



Составитель (ли): д-р физ.- мат. наук, профессор, профессор департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий Л.Л. Афремов

**Оборотная сторона титульного листа**

**I. Рабочая программа актуализирована на заседании департамента/кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента/заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Нефедев К. В.  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа актуализирована на заседании департамента/кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий департаментом

\_\_\_\_\_ Нефедев К. В.  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Магнитные свойства нанодисперсных магнетиков» предназначена для аспирантов, обучающихся 1.3.8 Физика конденсированного состояния, форма подготовки очная и входит образовательную компоненту дисциплина по выбору учебного плана: 2.1.4.2.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (8 часов, из них 8 часов занятий с применением методов активного обучения (МАО)), практические занятия (10 часов), самостоятельная работа (54 часов). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 3-ом семестре. Форма контроля - зачет с оценкой (3 семестр)

Цель изучения дисциплины – подготовка к сдаче кандидатского минимума по физике конденсированного состояния.

Задачи:

- способствовать освоению аспирантами основных разделов курса «Магнитные свойства нанодисперсных магнетиков», необходимых для дальнейшей успешной научной деятельности;
- формирование компетенций, соответствующих профилю подготовки «Физика конденсированного состояния».

Для успешного изучения дисциплины «Магнитные свойства нанодисперсных магнетиков» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);
- способность и готовностью анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-6);
- способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

В результате изучения дисциплины у аспирантов формируются следующие универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
--------------------------------	--------------------------------

ПК-1 Владение методами математического описания физических процессов, протекающих в конденсированных средах	Знает	основные методы математического описания физических процессов, протекающих в конденсированных средах
	Умеет	выбирать математические методы необходимые для описания физических процессов, протекающих в конденсированных средах, критически оценивать область применимости выбранных математических методов для описания протекающих в конденсированных средах физических процессов
	Владеет	методами математического описания физических полей
ПК-2 Владение основными методами компьютерного моделирования состояния и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения	Знает	основные методы экспериментального исследования структуры конденсированных сред; основные типы лабораторных установок (оборудования) для экспериментального исследования структуры конденсированных сред
	Умеет	обосновано выбирать методы экспериментального исследования структуры конденсированных сред, использовать современное лабораторное оборудование для проведения эксперимента
	Владеет	основными методами компьютерного моделирования физических процессов
ПК-3 Владение основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред	Знает	основные методы исследования физических свойств конденсированных сред; методы исследования функциональных характеристик конденсированных сред
	Умеет	выбирать и применять методы исследования физических свойств конденсированных сред, выбирать и применять методы исследования функциональных характеристик конденсированных сред
	Владеет	основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред
ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей	Знает	современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в области физики конденсированного состояния
	Умеет	рационально организовывать научную работу в выбранной области физики конденсированных сред

профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Владеет	навыками осуществления научно-исследовательской деятельности в области физики и астрономии с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знает	методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
	Умеет	анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений
	Владеет	навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**( 8\_ час., в том числе 8\_ час. с использованием методов активного обучения)**

**Модуль 1. Магнитное упорядочение в низкоразмерных системах. Метод случайного поля. Кристаллический и аморфный магнетика. Спиновое и макроспиновое стекло. Упорядочение при РККИ-взаимодействии. Влияние конечности размеров наночастицы на магнитные и концентрационные фазовые переходы (4 час.)**

**Раздел 1. Магнитное упорядочение в низкоразмерных системах (2 час.)**

### **Тема 1. Прямое обменное взаимодействие в решеточных одномерных системах в модели Изинга (0,5 час.)**

Одномерная (1D) модель Изинга. Точное аналитическое решение для бесконечного количества спинов. Отличие от модели Гейзенберга. Исследование процесса перехода систем в состояние равновесия для 1D модели.

*Интерактивная форма : лекция визуализация*

### **Тема 2. Магнитное упорядочение в 2D модели системы конечного числа спинов Изинга (0,5 час.)**

Плоская модель Изинга и её отличие от одномерной модели. Аналитическое решение для конечного количества спинов. Применимость модели для описания реальных магнетиков.

