

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Н. ТАТИЩЕВА

СОГЛАСОВАНО

Руководитель программы аспирантуры

_____ В.К. Карпасюк

«28» августа 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой технологии материалов и
промышленной инженерии

_____ Е.Ю. Степанович

«28» августа 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Магнитная микроструктура ферро- и ферримагнетиков

Составители

**Карпасюк В.К., профессор, д.ф.-м.н., главный
научный сотрудник научной совместной
лабораторией конструирования и физико-
химических исследований оксидных магнитных
материалов АГУ – ИМЕТ УрО РАН;**

**Датская З.Р., доцент, к.ф.-м.н., доцент кафедры
технологии материалов и промышленной инженерии**

Группа научных специальностей

1.3. Физические науки

Научная специальность

1.3.8. Физика конденсированного состояния

Форма обучения

очная

Год приема

2023

Срок освоения

4 года

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целями и задачами освоения дисциплины «Магнитная микроструктура ферро- и ферримагнетиков» является освоение теоретических основ и ознакомление с техническими приложениями физики магнитных материалов, являющейся одним из важнейших разделов физики конденсированного состояния; достижение понимания связи «состав – структура – свойства – функции» магнитных функциональных сред.

Задачи:

- углубление фундаментальных основ и приложений физики магнетизма твердых тел;
- формирование представлений о взаимосвязи различных типов магнитного упорядочения с кристаллической структурой магнетиков;
- изучение доменных структур различных сред, основ теории микромагнетизма, характеристик процессов перемангничивания;
- демонстрация физических принципов применения функциональных магнитных материалов в технике и перспектив дальнейших разработок в этой области.

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение дисциплины «Магнитная микроструктура ферро- и ферримагнетиков» направлено на достижение следующих результатов, определенных программой подготовки научных и научно-педагогическим кадров в аспирантуре:

- иметь базовые представления о физической природе и свойствах кристаллических, аморфных, неорганических и органических веществ в конденсированном состоянии в зависимости от их химического и фазового состава, размерных факторов, температуры и внешних воздействий с учетом фундаментальных основ физики магнетизма твердотельных структур;
- самостоятельно использовать принципы и методы получения и исследования определенного класса магнитоупорядоченных конденсированных сред в рамках избранного научного направления, уметь применять соответствующий математический аппарат и информационные технологии;
- иметь представления о технических и технологических приложениях физики конденсированного состояния, в том числе применительно к функциональным магнитным средам, знание физических основ технологии получения выбранного класса материалов с определенными свойствами.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Объем дисциплины в зачетных единицах (1 зачетная единица) с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся составляет:

Таблица 1.
Структура и содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела, темы	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа (в часах)			Самостоят. работа	Формы текущего контроля успеваемости (по темам) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Л	ПЗ	ЛР		
1.	Тема 1. Магнитные свойства 3d-переходных металлов, редкоземельных металлов и их сплавов.	5		1	1		4	Устный доклад, устный отчет
2	Тема 2. Косвенное обменное взаимодействие в оксидных ферримагнетиках. Основные	5		2	2		6	Устный доклад, устный отчет

	положения теории ферромагнетизма Нееля. Двойной обмен Зинера. Понятие о ферронах.							
3	Тема 3. Составы, структура и свойства оксидных магнитных материалов: феррошпинелей, феррогранатов, перовскитоподобных манганитов.	5		2	2		6	Устный доклад, устный отчет
4	Тема 4. Физические принципы технического применения функциональных магнитных сред и перспективы их разработок.	5		2	2		6	Устный доклад, устный отчет
ИТОГО				7	7		22	Зачет

Условные обозначения:

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы;

СР – самостоятельная работа по отдельным темам

4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

4.1. Указания по организации и проведению лекционных, практических (семинарских) и лабораторных занятий с перечнем учебно-методического обеспечения

Освоение дисциплины «Магнитная микроструктура ферро- и ферромагнетиков» предполагает использование как традиционных, так и инновационных образовательных технологий, а также настоятельно требует рационального их сочетания.

