

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 21.07.2025 15:50:26
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю:

Руководитель ООП

Е.М. Семенова



«24»

июня

2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Микромагнетизм

Закреплена за
кафедрой:

Физики конденсированного состояния

Направление
подготовки:

03.03.02 Физика

Направленность
(профиль):

**Физика, технологии и компьютерное моделирование
функциональных материалов**

Квалификация:

Бакалавр

Форма обучения:

очная

Семестр:

8

Программу составил(и):

д-р физ.-мат. наук, проф., Пастушенков Юрий Григорьевич

Тверь, 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины (модуля):

Целью изучения дисциплины «Микромагнетизм» является освоение одного из наиболее эффективных современных методов анализа структурно-чувствительных характеристик магнитных материалов, позволяющего выполнять анализ природы высококоэрцитивного состояния магнитных материалов и целенаправленно формировать заданные свойства новых функциональных материалов для широкого круга применений.

Задачи:

Задачей освоения дисциплины является овладение знаниями, умениями и навыками в рамках микромагнитного подхода к решению актуальных практических задач физики конденсированного состояния вещества.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.В

Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Интегральные уравнения

Дифференциальные уравнения

Математический анализ

Теория вероятностей и математическая статистика

Обработка и анализ данных физического эксперимента

Численные методы и математическое моделирование

Электричество и магнетизм

Оптика

Электродинамика

Методы математической физики

Физический практикум по электричеству и магнетизму

Физика конденсированного состояния вещества

Физика магнитных явлений

Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Преддипломная практика

Резонансные методы исследования вещества

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе:	
аудиторные занятия	52
самостоятельная работа	21
часов на контроль	27

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ПК-2.2: Анализирует физические явления и процессы в области физики конденсированного состояния и составляет отчет по теме исследования или по результатам проведенных экспериментов

ПК-3.1: Осуществляет анализ структуры материалов

5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
экзамены	8

6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занят.	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Источники	Примечание
	Раздел 1. 1. Микромагнитный подход					
1.1	История возникновения микромагнитного подхода в теории магнетизма. Терминология, предмет исследования, основные направления, микромагнитные задачи.	Лек	8	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.2	Постановка задачи микромагнетизма. Уравнения Брауна.	Лек	8	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.3	Примеры использования микромагнитного подхода.	Лаб	8	4	Л1.2 Л1.3	
1.4	Линеаризованные уравнения Брауна. Применение линеаризованных уравнений. Анализ процесса перемангничивания цилиндрических ферромагнитных частиц.	Лек	8	4	Л1.2 Л1.3	
1.5	Основы микромагнитного подхода в описании магнетиков	Ср	8	6		
	Раздел 2. 2. Магнитная доменная структура					
2.1	Задача о доменной границе. Типы доменных границ. Основные микромагнитные параметры магнетиков.	Лек	8	4		
2.2	Магнитная структура мелких ферромагнитных частиц. Однодоменное состояние. Понятие абсолютной однодоменности.	Лек	8	4		

2.3	Определение параметров доменной структуры магнетиков разного типа, описание геометрии доменных структур, экспериментальное определение параметров ДС, оценка микромагнитных параметров.	Лаб	8	10		
2.4	Анализ микромагнитных параметров доменной структуры массивных магнетиков и тонких магнитных пленок.	Ср	8	10		
	Раздел 3. 3. Микромагнитное описание магнитного гистерезиса					
3.1	Микромагнитное описание петель гистерезиса. Петли гистерезиса материалов с задержкой образования и роста доменов обратного знака и с задержкой смещения доменных границ, сравнение результатов расчетов с экспериментом.	Лек	8	4		
3.2	Микромагнитное описание гистерезисных свойств новых функциональных материалов, в том числе наноструктурных и композиционных.	Лек	8	2		
3.3	Микромагнитное описание петель гистерезиса реальных магнетиков.	Лаб	8	12		
3.4	Анализ механизмов перемагничивания магнетиков в рамках микромагнитного описания.	Ср	8	5		
	Раздел 4. 4. Контроль					
4.1	Микромагнетизм	Экзамен	8	27		

Список образовательных технологий

1	Активное слушание
2	Информационные (цифровые) технологии
3	Технологии развития критического мышления

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

См. Приложение 1

8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

См. Приложение 1

8.3. Требования к рейтинг-контролю

За первый модуль предусмотрено 30 баллов.

