

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

УТВЕРЖДАЮ  
Декан физического факультета  
Каныгина О.Н.  
(подпись, расшифровка подписи)

"26" сентября 2014 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### ДИСЦИПЛИНЫ

*«Б.1.Б.23 Физика твердого тела»*

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

*03.03.02 Физика*

(код и наименование направления подготовки)

*Физика конденсированного состояния*

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

*Программа академического бакалавриата*

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Очная*

**Рабочая программа дисциплины «Б.1.Б.23 Физика твердого тела» /сост.  
Э.К. Алиджанов - Оренбург: ОГУ, 2014**

Рабочая программа предназначена студентам очной формы обучения по направлению подготовки 03.03.02 Физика

## Содержание

1 Цели и задачи освоения дисциплины .....	
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	
3 Требования к результатам обучения по дисциплине .....	
4 Структура и содержание дисциплины .....	
4.1 Структура дисциплины .....	
4.2 Содержание разделов дисциплины .....	
4.3 Практические занятия (семинары) .....	
5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	
5.1 Основная литература .....	
5.2 Дополнительная литература .....	
5.3 Периодические издания .....	
5.4 Интернет-ресурсы .....	
5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий .....	
6 Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	
Лист согласования рабочей программы дисциплины .....	
Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины .....	
Приложения:	
Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	
Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины:

- реализация в рамках дисциплины требований квалификационной характеристики, связанной с профессиональной деятельностью выпускника по направлению подготовки 03.03.02 Физика согласно Федеральному государственному образовательному стандарту (ФГОС) высшего образования, утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.11.2013 N 1245;

- формирование соответствующих компетенций согласно требованиям основной образовательной программы (ООП) подготовки бакалавров по направлению подготовки 03.03.02 Физика с профилем подготовки «Физика конденсированного состояния».

**Задачи:**

- приобретение обучающимися знаний в области физики конденсированного состояния как теоретической базы для изучения последующих дисциплин профессионального цикла;

- приобретение обучающимися навыков реализации теоретических знаний на практике в рамках выполнения практических работ с применением интерактивных методов и закреплением соответствующих компетенций согласно ООП подготовки бакалавров по направлению 03.03.02 Физика с профилем подготовки «Физика конденсированного состояния»..

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: Б.1.Б.12 Молекулярная физика, Б.1.Б.13 Электричество и магнетизм, Б.1.Б.15 Атомная физика, Б.1.Б.24 Химия, Б.1.В.ОД.7 Общий физический практикум

Требования к входным результатам обучения, необходимым для освоения дисциплины

Предварительные результаты обучения, которые должны быть сформированы у обучающегося до начала изучения дисциплины	Компетенции
<p><b>Знать:</b> философские основы профессиональной деятельности; основные философские категории и проблемы человеческого бытия;</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать мировоззренческие, социально и личностно значимые философские проблемы; системно анализировать и выбирать социально-психологические концепции;</p> <p><b>Владеть:</b> способами ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы и т.д.);</p>	ОК-1 способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции
<p><b>Знать:</b> пути и средства профессионального самосовершенствования психолога (профессиональные форумы, конференции, семинары, тренинги; магистратура, аспирантура); систему категорий и методов, направленных на формирование аналитического и логического мышления психолога; правовые, экологические и этические аспекты профессиональной деятельности; основные направления развития системы образования, содержание педагогической деятельности, опыт подготовки психологов в стране и за рубежом</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать информационные источники (сайты, форумы, периодические издания);</p> <p><b>Владеть:</b> навыками организации самообразования</p>	ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию
<p><b>Знать:</b> базовые понятия об объектах изучения, методы исследования, современные концепции, достижения и ограничения естественных наук.</p>	ОПК-1 способностью использовать в профессиональной