Новые информационные технологии в формировании компетентного подхода, комплексности знаний и умений, могут быть реализованы в курсе посредством использования мультимедийных программ, включающих фото-, аудио- и видеоматериалы. Использование новых технологий способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся.

Семинарские (практические занятия) представляют собой детализацию теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование аспирантов по соответствующим темам курса.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание практических заданий входит в накопленную оценку.

4.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Для успешного усвоения курса необходимо не только посещать аудиторные занятия, но и вести активную самостоятельную работу. В процессе самостоятельной работы аспирант должен научиться понимать сущность предмета изучаемой дисциплины, уметь анализировать и приходить к собственным обоснованным выводам и заключениям. Все виды учебных занятий основываются на активной самостоятельной работе обучающихся. На самостоятельное изучение выносятся темы, указанные в таблице 2.

Таблица 2.
Содержание самостоятельной работы обучающихся

Номер радела (темы)	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Тема 1	Свойства аморфных веществ на основе 3d-переходных металлов. Магнитные свойства редкоземельных металлов и их сплавов.	4	Реферат
Тема 2	Неколлинеарные спиновые конфигурации (модели Яфета-Киттеля, Каплана и др.). Явление гетерофазной автолокализации электронов проводимости. Ферроны.	6	Реферат
Тема 3	Материалы с прямоугольной петлей гистерезиса. Основные характеристики ферритов-гранатов. Магнитная структура пленок с перпендикулярной анизотропией. Электронное и магнитопримесное фазовое расслоение в манганитах.	6	Реферат
Тема 4	Магнитожесткие материалы. Высокочастотные ферриты. Динамика магнитных доменов и их применение для записи информации. Чувствительные элементы датчиков магнитного поля.	6	Реферат

4.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно.

Программой не предусмотрены контрольные работы по дисциплине. Однако, по усмотрению преподавателя или по просьбе аспиранта, допустимо для повышения оценки взять дополнительную письменную работу, выполняемую внеаудиторно. Работа может носить характер теста, доклада, реферата и т.д.

Реферат — индивидуальная письменная работа обучающегося, предполагающая изложение современной литературы по определенному вопросу либо проблеме.

Как правило, реферат имеет стандартную структуру: титульный лист, содержание, введение, основное содержание темы, заключение, список использованных источников, приложения.

Оценивается оригинальность реферата, актуальность и полнота использованных источников, системность излагаемого материала, логика изложения и убедительность аргументации, оформление, своевременность срока сдачи, защита реферата перед аудиторией.

Общие требования оформления доклада/реферата/контрольной работы

Доклад/реферат выполняется на листах писчей бумаги формата А-4 в Microsoft Word; объем: 5-10 страниц текста для доклада, 10-15 страниц текста для реферата (приложения к работе не входят в ее объем). Размер шрифта – 14; интервал – 1,5; с нумерацией страниц сверху страницы посередине, абзацный отступ на расстоянии 2,25 см от левой границы поля. В тексте обязательны ссылки на первоисточники. Количество источников: не менее 5-8 различных источников для доклада, не менее 8-10 для реферата.

Все формулы, единицы измерений, расчеты приводятся и ведутся в системе СИ.

При оформлении работы соблюдаются поля:

левое – 25 мм;

правое – 10 мм;

нижнее – 20 мм;

верхнее – 20 мм

Оформление таблиц:

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире.

При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

Таблицу следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

На все таблицы должны быть ссылки в реферате. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Оформление иллюстраций:

Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

Иллюстрации могут быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветные.

На все иллюстрации должны быть даны ссылки в реферате.

Иллюстрации, за исключением иллюстрации приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Слово «рисунок» и его наименование располагают посередине строки.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например, Рисунок 1.1.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 — Схема карты сайта.

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, Рисунок А.3.

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Приложения

Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа.

В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа, за исключением справочного приложения «Библиография», которое располагают последним.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение», его обозначения и степени.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Представление.