*Интерактивная форма: дискуссия по основным вопросам темы лекции*

### **Раздел 2. Метод случайного поля. Кристаллический и аморфный магнетик (1 час.)**

#### **Тема 1. Метод случайного поля. Приближение «нормального распределения» (0,5 час.)**

*Интерактивная форма : лекция визуализация*

Определение плотности распределения случайных полей обменного взаимодействия. Применение ее для модели Изинга кристаллического ферромагнетика с  $N$  узлами и  $N_0$  ферромагнитных частиц и её решение.

#### **Тема 2. Параметры порядка и магнитные состояния (0,5 час.)**

Расчет среднего магнитного момента частицы. Решение модели кристаллического ферромагнетика с  $N$  узлами и  $N_0$  ферромагнитных частиц с использованием точной и приближенной функции.

*Интерактивная форма: дискуссия по основным вопросам темы лекции*

### **Раздел 3. Спиновое и макроспиновое стекло (1 час.)**

#### **Тема 1. Спиновое стекло и с конечным радиусом взаимодействия в модели Изинга (0,5 час.)**

*Интерактивная форма : лекция визуализация*

Понятие спинового стекла, проблема теоретического описания спиновых стекол. Материалы проявляющие свойства спиновых стекол. Основные концепции упорядочения типа спиновое стекло.

## **Тема 2. Макроспиновое стекло и температура блокирования. Ферромагнетик вблизи точки Кюри (0,5 1 час.)**

Исследование поведения материалов с прямым обменным взаимодействием при низкой температуре. Влияние геометрических и магнитных характеристик на температуру блокирования, обсуждение теоретических и экспериментальных данных. Возникновение магнитной структуры. Намагниченность ферромагнетика. Определение теплового равновесия и нахождение термодинамических величин. Закон Кюри-Вейсса.

*Интерактивная форма: дискуссия по основным вопросам темы лекции*

## **Раздел 4. Упорядочение при РККИ-взаимодействии (0,5 час.)**

**Тема 1. РККИ взаимодействие и спиновое стекло. Влияние РККИ взаимодействия на концентрационные переходы (0,5 час.)**

В модели Изинга в рамках метода случайного поля рассмотреть аморфные разбавленные магнетики и металлические сплавы с кристаллической структурой при понижении температуры и взаимодействием между ближайшими соседями. Построение теоретической магнитной фазовой диаграммы. В рамках модели Изинга рассматривается влияния РККИ взаимодействия на концентрационные переходы на примере аморфных разбавленных магнетиков и металлических сплавов с кристаллической структурой.

*Интерактивная форма: дискуссия по основным вопросам темы лекции*

**Раздел 5. Влияние конечности размеров наночастицы на магнитные и концентрационные фазовые переходы (1 час.)**

**Тема 1. Метод случайного поля в системах с конечным числом атомов (0,5 час.)**

*Интерактивная форма : дискуссия по основным вопросам темы лекции*

В рамках модели Изинга определение функции распределения случайных полей, параметры которой согласованы между собой и вычисляются с использованием закона взаимодействия спинов и определение фазовых

переходов в аморфных магнетиках, кристаллических твердых сплавах с короткодействующим обменным взаимодействием.

**Тема 2. Фазовые переходы в ультратонких пленках. Фазовые переходы в наночастицах (0,5 час.)**

*Интерактивная форма: дискуссия по основным вопросам темы лекции*

Модели фазовых переходов и метастабильных состояний в ультратонких пленках. Теоретическое описание, расчет основных магнитных характеристик и точки Кюри. Теоретическое описание фазовых переходов в наночастицах. Стабильные и метастабильные состояния.

