

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

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)

Лазерные системы и нанофотоника

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2026

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 № 4 от "14" 03 2026г.

Заведующий кафедрой

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

наименование кафедры

подпись

расшифровка подписи

В.Л. Бердинский

Исполнители:

доцент кафедры БФФКС

должность

подпись

расшифровка подписи

Э.К. Алиджанов

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.03.03 Радиофизика

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

Т.М. Чмерева

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

расшифровка подписи

С.А. Биктимирова

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

расшифровка подписи

А.Д. Стрекаловская

№ регистрации _____

© Алиджанов Э.К., 2026

© ОГУ, 2026

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, обрабатывать и	ОПК-2-В-1 Знает основные научные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов и явлений ОПК-2-В-3 Имеет навыки	Знать: - особенности информационных технологий для их применения в практической деятельности, в том числе, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности. Уметь:

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
представлять экспериментальные данные	проведения экспериментов по заданной методике и анализа их результатов	- самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения. <u>Владеть:</u> - 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
5	Тепловые свойства твердых тел	19	6	3		10
6	Электропроводность полупроводников	19	6	3		10
	Итого:	108	34	16		58

№ 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 р-п перехода Выпрямляющие свойства и вольтамперная характеристика р-п 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	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: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/2659_20110923.pdf

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. 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,

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 РЕД ОС.
2. Пакет офисных приложений «МойОфис Образование»
3. Для работы с ресурсами Интернет - веб-браузер Яндекс <https://yandex.ru/>.
4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2026]. – Режим доступа в сети ОГУ <http://garant.net.osu.ru>
5. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - <http://aist.osu.ru>.

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.