

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.02 Физика многоподрешёточных магнетиков

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

03.04.02 Физика

Направленность (профиль)

03.04.02.02 Физика конденсированного состояния вещества

Форма обучения

очная

Год набора

2022

Красноярск 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

профессор, Е.В.Еремин

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель изучения дисциплины – понимание природы происхождения магнетизма в твердых телах, овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями физики магнитных явлений, ознакомление с особенностями магнитных свойств основных классов магнитоупорядоченных веществ и основными методами их исследования.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Формирование у студентов базовых знаний о природе магнетизма в твердых телах и обучение современным подходам к изучению магнитных свойств твердых тел. В результате изучения дисциплины студент должен обладать способностью использовать полученные базовые теоретические знания для решения профессиональных задач, применять на практике современные подходы и методы описания, анализа и исследования магнитных свойств твердых тел. Важной задачей является получение студентом углубленных знаний и навыков в одном из важнейших разделов физики конденсированного состояния вещества для продолжения профессионального образования в магистратуре.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1: Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий, а также анализа областей применения результатов, используя актуальную нормативную документацию</b>	
ПК-1.1: Знает научную проблематику и актуальную нормативную документацию своей профессиональной области	научную проблематику и актуальную нормативную документацию
ПК-1.2: Умеет обосновывать перспективы научных исследований	обосновывать перспективы научных исследований
ПК-1.3: Владеет современной аппаратурой и информационными технологиями для применения и внедрения результатов научной деятельности	современной аппаратурой и современными технологиями
<b>ПК-2: Способен использовать новейший российский и зарубежный опыт, знания современных проблем и достижений физики в научно-исследовательской работе</b>	

ПК-2.1: Знает современные проблемы и новейшие достижения в области физики	современные проблемы и новейшие достижения в области физики
ПК-2.2: Умеет применять знания современных проблем и достижений физики в научно-исследовательской работе	применять знания современных проблем и достижений физики в научно-исследовательской работе
ПК-2.3: Владеет навыками и приемами анализа отечественного и зарубежного опыта по тематике исследований	навыками и приемами анализа отечественного и зарубежного опыта по тематике исследований
<b>ПК-3: Способен планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции</b>	
ПК-3.1: Знает методы организации и планирования научно-исследовательских мероприятий	методы организации и планирования научно-исследовательских мероприятий
ПК-3.2: Умеет составлять план мероприятий и исследований, назначать исполнителей	составлять план мероприятий и исследований
ПК-3.3: Владеет организационно-управленческими навыками проведения научно-исследовательских мероприятий	организационно-управленческими навыками проведения научно-исследовательских мероприятий

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>0,89 (32)</b>	
занятия лекционного типа	0,89 (32)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2,11 (76)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Магнитоупорядоченные структуры</b>									
	1. Классификация магнитоупорядоченных структур. Элементарная магнитная ячейка. Магнитная симметрия. Кристалломагнитные группы. Понятие магнитных подрешеток. Общий феноменологический подход описания магнитоупорядоченных структур.	4							
	2.							5	
	3. Кристалломагнитные группы. Понятие магнитных подрешеток. Общий феноменологический подход описания магнитоупорядоченных структур.	4							
<b>2. Коллинеарный одноосный антиферромагнетик.</b>									
	1. Условия существования. Поведение во внешнем магнитном поле. Слабый ферромагнетизм. Условия его существования. Природа слабого ферромагнетизма. Поведение в магнитном поле. Пьезомагнетизм. Магнитоэлектрический эффект.	4							

2.								13	
<b>3. Феноменологический метод описания свойств магнетиков.</b>									
1. Феноменологический гамильтониан. Энергия магнитной кристаллографической анизотропии. Энергия анизотропии кубического кристалла. Энергия анизотропии одноосного кристалла. Одноосный кристалл в магнитном поле. Кубический кристалл в магнитном поле. Магнитоупругая энергия. Линейная магнитострикция. Объемная магнитострикция. Закон анизотропии Акулова для четных эффектов. Магнитный кристалл в условиях внешних упругих напряжений.	4								
2.								20	
<b>4. Ферромагнетизм</b>									
1. Теория Нееля	4								
2.								10	
<b>5. Геликоидальные структуры.</b>									
1. Сложные магнитные структуры; причины появления геликоидальных структур. Природа геликоидального упорядочения. Поведение в магнитном поле	4								
2.								10	
<b>6. Магнитные полупроводники.</b>									
1. Общие сведения о магнитных полупроводниках, аморфных магнетиках, магнитных полимерах. Магнитное состояние спинового стекла.	4								
2.								10	
<b>7. Экспериментальные методы изучения магнитных структур</b>									

1. Нейтронографический метод. Взаимодействие нейтронов с веществом. Схема нейтронографического эксперимента. Определение магнитных структур по нейтронограммам.	4							
2.							8	
3.								
Всего	32						76	



## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Зильберман Г. Е. Электричество и магнетизм: учеб. пособие (Долгопрудный: Интеллект).
2. Волков Н. В., Попков С. И. Магнетизм твердых тел; диа- и парамагнетизм; магнитный порядок (физика магнитных явлений): учебно-методическое пособие [для студентов программ 011200.68.02 «Физика конденсированного состояния вещества»; 011200.68.06 «Физика магнитных явлений»](Красноярск: СФУ).
3. Катанин А. А., Ирхин В. Ю., Игошев П. А. Модельные подходы к магнетизму двумерных зонных систем: научное издание(Москва: ФИЗМАТЛИТ).
4. Волков Н. В. Физика магнитных явлений. Ферромагнетизм: учебное пособие для студентов (бакалавров), обучающихся по направлению 03.03.02 (011200.62) "Физика" и 14.03.02 (140800.62) "Ядерная физика и технологии"(Красноярск: СФУ).
5. Тикадзуми С., Писарев Р. В. Физика ферромагнетизма: магнитные характеристики и практические применения(Москва: Мир).
6. Овчинников С. Г., Орлов Ю. С. Квантовая теория магнетизма: учебно-методическое пособие для самостоятельной работы [для студентов напр. 010700.62 «Физика», спец. 010701.65 «Физика», 010704.65 «Физика конденсированного состояния вещества»](Красноярск: СФУ).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Математические пакеты, электронные таблицы и базы данных, доступные через локальную сеть СФУ.

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. ИСС не используются.

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Учебно-лабораторная база кафедры физики твердого тела и нанотехнологий и аудиторный фонд СФУ