**Модуль 2. Случайные поля магнитостатического взаимодействия. Особенности магнитостатического взаимодействия в системах наночастиц. Влияние магнитостатического взаимодействия на различные виды остаточной намагниченности системы наночастиц. Магнитное последствие в системах взаимодействующих частиц. Особенности процесса намагничивания в ансамблях разной размерности (4 час.)**

**Раздел 1. Случайные поля магнитостатического взаимодействия (0,5 час.)**

**Тема 1. Магнитостатическое взаимодействие в одно -, двух – и трехмерных системах наночастиц. Магнитостатическое взаимодействие в системе двухфазных частиц (0,5 час.)**

Магнитостатическое взаимодействие в одно -, двух – и трехмерных системах. Модель двухфазной наночастицы, полная энергия наночастицы, решение уравнения населенности магнитных состояний.

*Интерактивная форма : лекция визуализация*

**Раздел 2. Особенности магнитостатического взаимодействия в системах наночастиц (0,5 час.)**

**Тема 1. Особенности магнитостатического взаимодействия в ансамбле растущих однодоменных зерен. Представление полей взаимодействия в системе магнитных зерен с помощью диаграммы Прейзаха – Нееля (0,5 час.)**

Энергия магнитостатического взаимодействия в ансамбле растущих однодоменных зерен. Модель Прейзаха. Диаграммы Прейзаха–Нееля. Основные методы получения остаточной намагниченности.

*Интерактивная форма : лекция визуализация*

**Раздел 3. Влияние магнитостатического взаимодействия на различные виды остаточной намагниченности системы наночастиц (1 час.)**

**Тема 1. Нормальная остаточная намагниченность. Осадочная намагниченность (0,5 час.)**

*Интерактивная форма : дискуссия по основным вопросам темы лекции*

Палеонамагниченность, намагниченность горных пород. Соотношения между остаточными намагниченностями для ансамбля невзаимодействующих частиц. Шпинельная структура ферритов. Тетраэдрические и октаэдрические положения. Неелевские магнитные подрешетки в магнетите.

**Тема 2. Кристаллизационная намагниченность. Анизотропия остаточной намагниченности как результат магнитостатического взаимодействия частиц (0,5 час.)**

Рассмотрение процесса образования остаточной намагниченности на примере классического эксперимента Кобояши с меднокобальтовым сплавом. Теоретическая модель Г. Хайгома. Основные свойства остаточной намагниченности на примере магнетита. Влияние давления в процессе кристаллизации минералов. Теоретическое исследование анизотропии остаточной намагниченности насыщения. Определение остаточной анизотропии, наведенной магнитостатическим полем. «Эффективные» критические поля.

*Интерактивная форма : дискуссия по основным вопросам темы лекции*

**Раздел 4. Магнитное последствие в системах взаимодействующих частиц (1,5 час.)**

**Тема 1. Магнитное упорядочение в бинарном сплаве. Вязкая намагниченность в системе взаимодействующих наночастиц (0,5 час.)**

*Интерактивная форма : лекция визуализация*

Теория магнетизма в сплавах. Бинарные сплавы с ГПУ решеткой. Параметры распада и намагниченности, свободная энергия и уравнения

равновесия. Термическое возбуждение магнитного момента зерна. Время релаксации магнитного момента частиц. Формула Нееля для температуры блокирования. Модель неоднородного перемагничивания.

***Интерактивная форма : лекция визуализация***

**Тема 2. Диффузия и магнитное последствие. Макроспиновое стекло, суперпарамагнетизм и магнитная вязкость горных пород (0,5 час.)**

***Интерактивная форма : лекция визуализация***

Определение магнитной вязкости (последствия). Токи Фуко. Причины последствия. Диффузия «посторонних» атомов или вакансий. Тепловая флуктуация. Методы описания эффектов магнитного последствия в горных породах. Связь с макроспиновыми стеклами с помощью метода случайных полей взаимодействия. Основные закономерности образования вязкой остаточной намагниченности, связь с магнитной восприимчивостью, стабилизация остаточной намагниченности. Теоретические модели.

**Тема 3. Долговременная релаксация и необратимость (0,5 час.)**

***Интерактивная форма : лекция визуализация***

Время релаксации в нанодисперсных магнетиках. Обратимые и необратимые процессы.

