

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

Б1.В.04 Квантовая теория твердого тела

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

2021

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

**Профессор, М.М.Коршунов**

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

## 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

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>	
ИД-1: Знает научную проблематику и актуальную нормативную документацию своей профессиональной области	научную проблематику и основы квантовой теории твердого тела
ИД-2: Умеет обосновывать перспективы научных исследований	обосновывать перспективы научных исследований в области теории конденсированного состояния вещества

ИД-3: Владеет современной аппаратурой и	способностью применять знания в области информационных технологий для решения задач
информационными технологиями для применения и внедрения результатов научной деятельности	квантовой теории магнетизма
<b>ПК-2: Способен использовать новейший российский и зарубежный опыт, знания современных проблем и достижений физики в научно-исследовательской работе</b>	
ИД-1: Знает современные проблемы и новейшие достижения в области физики	новейшие достижения в области квантовой теории твердого тела
ИД-2: Умеет применять знания современных проблем и достижений физики в научно-исследовательской работе	применять знания современных проблем квантовой теории твердого тела в научно-исследовательской работе
ИД-3: Владеет навыками и приемами анализа отечественного и зарубежного опыта по тематике исследований	навыками и приемами анализа отечественного и зарубежного опыта в области квантовой теории твердого тела

#### **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	

### 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. Электроны в твёрдом теле</b>									
	1. Твёрдое тело – основные понятия, классификация, используемые подходы.	2							
	2. Система коллективизированных электронов в металле. Обратная решётка, зона Бриллюэна. Теорема Блоха. Плотность состояний.	2							
	3. Зоны электронов в кристалле, экстремумы дисперсии электронов на границе зоны Бриллюэна.	2							
	4. Метод сильной связи. Функции Ванье. Энергетическая дисперсия в одномерном и в трёхмерном случаях.	2							
	5. Модель свободных (слабосвязанных) электронов, теория возмущений, особенности дисперсии электронов в кристалле.	2							
	6. Операторы вторичного квантования, коммутационные соотношения для них, связь со статистикой.	2							

7. Функция Грина, физический смысл её полюсов, неприводимая собственно-энергетическая часть, эффективная масса. Спектральная функция.	2							
8. Квазичастицы в твёрдом теле. Приближения Хартри и Хартри-Фока. Приближение хаотических фаз.	2							
9.							30	
<b>2. Фононная подсистема, электрон-фононное взаимодействие и сверхпроводимость</b>								
1. Кванты колебаний в одномерной цепочке одинаковых и различных атомов. Акустические и оптические ветви дисперсии.	2							
2. Фононы в трёхмерном случае, динамическая матрица. Акустические и оптические ветви дисперсии.	2							
3. Электрон-фононное взаимодействие, его происхождение. Получение гамильтониана взаимодействия из анализа смещений атомов.	2							
4. Следствия электрон-фононного взаимодействия в ферми-жидкости, эффективная масса и время жизни квазичастиц. Теорема Мигдала.	2							
5. Общие свойства сверхпроводников. Нарушение калибровочной инвариантности. Электрон-фононное взаимодействие как источник сверхпроводимости	2							
6. Теория сверхпроводимости БКШ (Бардина-Купера-Шриффера), $uv$ -преобразование Боголюбова.	2							
7.							30	
<b>3. Кинетические свойства</b>								
1. Явления переноса – уравнение Больцмана, интеграл столкновений. Проводимость в случае рассеяния на примесях, время релаксации.	2							

2.							8	
<b>4. Современные методы исследования твёрдых тел</b>								
1. Применение спектроскопии для изучения твёрдого тела – рентгеновское излучение, рассеяние нейтронов.	2							
2.							8	
Всего	32						76	



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

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

1. Рабе К. М., Ан Ч. Г., Трискон Ж.-М., Струков Б. А., Лебедев А. И. Физика сегнетоэлектриков: современный взгляд(Москва: БИНОМ, Лаборатория знаний).
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. Суздаев И. П. Электрические и магнитные переходы в нанокластерах и наноструктурах: [монография](Москва: URSS).
4. Ищенко А. А., Гиричев Г. В., Тарасов Ю. И. Дифракция электронов: структура и динамика свободных молекул и конденсированного состояния вещества: монография(Москва: Физматлит).
5. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика: научное издание (Москва: НИЦ "РХД").
6. Абрикосов А. А. Основы теории металлов: [учеб. пособие](Москва: ФИЗМАТЛИТ).
7. Садовский М. В. Диаграмматика: лекции по избранным задачам теории конденсированного состояния(Москва: Регулярная и хаотическая динамика).
8. 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).
9. 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).
10. 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).

### **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. Microsoft Office 2007 (или выше).
2. Adobe Reader.

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

1. Доступ к библиотечному фонду (см. сайт СФУ, раздел «Библиотека», <http://bik.sfu-kras.ru>).

## **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)**

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