Предварительные результаты обучения, которые должны быть сформированы у обучающегося до начала изучения дисциплины	Компетенции
<p><b>Уметь:</b> применять естественнонаучные знания в учебной и профессиональной деятельности</p> <p><b>Владеть:</b> навыками структурирования естественнонаучной информации.</p>	<p>деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)</p>
<p><b>Знать:</b> - основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, теории функций комплексного переменного.</p> <p><b>Уметь:</b> - применять математические методы для решения практических задач.</p> <p><b>Владеть:</b> - методами решения алгебраических и дифференциальных уравнений, дифференциального и интегрального исчисления....</p>	<p>ОПК-2 способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>
<p><b>Знать:</b> - основные понятия, положения и явления физики твердого тела .</p> <p><b>Уметь:</b> - использовать знания полученные знания для решения практических задач.</p> <p><b>Владеть:</b> - практическими навыками решения типовых задач....</p>	<p>ОПК-3 способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач</p>
<p><b>Знать:</b> основы делового общения, способствующие развитию общей культуры и социализации личности, приверженности к этическим ценностям; способы совершенствования и развития своего интеллектуального, культурного, нравственного и профессионального</p> <p><b>Уметь:</b> самостоятельно и в составе научно-производственного коллектива решать конкретные задачи профессиональной деятельности при выполнении физических исследований.</p> <p><b>Владеть:</b> способностью к критике и самокритике, терпимостью, способностью работать в коллективе; навыками управления и организации деятельности коллектива....</p>	<p>ОПК-9 способностью получить организационно-управленческие навыки при работе в научных группах и других малых коллективах исполнителей</p>
<p><b>Знать:</b> методы анализа свойств физических систем разного уровня организации.</p> <p><b>Уметь:</b> применять знания в области классической и квантовой механики, термодинамики, электромагнетизма, оптики для анализа физических явлений и процессов в сложных системах.</p> <p><b>Владеть:</b> : навыками использования специализированных методов решения задач физики полупроводников и междисциплинарных задач....</p>	<p>ПК-1 способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин</p>
<p><b>Знать:</b> методы экспериментальных исследований в физике, возможности и области использования аппаратуры и оборудования для выполнения физических исследований.</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять выбор оборудования и методик для решения конкретных задач, эксплуатировать современную физическую аппа-</p>	<p>ПК-2 способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических</p>

Предварительные результаты обучения, которые должны быть сформированы у обучающегося до начала изучения дисциплины	Компетенции
ратуру и оборудование. <b>Владеть:</b> методами компьютерного моделирования различных физических процессов, навыками работы с современной аппаратурой..	физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.В.ОД.1 Физика магнитных явлений, Б.1.В.ОД.2 Физика полупроводников, Б.1.В.ОД.3 Кристаллография, Б.1.В.ОД.5 Фотофизика и фотохимия, Б.1.В.ОД.8 Основы квантовой электроники, Б.1.В.ДВ.2.1 Основы радиоспектроскопии*