**Раздел 5. Особенности процесса намагничивания в ансамблях разной размерности. Некоторые диагностические признаки термоостаточной и химической намагниченности системы наночастиц (1 час.)**

**Тема 1. Остаточная намагниченность «цепочки» наночастиц. Намагниченность системы наночастиц распределенных в монослое (0,5 час.)**

***Интерактивная форма : лекция визуализация***

Модель Изинга для одномерной цепочки. Намагниченность цепочки однодоменных наночастиц. Модель системы распределённых в монослое наночастиц.

**Тема 2. Термоостаточная намагниченность. Химическая остаточная намагниченность. Идеальная намагниченность. Соотношения между различными видами остаточной намагниченности (0,5 час.)**

Образование термоостаточной и химической остаточной намагниченности. Идеальная намагниченность. Соотношения

термоостаточной и идеальной намагниченности. Влияние взаимодействия между наночастицами на значение намагниченности.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**(10 час., в том числе 0 час. с использованием методов активного  
обучения)**

### **Практические занятия (10 час.)**

**Модуль 1. Метод случайного поля. Кристаллический и аморфный  
магнетика (4 час.)**

**Занятие 1.** Метод случайного поля. Приближение «нормального  
распределения». Параметры порядка и магнитные состояния (1 час.)

**Занятие 2.** Спиновое стекло и с конечным радиусом взаимодействия в  
модели Изинга. Макроспиновое стекло и температура блокирования.  
Ферромагнетик вблизи точки Кюри (1 час.)

**Занятие 3.** РККИ взаимодействие и спиновое. Влияние РККИ  
взаимодействия на концентрационные переходы (1 час.)

**Занятие 4.** Метод случайного поля в системах с конечным числом атомов.  
Фазовые переходы в ультратонких пленках. Фазовые переходы в  
наночастицах (1 час.)

**Модуль 2. Взаимодействие в системе взаимодействующих  
наночастиц (6 час.)**

**Занятие 5.** Магнитостатическое взаимодействие в одно -, двух – и  
трехмерных системах наночастиц (1 час.).

**Занятие 6.** Особенности магнитостатического взаимодействия в  
ансамбле растущих однодоменных зерен (1 час.)

**Занятие 7.** Влияние магнитостатического взаимодействия на различные  
виды остаточной намагниченности системы наночастиц (1 час.)

**Занятие 8.** Анизотропия остаточной намагниченности как результат  
магнитостатического взаимодействия частиц (1 час.)

**Занятие 9.** Магнитное упорядочение в бинарном сплаве. Вязкая  
намагниченность в системе взаимодействующих наночастиц. Диффузия и  
магнитное последствие (2 час.)

## **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Магнитные свойства нанодисперсных магнетиков» представлено в приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы

#### **IV. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **Основная литература**

1. Урьев Н.Б. Физико-химическая динамика дисперсных систем и материалов. Фундаментальные аспекты, технологические приложения: Учебное пособие/ - Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 232 с.: 60x90 1/16 ISBN 978-5-91559-156-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/512561>

2. Стрекалов, Ю.А. Физика твердого тела: учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю.А. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 307 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=363421>

##### **Дополнительная литература**

1. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика : учебное пособие для физических специальностей университетов в 10 т. : т. 5 . Статистическая физика : ч. 1 / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского. М.: Физматлит, 2010. - 616 с. НБ «ДФУ»

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:675043&theme=FEFU>

2. Прудников, В.В. Фазовые переходы и методы их компьютерного моделирования [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Прудников, А.Н. Вакилов, П.В. Прудников. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2009. — 223 с ЭБС «Лань» [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2288](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2288)

3. Вонсовский, С.В. Магнетизм [Электронный ресурс] / С.В. Вонсовский. — М. : Наука, 1971. — 1032 с. [http://www.samomudr.ru/d/Vonsovskij%20S.V.%20\\_MAGNETIZM%20MA](http://www.samomudr.ru/d/Vonsovskij%20S.V.%20_MAGNETIZM%20MA)

