

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 26.03.2025 10:12:37  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Утверждаю:

Проректор по ОДиМП

«2» сентября 2024 г.

Рабочая программа факультативной дисциплины (с аннотацией)

**«МИКРОМАГНЕТИЗМ»**

для обучающихся программы аспирантуры

1.3.12. Физика магнитных явлений

Составитель:

Д.ф.-м.н., профессор Пасушенков Ю.Г.

Тверь, 2024

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

**Цель дисциплины:** Формирование у аспирантов фундаментальных знаний о микромагнитных явлениях, теоретических моделях и методах их исследования, а также практическом применении в современных технологиях.

**Задачи дисциплины:**

- Изучение физических основ микромагнетизма и магнитных доменов.
- Исследование динамики магнитных структур и процессов на микро- и наномасштабах.
- Ознакомление с методами численного моделирования микромагнитных явлений.
- Анализ современных направлений исследований и приложений в области спинтроники, магнитной памяти и сенсорики.

### **2. Место дисциплины в структуре ПА**

Дисциплина является факультативной для подготовки аспирантов в области физики магнитных явлений. Для её освоения необходимы знания по квантовой механике, электродинамике и физике твёрдого тела.

**3. Объем дисциплины:** 3 зачетных единицы, 108 академических часов, в том числе:

**контактная аудиторная работа:**

лекции – 4 часа, практические занятия – 4 часа;

**самостоятельная работа:**

100 часов

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры**

ОПК-1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

ПК-1 способность самостоятельно ставить научные задачи в области физики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта

**5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения зачёт.**

**6. Язык преподавания русский.**

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	Практические (лабораторные) занятия	
<b>Раздел 1. Теоретические основы микромагнетизма</b>	43	2	1	40
<ul style="list-style-type: none"> <li>Основные уравнения микромагнетизма (уравнение Ландау-Лифшица)</li> </ul>				15
<ul style="list-style-type: none"> <li>Магнитные домены и структуры</li> </ul>				15
<ul style="list-style-type: none"> <li>Анизотропия, обменные взаимодействия и поверхностные эффекты</li> </ul>				10
<b>Раздел 2. Экспериментальные методы исследования магнитных структур</b>				30
<ul style="list-style-type: none"> <li>Магнитная силовая микроскопия</li> </ul>	33	1	2	10
<ul style="list-style-type: none"> <li>Спектроскопия магнитного кругового дихроизма</li> </ul>				10
<ul style="list-style-type: none"> <li>Магнитно-оптические методы диагностики</li> </ul>				10
<b>Раздел 3. Численное моделирование и приложения</b>				30

<ul style="list-style-type: none"> <li>Численные методы в микромагнетизме (методы конечных элементов)</li> </ul>	32	1	1	10
<ul style="list-style-type: none"> <li>Динамика магнитных вихрей и солитонов</li> </ul>				10
<ul style="list-style-type: none"> <li>Применение в спинтронике и магнитной памяти</li> </ul>				10
<b>Всего</b>	<b>108</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>100</b>

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
<b>Раздел 1. Теоретические основы микромагнетизма</b>	Лекция, практическое	<p>Лекционные занятия с мультимедийными презентациями.</p> <p>Проведение лабораторных работ с применением современных методов измерения межфазных явлений.</p> <p>Семинарские занятия с анализом научных статей.</p> <p>Проектная работа по моделированию межфазных явлений с использованием программного обеспечения.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Основные уравнения микромагнетизма (уравнение Ландау-Лифшица)</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Магнитные домены и структуры</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Анизотропия, обменные взаимодействия и поверхностные эффекты</li> </ul>		
<b>Раздел 2. Экспериментальные методы исследования магнитных структур</b>	Лекция, практическое	<p>Лекционные занятия с мультимедийными презентациями.</p> <p>Проведение лабораторных работ с</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Магнитная силовая микроскопия</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Спектроскопия магнитного кругового дихроизма</li> </ul>		

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Магнитно-оптические методы диагностики</li> </ul>		<p>применением современных методов измерения межфазных явлений.</p> <p>Семинарские занятия с анализом научных статей.</p> <p>Проектная работа по моделированию межфазных явлений с использованием программного обеспечения.</p>
<p><b>Раздел 3. Численное моделирование и приложения</b></p>	<p>Лекция, практическое</p>	<p>Лекционные занятия с мультимедийными презентациями.</p> <p>Проведение лабораторных работ с применением современных методов измерения межфазных явлений.</p> <p>Семинарские занятия с анализом научных статей.</p> <p>Проектная работа по моделированию межфазных явлений с использованием программного обеспечения.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Численные методы в микромагнетизме (методы конечных элементов)</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Динамика магнитных вихрей и солитонов</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Применение в спинтронике и магнитной памяти</li> </ul>		

#### **IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации**

- **Контрольные вопросы:** тестирование по основным темам дисциплины.
- **Практические задания:** моделирование магнитных структур и анализ экспериментальных данных.
- **Самостоятельные исследования:**

1. Анализ экспериментальных данных по магнитным доменам.
  2. Подготовка обзора современных публикаций по спинтронике.
  3. Численное моделирование динамики магнитных вихрей.
- **Проектная работа:** исследование влияния микромагнитных процессов на свойства материалов.
  - **Зачет:**
    - Теоретические вопросы по дисциплине.
    - Анализ экспериментальных данных.
    - Решение задач по микромагнетизму.

## **V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### 1) Рекомендуемая литература

#### а) Основная литература

Гуфан, А. Ю. Физика магнитных явлений : учебник / А. Ю. Гуфан, Ю. М. Гуфан ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2020. - 372 с. - ISBN 978-5-9275-3552-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1894447> (дата обращения: 05.06.2024). – Режим доступа: по подписке.

#### б) Дополнительная литература

Давыдков, В. В. Физика: механика, электричество и магнетизм : учебник для вузов / В. В. Давыдков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 169 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05013-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/563795> (дата обращения: 04.06.2024).

### 2) Программное обеспечение

Google Chrome – бесплатное ПО.

Яндекс Браузер – бесплатное ПО.

Kaspersky Endpoint Security 10 – УПД № ПК 657 от 29.12.2023.

Многофункциональный редактор ONLYOFFICE – бесплатное ПО.

ОС Linux Ubuntu – бесплатное ПО.

### 3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

ЭБС Лань <https://e.lanbook.com/>

ЭБС Znanium.com <https://znanium.com/>

ЭБС Университетская библиотека online <https://biblioclub.ru>

ЭБС ЮРАЙТ <https://urait.ru/>

ЭБС IPR SMART <https://www.iprookshop.ru/>

ЭБС ТвГУ: <http://megapro.tversu.ru/megapro/Web>

Репозиторий ТвГУ: <http://eprints.tversu.ru>

### **VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

Методические указания по выполнению самостоятельных исследований.

Сборник задач по микромагнетизму.

Рекомендации по работе с программными пакетами для численного моделирования магнитных структур.

Научные статьи и монографии, доступные через электронные библиотеки университета.

### **VII. Материально-техническое обеспечение**

Учебная аудитория (с классной доской и мелом, партами и стульями по количеству учащихся), канцелярские принадлежности, лабораторное оборудование.

### **VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины**

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.			
2.			