

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 ТВЕРДОГО  
ТЕЛА**

Дисциплина Б1.В.06 Квантовая теория твердого тела

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  
составили

Профессор, М.М.Коршунов

---

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью дисциплины является изучение квантовой теории твёрдых тел, которое включает получение студентами следующих навыков: владение основами современной квантовой теории твёрдого тела, без которой невозможно творческое использование в практической деятельности уже известных физических явлений в твёрдых телах, восприятие, а тем более, генерация новых физических идей; освоение достижений квантовомеханического описания электронной и колебательной систем кристалла, на которых базируются термодинамика, явления переноса и сверхпроводимость в твёрдых телах; умение решать задачи квантовой теории твёрдого тела.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен приобрести знания, умения и навыки, необходимые для его профессиональной деятельности, в частности:

- освоить применение методов квантовой теории поля в физике твёрдого тела;
- изучить подходы к описанию электронной и фононной систем кристалла;
- овладеть основами описания термодинамики, явлений переноса и сверхпроводимости в твёрдых телах;
- использовать полученные знания при изучении других дисциплин и проведении научных исследований.

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

<b>ПК-6: способностью методически грамотно строить планы лекционных и практических занятий по разделам учебных дисциплин и публично излагать теоретические и практические разделы учебных дисциплин в соответствии с утвержденными учебно-методическими пособиями при реализации программ бакалавриата в области физики</b>	
Уровень 1	методы квантовой теории поля в физике твёрдого тела
Уровень 1	применять методы квантовой теории поля в физике твёрдого тела
Уровень 1	основами описания термодинамики, явлений переноса и сверхпроводимости в твёрдых телах
<b>ПК-1: способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной</b>	

<b>аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта</b>	
Уровень 1	новейший российский и зарубежный опыт в области квантовой теории твердого тела
Уровень 1	использовать полученные знания при изучении других дисциплин и проведении научных исследований
Уровень 1	способностью ставить задачи научных исследований

#### 1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

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

Теория групп

Фазовые переходы

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

Научно-исследовательский семинар

Численное моделирование свойств твердых тел

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
		2
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3 (108)</b>	<b>3 (108)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>0,89 (32)</b>	<b>0,89 (32)</b>
занятия лекционного типа	0,89 (32)	0,89 (32)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия		
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>2,11 (76)</b>	<b>2,11 (76)</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	Электроны в твёрдом теле	16	0	0	30	ПК-1 ПК-6
2	Фоновая подсистема, электрон-фонное взаимодействие и сверхпроводимость	12	0	0	30	ПК-1 ПК-6
3	Кинетические свойства	2	0	0	8	ПК-1 ПК-6
4	Современные методы исследования твёрдых тел	2	0	0	8	ПК-1 ПК-6
Всего		32	0	0	76	

#### 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	Твёрдое тело – основные понятия, классификация, используемые подходы.	2	0	0

2	1	Система коллективизированных электронов в металле. Обратная решётка, зона Бриллюэна. Теорема Блоха. Плотность состояний.	2	0	0
3	1	Зоны электронов в кристалле, экстремумы дисперсии электронов на границе зоны Бриллюэна.	2	0	0
4	1	Метод сильной связи. Функции Ваннье. Энергетическая дисперсия в одномерном и в трёхмерном случаях.	2	0	0
5	1	Модель свободных (слабосвязанных) электронов, теория возмущений, особенности дисперсии электронов в кристалле.	2	0	0
6	1	Операторы вторичного квантования, коммутационные соотношения для них, связь со статистикой.	2	0	0
7	1	Функция Грина, физический смысл её полюсов, неприводимая собственно-энергетическая часть, эффективная масса. Спектральная функция.	2	0	0
8	1	Квазичастицы в твёрдом теле. Приближения Хартри и Хартри-Фока. Приближение хаотических фаз.	2	0	0
9	2	Кванты колебаний в одномерной цепочке одинаковых и различных атомов. Акустические и оптические ветви дисперсии.	2	0	0

10	2	Фононы в трёхмерном случае, динамическая матрица. Акустические и оптические ветви дисперсии.	2	0	0
11	2	Электрон-фононное взаимодействие, его происхождение. Получение гамильтониана взаимодействия из анализа смещений атомов.	2	0	0
12	2	Следствия электрон-фононного взаимодействия в ферми-жидкости, эффективная масса и время жизни квазичастиц. Теорема Мигдала.	2	0	0
13	2	Общие свойства сверхпроводников. Нарушение калибровочной инвариантности. Электрон-фононное взаимодействие как источник сверхпроводимости	2	0	0
14	2	Теория сверхпроводимости БКШ (Бардина-Купера-Шриффера), $u-v$ -преобразование Боголюбова.	2	0	0
15	3	Явления переноса – уравнение Больцмана, интеграл столкновений. Проводимость в случае рассеяния на примесях, время релаксации.	2	0	0
16	4	Применение спектроскопии для изучения твёрдого тела – рентгеновское излучение, рассеяние нейтронов.	2	0	0
Всего			22	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
Всего					

### 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	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
Л1.2	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
Л1.3	Жабрун И. В., Паклин Н. Н.	Симметрии в природе: учебно-методическое пособие [для самостоятельных и практических работ для студентов напр. 011200.68 «Физика»]	Красноярск: СФУ, 2013

## 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	Рабе К. М., Ан Ч. Г., Трискон Ж.-М., Струков Б. А., Лебедев А. И.	Физика сегнетоэлектриков: современный взгляд	Москва: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2011
Л1.2	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, 2012
Л1.3	Суздалев И. П.	Электрические и магнитные переходы в нанокластерах и наноструктурах: [монография]	Москва: URSS, 2012
Л1.4	Ищенко А. А., Гиричев Г. В., Тарасов Ю. И.	Дифракция электронов: структура и динамика свободных молекул и конденсированного состояния вещества: монография	Москва: Физматлит, 2012
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.	Теоретическая физика: научное издание	Москва: НИЦ "РХД", 2004
Л2.2	Абрикосов А. А.	Основы теории металлов: [учеб. пособие]	Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2010
Л2.3	Садовский М. В.	Диagramматика: лекции по избранным задачам теории конденсированного состояния	Москва: Регулярная и хаотическая динамика, 2010
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

ЛЗ.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
ЛЗ.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
ЛЗ.3	Жабрун И. В., Паклин Н. Н.	Симметрии в природе: учебно-методическое пособие [для самостоятельных и практических работ для студентов напр. 011200.68 «Физика»]	Красноярск: СФУ, 2013

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

Э1	Электронная естественнонаучная библиотека	1.	<a href="http://bib.tiera.ru">http://bib.tiera.ru</a>
Э2	Поисковая машина электронных книг	2.	<a href="http://www.poiskknig.ru">http://www.poiskknig.ru</a>
Э3	Файловый архив для студентов	3.	<a href="http://www.studfiles.ru">http://www.studfiles.ru</a>
Э4	Электронная библиотека	4.	<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. На лекциях необходимо задавать уточняющие вопросы преподавателю для лучшего усвоения материала.

## **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> ).
-------	---

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

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