[GNITNYE%20SVOJSTVA%20%20FERRIMAGNETIKOV%20\\_801str\\_1971  
g.pdf](http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:7358&theme=FEFU)

4. Афремов, Л. Л. Остаточная намагниченность ультрадисперсных магнетиков / Л. Л. Афремов, А. В. Панов – Владивосток: изд-во Дальневосточного университета, 2004. – 191 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:7358&theme=FEFU>

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. [Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.](#) – Система поиска публикаций

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>
4. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>
5. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

### Перечень информационных технологий и программного обеспечения

№ п/п	Место расположения компьютерной техники, на которой установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
1.	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.  690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, кампус ДВФУ, корпус L, ауд. L560.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.
2.	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций,	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.

	<p>текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, кампус ДВФУ, корпус L, ауд. L556.</p>	
3.	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, кампус ДВФУ, корпус L, ауд. L557.</p>	<p>Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.</p>
4.	<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, ауд. А1017.</p> <p>Аудитория для самостоятельной работы аспирантов.</p>	<p>Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18.</p> <p>Photoshop CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018. 07,</p> <p>Adobe Creative Cloud for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription New Контракт №ЭА-667-17 от 08.02.2018.</p> <p>ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018.</p> <p>AutoCAD Electrical 2015. Срок действия лицензии 10.09.2020. № договора 110002048940 в личном кабинете Autodesk. +2</p> <p>Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012</p>

## **V. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать аспирантов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы аспирантов, поэтому посещение лекций крайне необходимо!

Важной является самостоятельная работа по курсу. В ходе этой работы необходимо тщательно изучить теоретический материал и систематизировать основные формулы, которые могут быть использованы при решении практических задач.

#### Методические указания по подготовке доклада

По отдельным темам на коллоквиумах могут делаться более емкие и глубокие доклады – до 15-20 минут. Тема доклада может быть предложена преподавателем или выбрана обучающимся самостоятельно.

При подготовке к докладу проводится подбор литературных источников по теме из рекомендуемой основной и дополнительной литературы, а также работа с ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», указанными в рабочей программе.

Работа с текстом научных книг и учебников состоит не только в прочтении материала, необходимо провести анализ, сравнить изложение материала в разных источниках, подобрать материал таким образом, чтобы он раскрывал тему доклада. Проанализированный материал конспектируют, при этом надо избегать простого переписывания текстов без каких-либо комментариев и анализа. Прямое заимствование текстов других авторов в науке не допускается, оно определяется как плагиат и является наказуемым. Цитирование небольших фрагментов (со ссылкой на автора) допускается, если надо подчеркнуть стиль или сущность авторского определения, но злоупотреблять чужими текстами нельзя. Доклад должен быть выстроен логично, материал излагается цельно, связно и последовательно, делаются выводы. Желательно, чтобы обучающимся мог выразить своё мнение по обсуждаемой проблеме. Необходимо заранее продумать схемы для иллюстрации на доске или приготовить их в форме компьютерной презентации. В докладе обязательно необходимо использовать термины и ключевые слова по данной теме. После доклада проводится обсуждение с дополнениями и поправками. Оценивается как качество доклада, так и активность участников дискуссии.

#### Подготовка к экзамену

В процессе подготовки к экзамену, следует ликвидировать имеющиеся пробелы в знаниях, углубить, систематизировать и упорядочить знания. Наличие полных собственных конспектов лекций является необходимым условием успешной сдачи экзамена. Если пропущена какая-либо лекция, необходимо ее восстановить, обдумать, устранить возникшие вопросы, чтобы

запоминание материала было осознанным. Следует помнить, что при подготовке к экзаменам вначале надо просмотреть материал по всем вопросам сдаваемой дисциплины, далее отметить для себя наиболее трудные вопросы и обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

## VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Место расположения компьютерной техники, на которой установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L560.  Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Парты и стулья, экран проекционный SENSSCREEN ES-431150 150* настенно-потолочный моторизированный, покрытие Matte White, 4:3, размер рабочей поверхности 305*229 , проектор BenQ MW 526 E.
2.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L556.  Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Парты и стулья, экран проекционный SENSSCREEN ES-431150 150* настенно-потолочный моторизированный, покрытие Matte White, 4:3, размер рабочей поверхности 305*229 , проектор BenQ MW 526 E.
3.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L557.  Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Парты и стулья, экран проекционный SENSSCREEN ES-431150 150* настенно-потолочный моторизированный, покрытие Matte White, 4:3, размер рабочей поверхности 305*229 , проектор BenQ MW 526 E.
4.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А , ауд. А1017.	Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт.  Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт.

	Аудитория для самостоятельной работы аспирантов.	Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.
5.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L539а  помещение для хранения и профилактического обслуживания оборудования	

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ  
(ШКОЛЫ)**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
**по дисциплине «Магнитные свойства нанодисперсных магнетиков»**  
*1.3.8. Физика конденсированного состояния*

### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-2 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к докладу	6 часов	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад
2	3-6 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к докладу	6 часов	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад
3	7-10 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к докладу	6 часов	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад
4	11-13 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к докладу	6 часов	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад
5	14-15 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к докладу	6 часов	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад
6	15-16 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к докладу	6 часов	УО-1 Собеседование; УО-3 доклад
7	17-18 неделя	Подготовка к экзамену	18 часов	Зачет

### Методические указания к работе с литературой

Надо составить первоначальный список источников. Основой может стать список литературы, рекомендованный в рабочей программе курса. Для удобства работы можно составить собственную картотеку отобранных источников (фамилия авторов, заглавие, характеристики издания) в виде

рабочего файла в компьютере. Такая картотека имеет преимущество, т.к. она позволяет добавлять источники, заменять по необходимости одни на другие, Первоначальный список литературы можно дополнить, используя электронный каталог библиотеки ДВФУ, при этом не стесняйтесь обращаться за помощью к сотрудникам библиотеки.

Работая с литературой по той или другой теме, надо не только прочесть, но и усвоить метод ее изучения: сделать краткий конспект, алгоритм, схему прочитанного материала, что позволяет быстрее его понять, запомнить. Не рекомендуется дословно переписывать текст.

### **Методические рекомендации к самостоятельной работе аспиранта**

Текущий контроль результатов самостоятельной работы осуществляется в ходе проведения практических занятий (устный опрос), коллоквиумов и тестирования. На основании этих результатов аспирант получает текущие и экзаменационные оценки, по которым выводится итоговая оценка. Промежуточная (семестровая) аттестация проводится в форме устного экзамена.

### **Методические указания к подготовке доклада**

По отдельным темам на коллоквиумах могут делаться более емкие и глубокие доклады – до 15-20 минут. Тема доклада может быть предложена преподавателем или выбрана аспирантом самостоятельно.

При подготовке к докладу проводится подбор литературных источников по теме из рекомендуемой основной и дополнительной литературы, а также работа с ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», указанными в рабочей программе.

Работа с текстом научных книг и учебников состоит не только в прочтении материала, необходимо провести анализ, сравнить изложение материала в разных источниках, подобрать материал таким образом, чтобы он раскрывал тему доклада. Проанализированный материал конспектируют, при этом надо избегать простого переписывания текстов без каких-либо комментариев и анализа. Прямое заимствование текстов других авторов в науке не допускается, оно определяется как плагиат и является наказуемым. Цитирование небольших фрагментов (со ссылкой на автора) допускается, если надо подчеркнуть стиль или сущность авторского определения, но злоупотреблять чужими текстами нельзя. Доклад должен быть выстроен логично, материал излагается цельно, связно и последовательно, делаются

выводы. Желательно, чтобы аспирант мог выразить своё мнение по обсуждаемой проблеме. Необходимо заранее продумать схемы для иллюстрации на доске или приготовить их в форме компьютерной презентации. В докладе обязательно необходимо использовать термины и ключевые слова по данной теме. После доклада проводится обсуждение с дополнениями и поправками. Оценивается как качество доклада, так и активность участников дискуссии.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**  
(ШКОЛЫ)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Магнитные свойства нанодисперсных магнетиков»**  
*1.3.8. Физика конденсированного состояния*

