

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

<b>Код модуля</b>	<b>Модуль</b>
1159941	Магнетизм и магнитные фазовые переходы

**Екатеринбург**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Физика	<b>Код ОП</b> 1. 03.04.02/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Физика	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 03.04.02

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Волегов Алексей Сергеевич	кандидат физико-математических наук, доцент	Доцент	магнетизма и магнитных наноматериалов
2	Мушников Николай Варфоломеевич	доктор физико-математических наук, Академик Российской академии наук	Профессор	магнетизма и магнитных наноматериалов

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Магнетизм и магнитные фазовые переходы

## 1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль входит курс «Магнетизм и магнитные фазовые переходы». В курсе рассматриваются теории магнитоупорядоченного состояния ферро-, антиферро- и ферримагнетиков, фазовые превращения 1-го и 2-го рода в магнитоупорядоченных и магнитнеупорядоченных веществах, которые возникают спонтанно при изменении температуры и химического состава, а также индуцируются магнитным полем, углубленно изучаются природа явлений и физические факторы, влияющие на параметры переходов.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Магнетизм и магнитные фазовые переходы	3
ИТОГО по модулю:		3

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Магнетизм и магнитные фазовые переходы	ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с	З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности,

<p>использованием фундаментальных знаний и практических навыков</p>	<p>опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>П-1 - Предлагать пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях, опираясь на фундаментальные законы и принципы с использованием соответствующих целям подходов и методов</p>
<p>ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов</p> <p>У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований</p>
<p>ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области</p> <p>У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов</p> <p>П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ</p>
<p>ПК-2 - Способен применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание научных проблем по тематике проводимых исследований и разработок</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание методов и средств планирования и организации исследований и разработок</p> <p>У-1 - Обобщать результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p>

		П-1 - Анализировать и систематизировать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений
--	--	---

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Магнетизм и магнитные фазовые переходы**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Волегов Алексей Сергеевич	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	магнетизма и магнитных наноматериалов
2	Мушников Николай Варфоломеевич	доктор физико- математических наук, Академик Российской академии наук	Профессор	магнетизма и магнитных наноматериалов

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики**

Протокол № 3 от 17.03.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Волегов Алексей Сергеевич, Доцент, магнетизма и магнитных наноматериалов
- Мушников Николай Варфоломеевич, Профессор, магнетизма и магнитных наноматериалов

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания; Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	История развития представлений о магнетизме и магнитных фазовых переходах.
P2	Прямое обменное взаимодействие	Модель Гайтлера-Лондона, модель Гайзенберга, модель спиновых волн. Достоинства и недостатки моделей. Их применимость.
P3	Косвенный обмен через электроны проводимости	Эффект Кондо. Теория Рудермана-Киттеля-Касуи-Иосиды.
P4	Обменное взаимодействие и зонный магнетизм	Зонная структура металлов переходных групп. Обменное взаимодействие.
P5	Косвенный обмен в диэлектриках	Структура магнитных диэлектриков. Феноменологическая теория ферримagnetизма Нееля. Обменное взаимодействие через анионы.
P6	Магнитные фазовые переходы 1 и 2 рода	Феноменологическая теория фазовых переходов по Ландау и Гинзбургу. Спонтанные спин-переориентационные переходы в одноосных и кубических магнетиках. Концентрационные и температурные магнитные фазовые переходы. Индуцированные ориентационные фазовые переходы в сильноанизотропных и слабоанизотропных магнетиках. Магнитная фазовая H-T диаграмма. Зонные магнитные фазовые переходы.

<b>Р7</b>	Аномалии физических свойств в области фазовых переходов	Аномалии магнитострикции, теплового расширения, магнитокалорического эффекта, электросопротивления и теплоемкости в области фазового перехода.
-----------	---	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Магнетизм и магнитные фазовые переходы**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Ландау, Л. Д.; Электродинамика сплошных сред : монография.; Государственное издательство физико-математической литературы, Москва; 1959; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=474070> (Электронное издание)
2. Туров, Е. А.; Физические свойства магнитоупорядоченных кристаллов: феноменологическая теория спиновых волн в ферромагнетиках, антиферромагнетиках и слабых ферромагнетиках; Академия наук СССР, Москва; 1963; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483409> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Ландау, Л. Д., Питаевский, Л. П.; Теоретическая физика : [Учеб. пособие для физ. спец. ун-тов]: В 10 т. Т. 8. Электродинамика сплошных сред; Наука, Москва; 1982 (31 экз.)
2. Туров, Е. А.; Физические свойства магнитоупорядоченных кристаллов : феноменол. теория спиновых волн в ферромагнетиках, антиферромагнетиках.; Изд-во АН СССР, Москва; 1963 (4 экз.)
3. Суздаев, И. П.; Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов; [КомКнига, Москва; 2006] (3 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. American Institute of Physics. <http://scitation.aip.org/>
2. American Physical Society. <https://journals.aps.org/about>
3. Applied Science & Technology Source EBSCO publishing. <http://search.ebscohost.com>
4. INSPEC EBSCO publishing. <http://search.ebscohost.com/>
5. Institute of Physics (IOP). <http://iopscience.iop.org/>
6. Российский фонд фундаментальных исследований РФФИ. <https://www.rfbr.ru/>
7. Электронная научная библиотека: <https://elibrary.ru>
8. Университетская библиотека онлайн: <http://biblioclub.ru>
9. Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru>

## Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Российская государственная библиотека: <http://www.rsl.ru>
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России: <http://www.gpntb.ru>

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Магнетизм и магнитные фазовые переходы

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется

4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<b>Не требуется</b>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>