Реферат должен быть представлен в **двух видах**: печатном и электронном.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине могут использоваться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

5.1. Образовательные технологии

№	Формы	Описание
1	<i>Кейс-метод (научный театр)</i>	Занятия проходят по следующей схеме. Предлагается текст научной статьи по изучаемой дисциплине, объемом 8 – 12 страниц: 1) кратко изложить содержание статьи (объем 1 – 1,5 стр.); 2) подготовить плакат, на котором будет показана структура статьи и ее основная идея; 3) подготовить презентацию материала на 5 минут (5 – 6 слайдов); 4) подготовить презентацию материала на 15 минут (15 – 20 слайдов).
2	<i>Самостоятельная работа</i>	Текущая и опережающая СРС, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений, заключается в: – работе обучающихся с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме, – выполнении домашних заданий, – переводе материалов из тематических информационных ресурсов с иностранных языков, – изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, – изучении теоретического материала к лабораторным занятиям, – изучении инструкций по эксплуатации оборудования и выполнению лабораторных работ, подготовке к диф.зачету.
3	<i>Интервьюирование и беседа</i>	Разбор конкретных ситуаций использования современных физико-технических достижений в научных, исследовательских, социально-экономических задачах и для решения проблем в материаловедении и технологии современных и перспективных материалов

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах on-line и off-line в формах: видеолекций, лекций-презентаций, видеоконференции, собеседования в режиме чат, выполнения виртуальных практических и лабораторных работ и др.

5.2. Информационные технологии

- использование возможностей Интернета в учебном процессе (использование информационного сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление учащихся с оценками и т.д.));
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронные библиотеки, журналы и т.д.) как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т.д.);
- использование интерактивных средств взаимодействия участников образовательного процесса (технологии дистанционного или открытого обучения в глобальной сети (веб-конференции, форумы, учебно-методические материалы и др.));
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т.е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс)

– использование виртуальной обучающей среды (или системы управления обучением LMS Moodle) или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

5.3. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

– Лицензионное программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Paint .NET	Растровый графический редактор
MathCad 14	Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением
KOMPAS-3D V13	Создание трехмерных ассоциативных моделей отдельных элементов и сборных конструкций из них
VLC Player	Медиапроигрыватель
VMware (Player)	Программный продукт виртуализации операционных систем
Far Manager	Файловый менеджер
Sofa Stats	Программное обеспечение для статистики, анализа и отчетности
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu
MATLAB R2014a	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений

– Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы

Учебный год	Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем
2024/2025	Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС» http://dlib.eastview.com Имя пользователя: AstrGU Пароль: AstrGU
	Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов www.polpred.com
	Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» https://library.asu.edu.ru/catalog/
	Электронный каталог «Научные журналы АГУ» https://journal.asu.edu.ru/
	Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. http://mars.arbicon.ru
	Справочная правовая система КонсультантПлюс. Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации

Учебный год	Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем
	для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила. http://www.consultant.ru
	Единое окно доступа к образовательным ресурсам http://window.edu.ru
	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации https://minobrnauki.gov.ru
	Министерство просвещения Российской Федерации https://edu.gov.ru
	Федеральное агентство по делам молодежи (Росмолодёжь) https://fadm.gov.ru
	Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки (Рособрнадзор) http://obrnadzor.gov.ru
	Сайт государственной программы Российской Федерации «Доступная среда» http://zhit-vmeste.ru
	Российское движение школьников https://рдш.рф

– Перечень международных реферативных баз данных научных изданий

Учебный год	Наименование международных реферативных баз данных научных изданий
2024/2025	Полнотекстовая коллекция журналов IOP Science издательство IOP Publishing – Database
	Индекс научного цитирования Web of Science Clarivate Analytics
	Электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier
	База данных Scopus издательства Elsevier

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

6.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Магнитная микроструктура ферро- и ферримагнетиков» проверяется сформированность у обучающихся планируемых результатов обучения, указанных в разделе 2 настоящей программы.

