

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.24 Физика твердого тела»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

03.03.02 Физика

(код и наименование направления подготовки)

Медицинская физика

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2021

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.24 Физика твердого тела» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

наименование кафедры

протокол № _____ от " ____ " _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния В.Л. Бердинский

наименование кафедры

подпись

расшифровка подписи

Исполнители:

подпись

должность

подпись

подпись

расшифровка подписи

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.03.02 Физика

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

А.Д. Стрекаловская

расшифровка подписи

№ регистрации _____

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

Обучение студентов основам физики твердого тела, включающим общие представления о теории строения кристаллических и аморфных веществ, состоянии электронов в периодическом поле кристаллической решетки, зонной теории, кинетических свойствах, оптических свойствах, квазичастицах, методах исследования физических свойств.

Задачи:

- формирование целостного знания дисциплины на основе законов квантовой и статистической физики;
- развитие практических навыков в применении полученных теоретических знаний к решению задач;
- обучение методам и практическим приемам исследования структуры твердых тел и их различных физических свойств: тепловых, электрических, магнитных и т.д.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.12.1 Математический анализ, Б1.Д.Б.12.4 Дифференциальные уравнения и уравнения с частными производными, Б1.Д.Б.12.5 Теория функций комплексного переменного, Б1.Д.Б.18 Атомная физика, Б1.Д.Б.23 Квантовая механика, Б1.Д.Б.26 Общий физический практикум*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.2 Радиационная физика, Б1.Д.В.4 Лазерная техника и лазерные технологии в биологии и медицине, Б2.П.Б.П.1 Научно-исследовательская работа*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

| Код и наименование формируемых компетенций | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций |
|---|---|---|
| ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности | ОПК-1-В-1 Знает основные понятия и законы физики и других естественных наук, методы математического анализа, алгебры и геометрии ОПК-1-В-3 Владеет навыками теоретических и экспериментальных исследований в сфере профессиональной деятельности | Знать: - основные понятия, положения и явления физики твердого тела. Уметь: - использовать знания полученные знания для решения практических задач. Владеть: -практическими навыками решения типовых задач. |
| ОПК-2 Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные | ОПК-2-В-1 Знает основные научные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов и явлений ОПК-2-В-3 Имеет навыки проведения экспериментов по заданной методике и анализа их результатов | Знать: - особенности информационных технологий для их применения в практической деятельности, в том числе, в новых областях |

| | | |
|--|--|--|
| Код и наименование формируемых компетенций | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций |
| | | <p>знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности.</p> <p>Уметь:</p> <p>- самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения.</p> <p>Владеть:</p> <p>- способами реализации индуктивных и дедуктивных способов мышления в профессиональной деятельности.</p> |

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

| Вид работы | Трудоемкость, академических часов | | |
|--|-----------------------------------|----------------|--------------|
| | 4 семестр | 5 семестр | всего |
| Общая трудоёмкость | 108 | 108 | 216 |
| Контактная работа: | 68,25 | 53,25 | 121,5 |
| Лекции (Л) | 34 | 18 | 52 |
| Практические занятия (ПЗ) | 34 | 34 | 68 |
| Консультации | | 1 | 1 |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен) | 0,25 | 0,25 | 0,5 |
| Самостоятельная работа: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.) | 39,75 | 54,75 | 94,5 |
| Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет) | зачет | экзамен | |

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|-----------|-----------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------|
| | | всего | аудиторная работа | | | внеауд. работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| | | | | | | |

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|-----------|---|------------------|-------------------|----|----|----------------|
| | | всего | аудиторная работа | | | внеауд. работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 1 | Введение физику конденсированного состояния | 24 | 6 | 6 | | 12 |
| 2 | Квантовая статистика | 24 | 6 | 6 | | 12 |
| 3 | Геометрия кристаллических решеток и симметрия кристаллов | 24 | 6 | 6 | | 12 |
| 4 | Основы зонной теории твердых тел и электронные состояния в кристаллах | 24 | 6 | 6 | | 12 |
| 5 | Тепловые свойства твердых тел | 24 | 6 | 6 | | 12 |
| 6 | Электропроводность полупроводников | 24 | 4 | 4 | | 14 |
| | Итого: | 108 | 34 | 34 | | 40 |

