

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)

**«Магнетизм наноструктурных материалов»**

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 глубоких знаний о магнитных свойствах наноструктурных материалов, методах их исследования и практическом применении в современных технологиях.

**Задачи дисциплины:**

- Изучение физических основ магнетизма наноструктурных материалов.
- Анализ взаимодействий и магнитных эффектов в наноструктурах.
- Освоение современных методов диагностики и моделирования магнитных наноматериалов.
- Исследование перспектив применения магнитных наноматериалов в электронике, биомедицине и других областях.

### **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, физике твёрдого тела и нанотехнологиям.

**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. Физические основы магнетизма наноструктур</b>	43	2	1	40
• Магнитные взаимодействия в наноструктурах				15
• Поверхностные и размерные эффекты в магнитных наночастицах				15
• Спиновые явления и магнетизм в гетероструктурах				10
<b>Раздел 2. Экспериментальные методы исследования</b>				30
• Магнитная силовая микроскопия и сканирующая туннельная микроскопия	33	1	2	10
• Методы рентгеновской и нейтронной спектроскопии				10
• Магнитно-оптические методы диагностики				10
<b>Раздел 3. Применение магнитных наноматериалов</b>				30

• Магнитные наноструктуры в спинтронике	32	1	1	10
• Магнитные наночастицы				10
• Перспективы использования в энергоэффективных технологиях				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. Физические основы магнетизма наноструктур</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>
• Магнитные взаимодействия в наноструктурах		
• Поверхностные и размерные эффекты в магнитных наночастицах		
• Спиновые явления и магнетизм в гетероструктурах		
<b>Раздел 2. Экспериментальные методы исследования</b>	Лекция, практическое	<p>Лекционные занятия с мультимедийными презентациями.</p> <p>Проведение лабораторных работ с применением со-</p>
• Магнитная силовая микроскопия и сканирующая туннельная микроскопия		
• Методы рентгеновской и нейтронной спектроскопии		

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Магнитно-оптические методы диагностики</li> </ul>		<p>временных 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. Применение магнитных наноматериалов</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>• Магнитные наноструктуры в спинтронике</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Магнитные наночастицы</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Перспективы использования в энергоэффективных технологиях</li> </ul>		

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

- **Контрольные вопросы:** тестирование по основным темам дисциплины.
- **Практические задания:** моделирование магнитных свойств наноструктур.
- **Самостоятельные исследования:**

1. Анализ экспериментальных данных по магнитным наноструктурам.
  2. Подготовка обзора современных публикаций по применению магнитных наноматериалов.
  3. Численное моделирование магнитных взаимодействий в наноструктурах.
- **Проектная работа:** исследование перспективных применений магнитных наноматериалов.
  - **Итоговый экзамен:**
    - Теоретические вопросы по дисциплине.
    - Анализ экспериментальных данных.
    - Решение задач по магнетизму наноструктур.

## **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

Физико-химия наноструктурных материалов : лабораторный практикум / В. В. Лёвина, Ю. В. Конюхов, М. Р. Филонов [и др.]. - Москва : Изд. Дом МИСиС, 2010. - 95 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1222896> (дата обращения: 17.06.2024). – Режим доступа: по подписке.

### 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 магнетизму наноматериалов.

Рекомендации по работе с программными пакетами для моделирования магнитных наноструктур.

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.			