Таблица 3
Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (этапы)	Наименование оценочного средства
1	Тема 1. Магнитные свойства 3d-переходных металлов, редкоземельных металлов и их сплавов.	Устный доклад, устный отчет
2	Тема 2. Косвенное обменное взаимодействие в оксидных ферримагнетиках. Основные положения теории ферримагнетизма Нееля. Двойной обмен Зинера. Понятие о ферронах.	Устный доклад, устный отчет
3	Тема 3. Составы, структура и свойства оксидных магнитных материалов: феррошпинелей, феррогранатов, перовскитоподобных манганитов.	Устный доклад, устный отчет
4	Тема 4. Физические принципы технического применения функциональных магнитных сред и перспективы их разработок.	Устный доклад, устный отчет

6.2 Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания

Таблица 4
Показатели оценивания результатов обучения

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала при выполнении заданий; последовательно и правильно выполняет задания; обоснованно излагает свои мысли и делает необходимые выводы; правильно и аргументированно отвечает на вопросы, приводит примеры.

4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания; обоснованно излагает свои мысли и делает необходимые выводы; допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя.
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные знания, не способен применить знание теоретического материала при выполнении заданий; испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий; выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов.
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 5
Показатели оценивания результатов обучения

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«Зачтено»	Дан полный, развернутый ответ на поставленные вопросы. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные аспирантом.
«Не зачтено»	Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросам. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа аспиранта. Или ответ на вопрос полностью отсутствует, или отказ от ответа

6.3 Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Устные доклады и отчеты по темам

1. Зонная структура металлов и магнитные свойства.
2. Магнитные свойства 3d-переходных металлов и их сплавов. Основные характеристики и применение. Магнитная структура и свойства микрочастиц.
3. Магнитные свойства редкоземельных металлов и их сплавов. Основные характеристики и применение.
4. Природа и характеристики косвенного обменного взаимодействия в оксидных магнетиках.
5. Теория ферромагнетизма Л.Нееля (применительно к феррошпинелям и феррогранатам).
6. Двойное обменное взаимодействие как основа теоретического объяснения ферромагнетизма манганитов и эффектов взаимосвязи электрических и магнитных свойств.
7. Теория автолокализации электронов проводимости в магнитных полупроводниках. Ферроны.
8. Феррошпинели. Общая формула составов. Твердые растворы. Кристаллическая структура. Распределение катионов. Магнитная микроструктура. Основные характеристики. Ферриты с прямоугольной петлей гистерезиса.
9. Феррогранаты. Общая формула составов. Твердые растворы. Кристаллическая структура. Распределение катионов. Ферромагнетизм гранатов. Основные характеристики объемных образцов и тонких пленок. Магнитные домены в пленках с перпендикулярной анизотропией.

10. Перовскитоподобные манганиты. Общая формула составов. Кристаллическая структура. Твердые растворы. Ферромагнетизм манганитов. Связь магнитных и электрических свойств. Колоссальное магнитосопротивление.

11. Нанокристаллические магнитные материалы и структуры. Другие перспективные направления разработок функциональных магнитных сред.

12. Физические принципы технического применения функциональных магнитных сред в зависимости от назначения устройств: для постоянных магнитов; для высокочастотных устройств; для запоминающих устройств; для излучателей ультразвука; для устройств считывания информации, датчиков магнитного поля; для охлаждающих устройств.

Общетехнические требования: устойчивость по отношению к колебаниям температуры и другим внешним воздействиям; сохранение заданных технических параметров при длительном хранении и использовании.

Вопросы к устным докладам и устным отчетам

1. Электроны каких оболочек являются носителями магнитного момента атомов переходных металлов? Редкоземельных элементов?

2. Какие металлы из перечисленных далее обнаруживают ферромагнитное упорядочение при комнатных температурах? Fe, Co, Ni, Gd, Dy, Er - ?

3. Чем определяются направления вектора спонтанной намагниченности в кристаллических средах?