## Паспорт ФОС

### Шкала оценивания уровня сформированности знаний, умений, навыков

Этапы формирования		критерии	показатели
знает (пороговый уровень)	современные методы и методики анализа, в том числе в рамках новых научных подходов в науке, современные информационно-коммуникационные технологии, используемые в науке	знание методов анализа в соответствующей профессиональной области и информационно-коммуникационных технологий, используемых в данной области	способность продемонстрировать системные знания о современных методах анализа в соответствующей профессиональной области и информационно-коммуникационных технологиях, используемых в данной области
умеет (продвинутый)	осуществлять отбор и использовать оптимальные методы исследования и современные информационные технологии в научной деятельности	умение отбирать и использовать методы исследования и применять информационные технологии с учетом специфики профессиональной области	способность на высоком уровне осуществлять отбор и эффективно использовать современные исследовательские методы анализа и применения информационных технологий с учетом специфики направления подготовки
владеет (высокий)	навыками использования современных методов научного исследования и навыками применения информационно-коммуникационных технологий в науке	владение современными методами научного исследования и информационно-коммуникационных технологий	способность на высоком уровне владеть навыками системного использования современных методов научного исследования и навыками эффективного применения информационно-коммуникационных

			технологий в соответствующей профессиональной сфере
знает (пороговый уровень)	основные методы математического описания физических процессов, протекающих в нанодисперсных магнетиках	Знание основных методов и понятий описания физических процессов, протекающих в нанодисперсных магнетиках	способность систематического знания основных методов математического описания физических процессов, протекающих в нанодисперсных магнетиках
умеет (продвинутый)	выбирать математические методы необходимые для описания физических процессов, протекающих в нанодисперсных магнетиках	Умение выбирать математические методы необходимые для описания физических процессов, протекающих в нанодисперсных магнетиках	способность выделять математические методы, необходимые для описания физических процессов, протекающих в нанодисперсных магнетиках
владеет (высокий)	Знаниями о математических методах описания физических процессов, протекающих в нанодисперсных магнетиках	Владение методами описания физических процессов и свойств нанодисперсных магнетиков	способность применять оптимальный метод математического описания физических процессов и свойств нанодисперсных магнетиков для конкретных случаев, и описания экспериментальных данных.
знает (пороговый уровень)	Базовые методы компьютерного моделирования свойств магнитных нанодисперсных магнетиков и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных	Знание основных методов компьютерного моделирования свойств магнитных нанодисперсных магнетиков и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных	способность дать описание базовых методов компьютерного моделирования свойств магнитных нанодисперсных магнетиков и прогнозирования изменения

	веществ в зависимости от внешних условий их нахождения	веществ в зависимости от внешних условий их нахождения	физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения
умеет (продвинутый)	критически оценивать область применимости выбранных математических методов	умение критически оценивать область применимости выбранных математических методов	способность критически оценивать область применимости выбранных математических методов
владеет (высокий)	Основными методами компьютерного моделирования свойств магнитных нанодисперсных магнетиков и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения	владение системой способов выявления оценки методов компьютерного моделирования свойств магнитных нанодисперсных магнетиков и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения	способность владения системой способов выявления оценки методов моделирования свойств магнитных нанодисперсных магнетиков и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения для решения научно-исследовательских задач
знает (пороговый уровень)	основные методы исследования физических свойств и функциональных характеристик нанодисперсных магнетиков	Знание основных методов исследования физических свойств и функциональных характеристик нанодисперсных магнетиков	способность дать определение, описать суть и идею метода исследования физических свойств и функциональных характеристик нанодисперсных магнетиков
умеет (продвинутый)	выбирать и применять методы исследования физических свойств и	умение аргументировано применять методы исследования	способность аргументировано применять методы

