среднего поля, ее результаты; модель Ландау — обобщенный подход, основанный на анализе симметрии параметра порядка.		
	Тема 5. Макроскопическая электродинамика ферромагнетиков, обменная энергия, энергия спин-орбитального взаимодействия (магнитная анизотропия), магнитостатическая энергия (размагничивание). Магнитострикционный эффект: микроскопическая природа и макроскопическое описание.	Вопросы для устного опроса	ПК-1, ПК-3
	Тема 6. Теория доменной структуры, толщина и поверхностное натяжение доменной стенки для разных типов материалов. Стенки Блоха и Нееля. Микромагнетизм как обобщение теории доменной структуры. Вариационные принципы расчёта доменной структуры; теорема Брауна.	Вопросы для устного опроса	ПК-1, ПК-3

	<p>Тема 7. Кривые технического намагничивания: магнитомягкие и магнитожесткие материалы, петли магнитного гистерезиса и безгистерезисные режимы, потери энергии при намагничивании.</p> <p>Переход анизотропного образца ферромагнетика в однодоменное состояние при нулевой температуре. Модель Стонера-Вольфарта.</p>	Вопросы для устного опроса	ПК-1, ПК-3
	<p>Тема 8.</p> <p>Магнитодинамика ферромагнетиков, уравнения Ландау-Лифшица и Гильберта, ферромагнитный резонанс. Спиновые волны, спин-волновой резонанс.</p>	Вопросы для устного опроса	ПК-1, ПК-3
	<p>Тема 9. Переход анизотропного образца в однодоменное состояние при уменьшении размера. Однодоменные частицы, энергетические оценки размера однодоменности. Суперпарамагнитное поведение наночастиц: неелевская релаксация, температура блокировки, зависимость времени</p>	Вопросы для устного опроса	ПК-1, ПК-3

	релаксации от приложенного поля.		
	<p>Тема 10.</p> <p>Намагничивание суперпарамагнитных систем, отклик на переменное поле.</p> <p>Ферромагнитный резонанс в наночастицах.</p> <p>Динамический гистерезис намагниченности в наночастицах, поглощение энергии; случай твердой, жидкой и вязкоупругой матриц.</p>	Вопросы для устного опроса	ПК-1, ПК-3

*Наименование темы (раздела) или тем (разделов) берется из рабочей программы дисциплины (модуля).

**Примерный перечень оценочных средств приведен в приложении А.

***Код контролируемой компетенции берется из ФГОС ВПО, ФГОС ВО

РАЗДЕЛ III. Содержание оценочных средств по дисциплине

Приложение А
(обязательное)

Перечень вопросов для текущего контроля (устный опрос)

1. Электрический заряд, ток и токовый диполь. Уравнения Максвелла в вакууме. Энергия диполя во внешнем магнитном поле.
2. Электродинамика атома, орбитальный и спиновый магнитные моменты, характер микроскопических полей в конденсированном веществе. Переход к макроскопическому описанию поля в среде, индукция, напряженность и поляризация / намагниченность. Уравнения Максвелла, тензоры проводимости, восприимчивости и проницаемости вещества.
3. Стационарное магнитное поле в вещества, размагничивающее поле и тензор размагничивающих коэффициентов. Энергия намагниченного тела, тензор напряжений Максвелла, пондеромоторные силы. Представление магнитного поля через потенциал, уравнение Лапласа.

4. Квантовая природа обменного взаимодействия спинов, гамильтониан Гейзенберга. Кооперативный характер магнитного упорядочения спинов, ферромагнетики, ферримагнетики (ферриты) и антиферромагнетики. Температура Кюри, появление спонтанной намагниченности как фазовый переход. Теория среднего поля, ее результаты; модель Ландау — обобщенный подход, основанный на анализе симметрии параметра порядка.
5. Макроскопическая электродинамика ферромагнетиков, обменная энергия, энергия спин-орбитального взаимодействия (магнитная анизотропия), магнитостатическая энергия (размагничивание). Магнитострикционный эффект: микроскопическая природа и макроскопическое описание.
6. Теория доменной структуры, толщина и поверхностное натяжение доменной стенки для разных типов материалов. Стенки Блоха и Нееля. Микромагнетизм как обобщение теории доменной структуры. Вариационные принципы расчёта доменной структуры; теорема Брауна.
7. Кривые технического намагничивания: магнитомягкие и магнитожесткие материалы, петли магнитного гистерезиса и безгистерезисные режимы, потери энергии при намагничивании. Переход анизотропного образца ферромагнетика в однодоменное состояние при нулевой температуре. Модель Стонера-Вольфарта
8. Магнитодинамика ферромагнетиков, уравнения Ландау-Лифшица и Гильберта, ферромагнитный резонанс. Спиновые волны, спин-волновой резонанс.
9. Переход анизотропного образца в однодоменное состояние при уменьшении размера. Однодоменные частицы, энергетические оценки размера однодоменности. Суперпарамагнитное поведение наночастиц: неелевская релаксация, температура блокировки, зависимость времени релаксации от приложенного поля.
10. Намагничивание суперпарамагнитных систем, отклик на переменное поле. Ферромагнитный резонанс в наночастицах. Динамический гистерезис намагниченности в наночастицах, поглощение энергии; случай твердой, жидкой и вязкоупругой матриц.

Перечень тем практических занятий

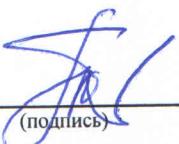
Учебный семинар №1. Поле размагничивания. Внутреннее и внешнее поля намагниченного эллипсоида, коэффициенты размагничивания. Механические напряжения в намагниченном эллипсоиде; расчет поля напряжений при малых деформациях.

Учебный семинар №2. Принцип Больцмана для систем магнитных моментов, намагничивание парамагнитного газа, закон Ланжевена. Квазиклассическое описание намагничивания в системе невзаимодействующих спинов, функции Бриллюэна. Модель Изинга.

Учебный семинар №3. Доменная структура плёнки ферромагнетика. Простейший расчёт. Модификации с учётом многоосной анизотропии и магнитострикционного эффекта.

Учебный семинар №4. Ферромагнитный резонанс в однодоменной частице с учётом кристаллографической анизотропии и анизотропии формы. Динамическая восприимчивость, принцип причинности, соотношения Крамерса-Кронига. Понятие о метод измерения ФМР сканированием по намагничивающему полю.

Разработчик:


(подпись)

д.ф.-м. н. Райхер Ю.Л.