4. Почему в никелевом феррите NiFe_2O_4 при замене небольшой части ионов Ni^{2+} немагнитными ионами цинка Zn^{2+} наблюдается увеличение намагниченности насыщения и снижение температуры Кюри?

5. Как изменится намагниченность насыщения магнетита Fe_3O_4 , если часть ионов Fe^{3+} заместить ионами Al^{3+} ? Известно, что ионы Al^{3+} занимают в решетке шпинели октаэдрические позиции.

6. Какие факторы влияют на прямоугольность и квадратность петли гистерезиса ферритов?

7. Почему температурная зависимость спонтанной намагниченности феррограната иттрия, в отличие от феррограната гадолиния, не имеет точки компенсации. Какие еще феррогранаты не имеют точки компенсации?

8. Каковы условия существования цилиндрических магнитных доменов в магнитоодноосных пленках феррогранатов?

9. Как влияет содержание кислорода на магнитные и электрические свойства манганитов?

10. Какие процессы могут вызывать изменение параметров манганитов с течением времени и в результате термоциклирования?

11. Какие параметры характеризуют наносистему? Какова роль соотношения поверхностных и объемных эффектов в наноструктурах?

Вопросы к зачету по дисциплине

1. Магнитные свойства 3d-переходных металлов и их сплавов. Примеры основных характеристик и применения.

2. Магнитные свойства редкоземельных металлов и их сплавов. Примеры основных характеристик и применения.

3. Природа и характеристики косвенного обменного взаимодействия в оксидных магнетиках. Магнитная микроструктура феррошпинелей и феррогранатов.

4. Двойное обменное взаимодействие. Природа ферромагнетизма и проводимости манганитов.

5. Феррошпинели. Кристаллическая и магнитная структуры. Твердые растворы. Области применения.
6. Феррогранаты. Общая формула составов. Кристаллическая структура. Ферромагнетизм гранатов. Области применения.
7. Ферриты с прямоугольной петлей гистерезиса. Условия существования прямоугольности и квадратности петли гистерезиса.
8. Основные характеристики тонких пленок феррогранатов. Магнитные домены в пленках с перпендикулярной анизотропией.
9. Перовскитоподобные манганиты. Общая формула составов. Кристаллическая структура. Твердые растворы. Ферромагнетизм манганитов (на примере La-Sr системы).
10. Фазовое расслоение в манганитах. Связь магнитных и электрических свойств. Колоссальное магнитосопротивление.
11. Магнитная нанокерамика (на примере манганитов). Технология получения и основные свойства.

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Оценивание осуществляется по материалам фонда оценочных средств, проводится в виде текущего и внутрисеместрового контролей, промежуточной аттестации. Формами текущего контроля являются ответы на семинарских занятиях, устные доклады и устные отчеты, подготовленные рефераты.

Промежуточная аттестация проводится по завершению изучения дисциплины в форме зачета.

В течение семестра аспирант обязан выполнить самостоятельные работы в установленный срок, готовиться к учебным занятиям и принимать участие в работе группы в течение этих учебных занятий.

Допускается отсутствие на занятиях только при предоставлении официального документа, подтверждающего факт отсутствия. Только при наличии данного документа будут оценены задания, выполняемые группой во время отсутствия аспиранта и представленные им в письменной форме.

Методы оценки: применяется система оценивания по 5-ти балльной системе.

Независимо от набранной в семестре текущей суммы баллов обязательным условием перед сдачей дифференцированного зачета является выполнение аспирантом необходимых по рабочей программе для дисциплины видов заданий.

Преподаватель, реализующий дисциплину (модуль), в зависимости от уровня подготовленности обучающихся может использовать иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) Основная литература:

1. Дорфман Я.Г. Магнитные свойства и строение вещества. – ЛКИ, 2010. – 378 с. (2 экз.)
2. Иванов С.В., Мартышко П.С. Избранные главы физики: Магнетизм, магнитный резонанс, фазовые переходы. – М.: изд. ЛКИ, 2008. – 208 с. (1 экз.)
3. Пейсахович Ю.Г. Физика конденсированного состояния. Фазовые переходы. Магнетики. Свойства диэлектриков: учебное пособие / Ю. Г. Пейсахович, Н. И. Филимонова. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 163 с. — ISBN 978-5-7782-3612-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91568.html>
4. Каганов М.И., Цукерник В.М. Природа магнетизма. – М.: изд. ЛКИ, 2008. - 194 с. (4 экз.)