За второй модуль также предусмотрено 30 баллов.

Модульные контрольные мероприятия включают теоретический опрос по изученным темам и письменное практическое задание.

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

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

Шифр	Литература
Л1.1	Гречишкин, Иванова А. И., Зигерт, Малышкина, Сошин, Магнитные свойства и доменная структура сплавов Гейслера, Тверь: Тверской государственный университет, 2021, ISBN: , URL: http://megapro.tversu.ru/megaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=5467135
Л1.2	Замкова, Жандун, Драганюк, Овчинников, Физика твердого тела. Электронные свойства твердых тел, Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2022, ISBN: 978-5-7638-4653-9, URL: https://znanium.com/catalog/document?id=432992
Л1.3	Чжан А. В., Процессы перемагничивания и доменная структура ферромагнетиков, Красноярск: КрасГАУ, 2017, ISBN: 978-5-94617-418-3, URL: https://e.lanbook.com/book/130146

9.1.2. Дополнительная литература

Шифр	Литература
Л2.1	Белов К. П., Упругие, тепловые и электрические явления в ферромагнитных металлах, Москва, Ленинград: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1951, ISBN: , URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116168
Л2.2	Акулов Н. С., Ферромагнетизм, Москва, Ленинград: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1939, ISBN: , URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=132729

9.3.1 Перечень программного обеспечения

1	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
2	Adobe Acrobat Reader
3	Google Chrome
4	OpenOffice
5	Mozilla Firefox
6	MATLAB R2012b
7	Origin 8.1 Sr2

9.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	ЭБС «ZNANIUM.COM»
---	-------------------

2	ЭБС «ЮРАИТ»
3	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
4	ЭБС IPRbooks
5	ЭБС «Лань»
6	ЭБС BOOK.ru
7	ЭБС ТвГУ

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудит-я	Оборудование
3-40	комплект учебной мебели, вольтметр, экран настенный, контроллер, сканеры для вольтметра, двухфазные Lock-in усилители, компьютеры, установка "Мишень"
3-38	комплект учебной мебели, печь трубчатая, мониторы, проектор, фотомикроскоп, вакуумные посты, весы лабораторные, коммутатор,
3-24	комплект учебной мебели, микроскопы, компьютеры, СТМ головка с предусилителем, колпак акустический виброзащиты, комплект блоков для

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Форма проведения промежуточной аттестации: студенты, освоившие программу курса могут получить оценку по итогам семестровой и полусеместровой рейтинговой аттестации согласно «Положению о рейтинговой системе обучения ТвГУ».

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то экзамен сдается согласно «Положению о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) обучающихся по программам высшего образования ТвГУ»

Вопросы для самоподготовки.

1. История возникновения микромагнитного подхода в теории магнетизма. Терминология, предмет исследования, основные направления, микромагнитные задачи.
2. Постановка задачи микромагнетизма. Уравнения Брауна.
3. Линеаризованные уравнения Брауна. Применение линеаризованных уравнений.
4. Анализ процесса перемагничивания цилиндрических ферромагнитных частиц.
5. Магнитная доменная структура. Задача о доменной границе. Типы доменных границ. Основные микромагнитные параметры магнетиков.
6. Магнитная структура мелких ферромагнитных частиц. Однодоменное состояние. Понятие абсолютной однодоменности.
7. Микромагнитное описание петель гистерезиса. Петли гистерезиса материалов с задержкой образования и роста доменов обратного знака и с задержкой смещения доменных границ, сравнение результатов расчетов с экспериментом.
8. Микромагнитное описание гистерезисных свойств новых функциональных материалов, в том числе наноструктурных и композиционных.