### 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<b>Знать:</b> философские основы профессиональной деятельности; основные философские категории и проблемы человеческого бытия; <b>Уметь:</b> анализировать мировоззренческие, социально и личностно значимые философские проблемы; системно анализировать и выбирать социально-психологические концепции; <b>Владеть:</b> способами ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы и т.д.);	ОК-1 способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции
<b>Знать:</b> пути и средства профессионального самосовершенствования психолога (профессиональные форумы, конференции, семинары, тренинги; магистратура, аспирантура); систему категорий и методов, направленных на формирование аналитического и логического мышления психолога; правовые, экологические и этические аспекты профессиональной деятельности; основные направления развития системы образования, содержание педагогической деятельности, опыт подготовки психологов в стране и за рубежом <b>Уметь:</b> анализировать информационные источники (сайты, форумы, периодические издания); <b>Владеть:</b> навыками организации самообразования	ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию
... <b>Знать:</b> -основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, теории функций комплексного переменного. <b>Уметь:</b> - применять математические методы для решения практических задач. <b>Владеть:</b> - методами решения алгебраических и дифференциальных уравнений, дифференциального и интегрального исчисления.	ОПК-2 способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<b>Знать:</b> - основные понятия, положения и явления физики твердого тела. <b>Уметь:</b> - использовать знания полученные знания для решения практических задач. <b>Владеть:</b> -практическими навыками решения типовых задач.	ОПК-3 способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	4 семестр	5 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>108</b>	<b>72</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>34,25</b>	<b>34,25</b>	<b>68,5</b>
Лекции (Л)	18	18	36
Практические занятия (ПЗ)	16	16	32
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
<b>Самостоятельная работа:</b> <i>- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);</i> <i>- выполнение расчетно-графического задания (РГЗ);</i> <i>- написание реферата (Р);</i> <i>- написание эссе (Э);</i> <i>- самостоятельное изучение разделов (перечислить);</i> <i>- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;</i> <i>- подготовка к практическим занятиям;</i> <i>- подготовка к коллоквиумам;</i> <i>- подготовка к рубежному контролю и т.п.)</i>	<b>73,75</b>	<b>37,75</b>	<b>111,5</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>зачет</b>	<b>диф. зач.</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение физику конденсированного состояния	17	3	2		12
2	Квантовая статистика	19	3	3		13
3	Геометрия кристаллических решеток и симметрия кристаллов	18	3	3		12
4	Основы зонной теории твердых тел и электронные состояния в кристаллах	19	3	3		13
5	Тепловые свойства твердых тел	18	3	3		12
6	Электропроводность полупроводников	17	3	2		12
	Итого:	108	18	16		74

## Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
6	Электропроводность полупроводников	15	4	2		9
7	Кинетические и контактные явления в твердых телах	18	4	5		9
8	Термоэлектрические, термомагнитные и гальваномагнитные эффекты	18	4	4		10
9	Оптические, диэлектрические и магнитные свойства кристаллических твердых тел	21	6	5		10
	Итого:	72	18	16		38
	Всего:	180	36	32		112

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

#### 1. Введение физику конденсированного состояния

*Предмет и место дисциплины в системе современного естествознания. Краткая историческая справка по развитию физики твердого тела. Теория металлов Друде и Зоммерфельда.*

#### 2. Квантовая статистика

*Системы заряженных частиц. Вырожденные и невырожденные коллективы. Понятие о фазовом пространстве и его квантовании. Плотность состояний. Функция распределения Ферми—Дирака и ее температурная зависимость. Энергия Ферми.*

#### 3. Геометрия кристаллических решеток и симметрия кристаллов

*Простые и сложные кристаллические решетки. Примеры конкретных кристаллических структур. Прямая и обратная решетка кристалла. Индексы Миллера. Рассеяние волн на кристаллических решетках. Классификация твердых тел по характеру сил связи. Виды связи структурных частиц*

#### 4. Основы зонной теории твердых тел и электронные состояния в кристаллах.

*Уравнение Шредингера для электронов в кристалле. Теорема Блоха. Адиабатическое и одноэлектронное приближение. Приближение почти свободных и сильно связанных электронов. Число состояний электронов в энергетической зоне. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Закон дисперсии у дна и потолка энергетических зон. Движение электронов в кристалле под действием электрического поля. Эффективная масса носителей заряда. Специфика электронного строения металлов, диэлектриков и полупроводников.*

#### 5. Тепловые свойства твердых тел

*Нормальные колебания кристаллической решетки. Акустические и оптические ветви. Спектр частот и энергия нормальных колебаний решетки. Понятие о фононах. Теплопроводность. Теплоемкость твердых тел по Дебаю*

#### 6. Электропроводность полупроводников

*Собственные и примесные состояния. Электроны и дырки в зонах. Положение уровня Ферми и концентрация свободных носителей. Собственная и примесная электропроводность полупроводников и ее температурная зависимость*

