Минобрнауки России

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

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.26 Физика твердого тела»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика
(код и наименование направления подготовки)

Квантовая электроника
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2024

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.Б.26 Физика твердого тела*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния
наименование кафедры

протокол № 5 от "6" 02 2024 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния В.Л. Бердинский
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
доцент
должность *подпись* *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
03.03.03 Радиофизика
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
А.Д. Стрекаловская
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Алиджанов Э.К., 2024
© ОГУ, 2024

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.17 Электричество и магнетизм, Б1.Д.Б.18 Оптика, Б1.Д.Б.19 Атомная физика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.Э.5.2 Лазерные системы локации, Б2.П.Б.У.1 Ознакомительная практика*

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 физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической 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:** - основы физики твердого тела и физические принципы работы приборов твердотельной электроники. **Уметь:** - применять полученные теоретические знания к решению практических задач и экспериментальной работе с приборами твердотельной электроники. **Владеть:** - навыками работы с приборами твердотельной электроники и современной измерительной техники.
ОПК-2 Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов,	ОПК-2-В-1 Знает основные научные методы теоретического и экспериментального исследования объектов,	**Знать:** - особенности информационных технологий для их применения в практической деятельности, в том числе, в новых областях знаний,

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
обрабатывать и представлять экспериментальные данные	процессов и явлений ОПК-2-В-3 Имеет навыки проведения экспериментов по заданной методике и анализа их результатов	непосредственно не связанных со сферой деятельности. **Уметь:** - самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения. **Владеть:** - способами реализации индуктивных и дедуктивных способов мышления в профессиональной деятельности.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

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

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	5 семестр	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**	**216**
Контактная работа:	**50,25**	**35,25**	**85,5**
Лекции (Л)	34	18	52
Практические занятия (ПЗ)	16	16	32
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;* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**57,75**	**72,75**	**130,5**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение физику конденсированного состояния	16	5	2		9
2	Квантовая статистика	16	5	2		9
3	Геометрия кристаллических решеток и симметрия кристаллов	19	6	3		10
4	Основы зонной теории твердых тел и электронные состояния в кристаллах	19	6	3		10

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
5	Тепловые свойства твердых тел	19	6	3		10
6	Электропроводность полупроводников	19	6	3		10
	Итого:	108	34	16		58

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
6	Электропроводность полупроводников. Электропроводность металлов и сплавов	26	4	4		18
7	Кинетические и контактные явления в твердых телах	26	4	4		18
8	Термоэлектрические, термомагнитные и гальваномагнитные эффекты	28	5	4		19
9	Оптические, диэлектрические и магнитные свойства кристаллических твердых тел	28	5	4		19
	Итого:	108	18	16		74
	Всего:	216	52	32		132

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 ферримагнетиков. Магнитная структура антиферромагнетика. Ферромагнитные домены, энергия анизотропии, доменные стенки, происхождение доменов, коэрцетивная сила и петля гистерезиса.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Введение физику конденсированного состояния	3
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	4
6	6	Электропроводность полупроводников	4
7	7	Кинетические и контактные явления в твердых телах	4
8	8	Термоэлектрические, термомагнитные и гальваномагнитные эффекты	4
9	9	Оптические, диэлектрические и магнитные свойства кристаллических твердых тел	4
		Итого:	32

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Шашкова, Л. В. Физика твердого тела: кристаллическое строение, прочность, пластичность и разрушение [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, аспирантов, преподавателей вузов, а также инженеров и научных работников, специализирующихся в конкретных прикладных областях / Л. В. Шашкова, В. К. Шашкова, Э. А. Савченков; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 3.69 Мб). - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2009. - 223 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0 Режим доступа: https://lib.osu.ru/search/elres/download/aHR0cDovL2FydGxpYi5vc3UucnUvd2ViL2Jvb2tzL21ldG9kX2FsbC8yNjU5XzIwMTEwOTIzLnBkZg%3D%3D

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 Нижегор. гос. ун-та, 1993. - 491 с.

5.2 Дополнительная литература

1. 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.

2. Байков, Ю. А. Физика конденсированного состояния [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим направлениям подготовки и специальностям / Ю. А. Байков, В. М. Кузнецов. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2018. - 293 с. : ил. - (Учебник для высшей школы). - Библиогр.: с. 288-293. - ISBN 978-5-9963-0290-1.

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, МООК: «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 РЕД ОС
2. Пакет офисных приложений LibreOffice
3. Программная система для организации видео-конференц-связи MTS Link
4. Яндекс.Браузер - браузер, созданный компанией «Яндекс» на основе движка (бесплатная версия) Режим доступа: https://browser.yandex.ru.

Информационные справочные системы

1. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2024]. – Режим доступа в сети ОГУ http://garant.net.osu.ru
2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2024].
3. http://edu.garant.ru/garant/study/ - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей

Специализированное ПО, используемое при реализации образовательных программ ФизФ

1. "Облако знаний.Школа", облачный сервис https://school.imumk.ru Договор от 21.12.2021 № СКАН_132/223-4.2.1.2/49 ООО "ФИЗИКОН ЛАБ" 5 лет (по 20.12.2026г)
2. "Виртуальный практикум по физике для вузов" облачный сервис https://school.imumk.ru Договор №281/57 от 15.12.2021 ООО "ФИЗИКОН ЛАБ"5 лет (по 15.12.2026г)

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.