	функциональных характеристик нанодисперсных магнетиков	физических свойств и функциональных характеристик нанодисперсных магнетиков	исследования физических свойств и функциональных характеристик нанодисперсных магнетиков
владеет (высокий)	основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик нанодисперсных магнетиков и применения их для решения научно-исследовательских задач	владение навыками анализа применения навыков исследования физических свойств и функциональных характеристик нанодисперсных магнетиков и применения их для решения научно-исследовательских задач	способность систематического применения навыков анализа применения навыков исследования физических свойств и функциональных характеристик нанодисперсных магнетиков и применения их для решения научно-исследовательских задач
знает (пороговый уровень)	методы критического анализа и оценки современных научных в области нанодисперсных магнетиков и связи этой области с другими областями науки	знание методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных	способность систематических знаний методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных
умеет (продвинутый)	анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов при решении	умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов и умение при	способность анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыш и реализации этих

	исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	вариантов и умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений
владеет (высокий)	навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	владение технологиями критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач	способность успешного и систематического применения технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач

### Оценочные средства для текущего контроля

**Устный опрос** - наиболее распространенный метод контроля знаний обучающихся. При устном опросе устанавливается непосредственный контакт между преподавателем и обучающимися, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для оценки количества и качества усвоения аспирантами учебного материала. Он является наиболее распространенной и адекватной формой контроля знаний учащихся, включает в себя собеседование (главным образом на экзамене), коллоквиум, доклад.

#### Критерии оценки устного ответа:

Оценка	Критерии
Оценка «5» «Отлично»	Аспирант показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание литературы. Аспирант обнаружил понимание материала, обоснованной суждений, способность применить полученные знания на практике.

Оценка «4» «Хорошо»	Аспирант дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает некоторые ошибки, которые исправляет самостоятельно, и некоторые недочеты в изложении вопроса.
Оценка «3» «Удовлетворительно»	Аспирант обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в ответе.
Оценка «2» «Неудовлетворительно»	Аспирант обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса; допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке аспиранта, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.

## **Примерный перечень оценочных средств (ОС)**

### **Примерные темы для докладов**

по дисциплине **«Магнитные свойства нанодисперсных магнетиков»**

1. Специфика применения пермаллоев.
2. Типы и виды магнетиков
3. Области использования магнитомягких и магнитотвёрдых сплавов.
4. Области использования ферритов.
5. Природа обменного взаимодействия.
6. Механизмы перемагничивания ферромагнитных материалов.
7. Различия в использовании вибрационного магнитометра и гистерезисграфа.
8. Виды магнитной анизотропии.
9. Методы наблюдения доменной структуры ферромагнетиков.
10. Теория кривых намагничивания ферромагнетиков.
11. Природа ферромагнетизма и антиферромагнетизма.

### **Вопросы для собеседования**

по дисциплине **«Магнитные свойства нанодисперсных магнетиков»**

1. Когда целесообразно использовать термомагнитную термообработку?
2. Специфика применения пермаллоев.
3. Какие известны группы магнитотвёрдых материалов?
4. Как определить размер однодоменности?
5. Что такое технология?
6. Способы описания технологии?
7. Типы и виды магнетиков?
8. Что такое магнитные жидкости и области их применения?
9. Области использования магнитомягких и магнитотвёрдых сплавов.
10. Области использования ферритов.
11. Природа обменного взаимодействия.
12. Что такое метамагнетизм?
13. Механизмы перемагничивания ферромагнитных материалов.
14. Различия в использовании вибрационного магнитометра и гистерезисграфа.
15. Что такое размагничивающий фактор и с чем он связан?
16. Что такое коллинеарный и неколлинеарный ферромагнетик?
17. Виды магнитной анизотропии.
18. Методы наблюдения доменной структуры ферромагнетиков.
19. Теория кривых намагничивания ферромагнетиков.
20. Природа ферромагнетизма и антиферромагнетизма.
21. Что такое магнитное охлаждение?