

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра теоретической физики и  
волновых явлений  
(ТФВЯ\_ИИФР)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра теоретической физики и  
волновых явлений (ТФВЯ\_ИИФР)**

наименование кафедры

**профессор С.Г.Овчинников**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ  
МАГНЕТИЗМА**

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.02 Квантовая теория магнетизма

Направление подготовки /  
специальность 03.04.02 Физика, программа 03.04.02.02  
Физика конденсированного состояния  
вещества 2020г

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2020

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

030000 «ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 03.04.02 Физика, программа 03.04.02.02 Физика  
конденсированного состояния вещества 2020г.

---

Программу д.ф-м.н., Профессор, С.Г.Овчинников  
составили

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов понимания природы магнитных свойств в разных классах конденсированных сред, навыков самостоятельного исследования теоретических проблем квантовой теории магнетизма и анализа экспериментальных данных.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

- формирование представления об особенностях возникновения магнитных свойств в различных материалах;
- изучение теоретических концепций и моделей, описывающих магнитную физику явлений, характерных для различных конденсированных состояний вещества;
- освоение основных понятий и методов теоретического описания актуальных проблем квантовой теории магнетизма;
- развитие умения использовать современные вычислительные методики в области квантовой теории магнетизма

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

<b>ПК-1: способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта</b>	
Уровень 1	базовые понятия теории магнетизма
Уровень 1	применять математический аппарат и методы современной квантовой теории для описания магнитных свойств конденсированных систем.
Уровень 1	методами аналитического и компьютерного моделирования в теории магнетизма

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Перечень основных дисциплин, усвоение которых необходимо студентам для изучения данной дисциплины:

Фазовые переходы

Квантовая теория твердого тела

Основные положения курса являются базовыми для изучения специализированных дисциплин, в частности:

Научно-исследовательский семинар

НИР

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Преддипломная практика

1.5 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)	Семестр
		3
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2 (72)</b>	<b>2 (72)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>0,67 (24)</b>	<b>0,67 (24)</b>
занятия лекционного типа	0,22 (8)	0,22 (8)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,44 (16)	0,44 (16)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,33 (48)</b>	<b>1,33 (48)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт)</b>		

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

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

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Основные виды магнитного порядка	2	8	0	8	ПК-1
2	Магнетизм сильнокоррелированных систем	4	0	0	24	ПК-1
3	Низкомерный магнетизм	1	4	0	8	ПК-1
4	Численно точные методы в квантовой теории магнетизма	1	4	0	8	ПК-1
Всего		8	16	0	48	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Обменное взаимодействие. Магнитные свойства изолированного атома. Правило Хунда. Гамильтониан Гейзенберга. Модель Хаббарда.	1	0	0

2	1	Природа магнетизма металлов. Спиновый парамагнетизм Паули и орбитальный диамагнетизм Ландау. Магнитные примеси в металле.	1	0	0
3	2	Сильные электронные корреляции. Диэлектрики Мотта-Хаббарда.	1	0	0
4	2	Специфика электронной структуры сильно коррелированных систем.	1	0	0
5	2	Взаимосвязь изменений магнитного порядка и электронных свойств в модели Хаббарда.	1	0	0
6	2	Переход Мотта металл-диэлектрик.	1	0	0
7	3	Низкомерный магнетизм. Теорема Мермина-Вагнера.	1	0	0
8	4	Точная диагонализация многоэлектронных и спиновых гамильтонианов для малых кластеров.	1	0	0
Всего			8	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Обменное взаимодействие через электроны проводимости (РККИ). Эффект Кондо.	2	0	0
2	1	Магнитный порядок. Ферромагнетизм и антиферромагнетизм. Метод среднего поля для ферромагнетика. Доменная структура. Гистерезис ферромагнетиков.	2	0	0

3	1	Спиновые волны (магноны). Квантовые флуктуации и спиновые волны в антиферромагнетике.	2	0	0
4	1	Вклад магнонов в термодинамику магнетиков. Динамика магнитного момента в ферромагнетике. Уравнение Ландау—Лифшица.	2	0	0
5	3	Основное состояние двумерных и одномерных спиновых систем в моделях Изинга и Гейзенберга. Свойства точно решаемых моделей.	2	0	0
6	3	Магнитные наноструктуры ферромагнетик/ нормальный металл. Гигантское магнитосопротивление. Основные идеи спинтроники.	2	0	0
7	4	Кластерная теория возмущений	2	0	0
8	4	Квантовый метод Монте Карло	2	0	0
Всего			16	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