5. Боровик Е.С., Еременко В.В., Мильнер А.С. Лекции по магнетизму. - М.: Физматлит, 2005. – 512 с. (6 экз.)
6. Бараночников М.Л. Микромагнитоэлектроника/ – ДМК Пресс, 2011. – 544 с. (2 экз.)
7. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы. – М.: Физматлит, 2010. – 456 с. (1 экз.).
8. Карпасюк В.К., Баделин А.Г. Структура и магнитные характеристики лантан-стронциевых манганитов с замещением марганца разновалентными ионами: Монография. – Астрахань: Изд. Сорокин Р.В., 2016. (10 экз.).
9. Карпасюк В.К., Баделин А.Г., Датская З.Р., Меркулов Д.И. Основы материаловедения перовскитоподобных манганитов: Учебное пособие. – Астрахань: Изд. Сорокин Р.В., 2018. (4 экз.).

б) Дополнительная литература

1. Тикадзуми С. Физика ферромагнетизма. Магнитные свойства вещества. - М.: Мир, 1983. (3 экз.)
2. Кудреватых, Н.В. Магнетизм редкоземельных металлов и их интерметаллических соединений: учебное пособие / Н. В. Кудреватых, А. С. Волегов. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 200 с. — ISBN 978-5-7996-1604-5. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/69622.html>
3. Вонсовский С.В. Магнетизм. – М.: Наука, 1984. (1 экз.)
4. Карпасюк В.К., Киселев В.Н., Орлов Г.Н., Щепеткин А.А. Электромагнитные свойства и нестехиометрия ферритов с прямоугольной петлей гистерезиса. – М.: Наука, 1985. (2 экз.)
5. Суздалев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. - М.: Либроком, 2009. -592 с. (5 экз.)
6. Смирнов В.В., Гоголкин А.С. Виртуальная лабораторная работа «Исследование свойств ферромагнитных материалов». Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012615914. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 28.06.2012 г. (1 экз.)
7. Мартыненко О.П., Махро В.В. Физические принципы управления магнитными мезоскопическими системами. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 256 с. (1 экз.)
8. Планк М. Введение в теоретическую физику: теория электричества и магнетизма. - М.: Эдиториал УРСС, 2010. – 184 с.(1 экз.)
9. Периодическая научная литература: журналы «Физика твердого тела», «Успехи физических наук» (изд-во «Наука» РАН), “Journal of Physics: Condensed Matter” (IOP Publishing, UK), Journal of Magnetism and Magnetic Materials (Elsevier), Journal of Applied Physics (AIP) и др.

в) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимый для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронная библиотечная система IPRbooks. www.iprbookshop.ru
2. Электронно-библиотечная система BOOK.ru. <https://book.ru>
3. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех». <https://biblio.asu.edu.ru>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. Технические и электронные средства обучения и контроля знаний аспирантов: компьютер с выходом в Internet, мультимедийный проектор;
2. Поляризационные микроскопы NU-2E (Германия) и Полам Р-312 (ЛОМО) с магнитными системами для наблюдения доменных структур с помощью эффектов Керра и Фарадея,
3. Магнитный петлескоп YEW3257 с устройством намагничивания YEW 3261 (Япония),
4. Микровеберметр Ф-191,
5. Аппаратура для электрических и магнитных измерений в широком диапазоне температур (проводимости, магнитосопротивления, намагниченности, точки Кюри).

При необходимости рабочая программа дисциплины (модуля) может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе в том числе для обучения с применением дистанционных образовательных технологий. Для этого требуется заявление аспиранта (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).