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|-----------|--|------------------|-------------------|----|----|----------------|
| | | всего | аудиторная работа | | | внеауд. работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 6 | Электропроводность полупроводников. Электропроводность металлов и сплавов | 27 | 4 | 2 | | 19 |
| 7 | Кинетические и контактные явления в твердых телах | 27 | 4 | 5 | | 19 |
| 8 | Термоэлектрические, термомагнитные и гальваномагнитные эффекты | 27 | 4 | 4 | | 19 |
| 9 | Оптические, диэлектрические и магнитные свойства кристаллических твердых тел | 27 | 6 | 5 | | 19 |
| | Итого: | 108 | 18 | 34 | | 56 |
| | Всего: | 216 | 52 | 68 | | 96 |

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 | 8 |
| 2 | 2 | Квантовая статистика | 8 |
| 3 | 3 | Геометрия кристаллических решеток и симметрия кристаллов | 8 |
| 4 | 4 | Основы зонной теории твердых тел и электронные состояния в кристаллах | 8 |
| 5 | 5 | Тепловые свойства твердых тел | 8 |
| 6 | 6 | Электропроводность полупроводников | 7 |
| 7 | 7 | Кинетические и контактные явления в твердых телах | 7 |
| 8 | 8 | Термоэлектрические, термомагнитные и гальваномагнитные эффекты | 7 |
| 9 | 9 | Оптические, диэлектрические и магнитные свойства кристаллических твердых тел | 7 |
| | | Итого: | 68 |

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>

2. 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. Уэрт, Ч. Физика твердого тела = Physics of solids [Текст] : [учеб. пособие] / Ч. Уэрт, Р. Томсон; пер. с англ. А. С. Пахомова, Б. Д. Сумма ; под ред. С. В. Тябликова.- 2-е изд. - М. : Мир, 1969. - 559 с. : ил. - Парал. тит. л. англ. - Прил.: с. 542-547. - Предм. указ.: с. 548-553.
2. Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела [Текст] / Ч. Киттель; пер. с англ. изд. А. А. Гусева, А. В. Пахнева ; под общ. ред. А. А. Гусева. - М. : Наука, 1978. - 792 с. : ил. - Библиогр.: с. 769-790.
3. Василевский, А. С. Физика твердого тела [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим направлениям подготовки и специальностям / А. С. Василевский. - Москва : Дрофа, 2010. - 206 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 202. - ISBN 978-5-358-06857-5

5.3 Периодические издания

1. Журнал экспериментальной и теоретической физики : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.
2. Успехи физических наук : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.
3. Оптика и спектроскопия : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2017, 2018.

5.4 Интернет-ресурсы

1. www.ph4s.ru - Физика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина, МИФИ.
2. <http://kvant.mccme.ru/> - Научно-популярный физико-математический журнал «Квант».
3. <http://www.physbook.ru/> - Электронные учебники и журналы по физике.
4. <https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Квантовая физика».
5. <http://www.jetp.ac.ru/cgi-bin/r/index> - Журнал экспериментальной и теоретической физики.
6. <https://ufn.ru/> - Успехи физических наук : журнал.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Операционная система Microsoft Windows
2. Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, Outlook, Publisher, Access)
3. Приложение для создания диаграмм Microsoft Visio

Профессиональные базы данных

1. SCOPUS [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/>, в локальной сети ОГУ.
2. Springer [Электронный ресурс]: база данных научных книг, журналов, справочных материалов / компания Springer Customer Service Center GmbH . – Режим доступа : <https://link.springer.com/>, в локальной сети ОГУ.
3. Web of Science [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Clarivate Analytics. – Режим доступа : <http://apps.webofknowledge.com/>, в локальной сети ОГУ.

Информационные справочные системы

1. Законодательство России [Электронный ресурс] : информационно-правовая система. – Режим доступа : <http://pravo.fso.gov.ru/ips/>, в локальной сети ОГУ.

2. Консультант Плюс [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / Компания Консультант Плюс. – Электрон. дан. – Москва, [1992–2016]. – Режим доступа : в локальной сети ОГУ <\\fileserv1\!CONSULT\cons.exe>
3. Гарант [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / НПП Гарант-Сервис. – Электрон. дан. - Москва, [1990–2016]. – Режим доступа <\\fileserv1\GarantClient\garant.exe> в локальной сети ОГУ.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.