## 4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
---------------------	----------	-------------------



Л1.1	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, 2012
Л1.2	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, 2015

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Дрокин А. И.	Квантовая теория магнетизма. Методические указания по спецкурсу: [в 7-ми ч.]	Симферополь: СГУ, 1987-1989
Л1.2	Ирхин В. Ю., Ирхин Ю. П.	Электронная структура, физические свойства и корреляционные эффекты в d- и f-металлах и их соединениях: монография	Москва: Институт компьютерных исследований, 2008
Л1.3	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, 2012
Л1.4	Изюмов Ю. А., Анисимов В. И.	Электронная структура соединений с сильными корреляциями	Москва: Регулярная и хаотическая динамика, 2009
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

Л2.1	Изюмов Ю. А., Курмаев Э. З.	Высокотемпературные сверхпроводники на основе FeAs-соединений: монография	Москва: Регулярная и хаотическая динамика, 2010
Л2.2	Волков Н. В., Попков С. И.	Обменное взаимодействие. Ферромагнетизм. Приближение молекулярного поля: учебно-методическое пособие [для студентов программ 011200.68.02 «Физика конденсированного состояния вещества»; 011200.68.06 «Физика магнитных явлений»]	Красноярск: СФУ, 2012
Л2.3	Катанин А. А., Ирхин В. Ю., Игошев П. А.	Модельные подходы к магнетизму двумерных зонных систем: научное издание	Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2013
Л2.4	Мазалова В. Л., Кравцова А. Н., Солдатов А. В.	Нанокластеры: рентгеноспектральные исследования и компьютерное моделирование	Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2012
<b>6.3. Методические разработки</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Александров К. С., Зиненко В. И., Сорокин Б. П., Турчин П. П., Сорокин П. Б., Бурков С. И., Глушков Д. А., Четвергов Н. А., Софронова С. Н., Токарев Н. А.	Теоретическая физика твердого тела: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: СФУ, 2007
Л3.2	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, 2012
Л3.3	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, 2015

## **7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	Электронная естественнонаучная библиотека	<a href="http://bib.tiera.ru">http://bib.tiera.ru</a>
----	---	---

Э2	Поисковая машина электронных книг	<a href="http://www.poiskknig.ru">http://www.poiskknig.ru</a>
Э3	Файловый архив для студентов	<a href="http://www.studfiles.ru">http://www.studfiles.ru</a>
Э4	Электронная библиотека	<a href="http://gen.lib.rus.ec">http://gen.lib.rus.ec</a>

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Самостоятельное изучение теоретического материала и решение задач необходимо выполнять, используя как основную, так и дополнительную учебную литературу. Также необходимо активно участвовать в разборе типичных задач на семинарских занятиях. На лекциях необходимо задавать уточняющие вопросы преподавателю для лучшего усвоения материала.

На семинарских занятиях необходимо иметь чистовую тетрадь для выполнения текущих заданий и тетрадь для черновика. В процессе решения задач рекомендуется использовать справочную литературу по соответствующим разделам математики. Для выполнения числовых расчетов при себе необходимо иметь калькулятор.

Перед решением задач необходимо произвести актуализацию теоретических знаний по данной теме. Для этого рекомендуется перед началом занятия самостоятельно прочитать соответствующие разделы лекций.

При решении задачи необходимо придерживаться следующего оформления: записать исходные данные задачи, определить искомые величины, при необходимости, построить схему, начертить график или рисунок, в конце расчета выделить полученный результат. Все математические выкладки сопровождать подробными комментариями. Указывать размерности физических величин, если того требует логика изложения. Обязательно обсудить физический смысл полученного результата.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	1. Microsoft Office 2007 (или выше).
9.1.2	2. Adobe Reader.

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	Доступ к библиотечному фонду (см. сайт СФУ, раздел «Библиотека», <a href="http://bik.sfu-kras.ru">http://bik.sfu-kras.ru</a> ).
9.2.2	

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

Занятия проводятся в учебных аудиториях для занятий лекционного и семинарского типа. Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.