#### 7. Кинетические и контактные явления в твердых телах.

*Диффузионный и дрейфовый токи. Соотношение Эйнштейна. Нелинейные явления. Рекомбинация и возбуждение неравновесных носителей в твердых телах. Отступление от закона Ома. Эффект сильного поля. Эффект Ганна. Работа выхода. Контакт металл-металл. Контакт металл—полупроводник. Способы получения p-n перехода. Выпрямляющие свойства и вольтамперная характеристика p-n перехода*

#### 8. Термоэлектрические, термомагнитные и гальваномагнитные эффекты



Термоэлектрические явления. Эффект Зеебека (Пельтье). Термомагнитные явления. Эффект Риги—Ледюка. Эффект Холла. Сверхпроводимость.

## 9. Оптические, диэлектрические и магнитные свойства кристаллических твердых тел

Поляризация и поляризуемость, диэлектрическая релаксация, дебаевское время релаксации и комплексная диэлектрическая проницаемость, сегнетоэлектричество, фазовые переходы 1-го и 2-го родов в сегнетоэлектриках, пьезоэлектричество, сегнетоэлектрические домены. Диамагнетизм, формула Ланжевена. Парамагнетизм и закон Кюри; правило Хунда, расщепление уровней внутрикристаллическим полем, замораживание орбитальных моментов. Ферромагнитный порядок, точка Кюри и обменный интеграл. Магнитная структура ферромагнетиков. Магнитная структура антиферромагнетика. Ферромагнитные домены, энергия анизотропии, доменные стенки, происхождение доменов, коэрцитивная сила и петля гистерезиса.

### 4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Введение физику конденсированного состояния	2
2	2	Квантовая статистика	3
3	3	Геометрия кристаллических решеток и симметрия кристаллов	3
4	4	Основы зонной теории твердых тел и электронные состояния в кристаллах	3
5	5	Тепловые свойства твердых тел	3
6	6	Электропроводность полупроводников	4
7	7	Кинетические и контактные явления в твердых телах	5
8	8	Термоэлектрические, термомагнитные и гальваномагнитные эффекты	4
9	9	Оптические, диэлектрические и магнитные свойства кристаллических твердых тел	5
		Итого:	32

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Стрекалов, Ю.А. Физика твердого тела [Электронный ресурс] / Стрекалов Ю.А., Тенякова Н.А. - ИЦ РИОР, 2013.- Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=363421>

### 5.2 Дополнительная литература

1. Савельев И. В. Основы теоретической физики. Т. 2 : Квантовая механика. СПб.: Лань, 2005. - 432с.
2. Демидович Б. П. Математические основы квантовой механики СПб. : Лань, 2005. - 200 с.
3. Дирак П. А.Собрание научных трудов Т. 1 : Квантовая теория: (монографии, лекции). М. :Физматлит, 2002. - 704 с.
6. Ландау Л. Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т. 3 : Квантовая механика (нерелятивистская теория). М. :Физматлит, 2001 – 808с.
7. Коэн-Таннуджи К., Диу Б., Лалоз Ф. Квантовая механика Т. 1 Екатеринбург : Изд-во Урал.ун-та, 2000. - 944 с.
8. Коэн-Таннуджи К., Диу Б., Лалоз Ф. Квантовая механика Т. 2 Екатеринбург : Изд-во Урал.ун-та, 2000. - 800 с.

### 5.3 Периодические издания

1. Теоретическая и математическая физика. Журнал.
2. Журнал экспериментальной и теоретической физики.
3. Успехи физических наук. Журнал. МАИК. Наука.
4. Оптика и спектроскопия. Журнал. МАИК. Наука.
5. Журнал технической физики. МАИК. Наука.

### 5.4 Интернет-ресурсы

1. Программный комплекс «Университетский фонд электронных ресурсов» <http://ito.osu.ru>
2. Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru/defaultx.asp>.
3. Электронная библиотека Российской государственной библиотеки (РГБ) - <http://elibrary.rsl.ru/>.
4. Мировая цифровая библиотека - <http://www.wdl.org/ru/>.
5. Публичная Электронная Библиотека (области знания: гуманитарные и естественнонаучные) - <http://lib.walla.ru/>.
6. Научная библиотека МГУ имени М.В. Ломоносова - <http://nbmgu.ru/>.

### 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

- Операционная система Windows;
- Интегрированный пакет MicrosoftOffice;
- Математический макет WolframMathematica;
- Архиватор 7ZIP.

### 6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

При проведении лекционных и практических занятий по дисциплине используются:

- аудитория кафедры БФФКС, оснащенная мультимедийными средствами для презентаций.

***К рабочей программе прилагаются:***

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

ЛИСТ

согласования рабочей программы

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

код направления

Профиль: Физика конденсированного состояния

Дисциплина: Б.1.Б.23 Физика твердого тела

Форма обучения: \_\_\_\_\_

очная

очная (очно-заочная) заочная

Год набора 2014

РЕКОМЕНДОВАНА заседанием кафедры

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

наименование кафедры

протокол № 2 от "22" 09 2014г.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния Бердинский В.Л.

наименование кафедры

подпись

расшифровка подписи

Исполнители:

Горючих

личная подпись

БФФКК

подпись

Вилкина В.В.

расшифровка подписи

личная подпись

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки  
03.03.02 Физика

код направления

личная подпись

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

Истомина

личная подпись

Истомина Т.В.

расшифровка подписи

Начальник отдела информационных образовательных технологий ЦИТ

Даркина

личная подпись

Даркина Е.В.

расшифровка подписи

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины «Б.1.Б.23 Физика твердого тела»  
на 2016 год набора

Внесенные изменения на 2016 год набора

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета (директор института)  
Четверикова А.Г.  
(подпись, расшифровка подписи)  
2016 г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

**5.1 Основная литература**

✓ Павлов, П. В. Физика твердого тела [Текст]: учебник для вузов / П. В. Павлов, А. Ф. Хохлов; Гос. ком. РФ по высш. образованию. - Нижний Новгород: Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 1993. - 491 с.

**5.2 Дополнительная литература**

1. Физика твердого тела [Текст]: лаб. практикум / под ред. А. Ф. Хохлова. - М.: Высш. шк., 2001 - ISBN 5-06-004023-2.

Т. 1: Методы получения твердых тел и исследования их структуры. - 2001. - 364 с.: ил. - ISBN 5-06-004021-6.

Т. 2: Физические свойства твердых тел. - 2001. - 484 с.: ил. - ISBN 5-06-004022-4

2. Планк, М. Введение в теоретическую физику. Механика деформируемых тел = Einführung in die Theoretische Physik. Einführung in die Mechanik deformierbarer Körper [Текст]: пер. с нем. / М. Планк; под ред. Н. П. Кастерина. - 3-е изд., стер. - М.: КомКнига, 2006. - 188 с. - Парал. тит. л. англ. - Указ.: с. 183-184. - ISBN 5-484-00364-4.

**5.4 Интернет-ресурсы**

<http://electro-tech.narod.ru/> - портал, который содержит имеющую аналогов техническую библиотеку свободно доступных материалов на русском языке.

<http://www.elib.bsu.by/> - Электронная библиотека БГУ.

<https://royallib.com/> - сайт электронной библиотеки RoyalLib.Com.

**5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий**

- Операционная система Windows
- Интегрированный пакет Microsoft Office
- Архиватор 7 ZIP

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры биофизики и физики конденсированного состояния.

Протокол № 9 от «13» 02 2016 г.



Бердинский В.Л.  
расшифровка подписи

дата

СОГЛАСОВАНО:

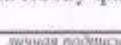
Заведующий отделом комплектования Научной библиотеки ОГУ



Грицай Н.Н.  
расшифровка подписи

дата

Уполномоченный по качеству факультета



Стрекаловская А.Д.  
расшифровка подписи

дата