

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра радиофизики и электроники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.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)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2017

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра радиофизики и электроники

наименование кафедры

протокол № 6 от "24" февраля 2017 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра радиофизики и электроники

наименование кафедры


подпись

Т.М. Чмерева

расшифровка подписи

Исполнитель:

Доцент кафедры РФиЭ

должность


подпись

А.П. Русинов

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.03.02 Физика

код наименование


личная подпись

В.Л. Бердинский

расшифровка подписи

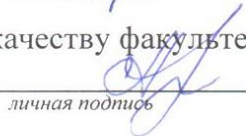
Заведующий отделом комплектования научной библиотеки


личная подпись

Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета


личная подпись

А.Д. Стрекаловская

расшифровка подписи

№ регистрации 31686

© Русинов А.П., 2017

© ОГУ, 2017

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 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.В.ОД.6 Общий физический практикум*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.В.ОД.1 Спектры и электронные структуры атомов и молекул, Б.1.В.ОД.2 Биофизика неионизирующих излучений, Б.1.В.ОД.3 Радиационная физика, Б.1.В.ОД.7 Лазерная техника и лазерные технологии в биологии и медицине, Б.1.В.ДВ.6.1 Биомедицинские преобразователи и сенсорные системы, Б.2.В.П.1 Научно-исследовательская работа*

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
<p>Знать: - содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации.</p> <p>Уметь: - планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений.</p> <p>Владеть: - технологиями организации процесса самообразования.</p>	ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию
<p>Знать: - основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, теории функций комплексного переменного.</p> <p>Уметь: - применять математические методы для решения практических задач.</p> <p>Владеть: - методами решения алгебраических и дифференциальных уравнений, дифференциального и интегрального исчисления.</p>	ОПК-2 способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
	учетом границ применимости моделей
<p><u>Знать:</u> - основное содержание разделов общего курса физики: молекулярной физики, термодинамики и электромагнетизма</p> <p><u>Уметь:</u> - использовать знания разделов общего курса физики: молекулярной физики, термодинамики и электромагнетизма для решения практических задач.</p>	ОПК-3 способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач
<p><u>Знать:</u> - основные понятия об основах физики твердого тела, включающим общие представления о теории строения кристаллических и аморфных веществ.</p> <p><u>Уметь:</u> - использовать знания полученные знания для решения практических задач.</p> <p><u>Владеть:</u> -практическими навыками работы с физическими приборами и методами исследования физических свойств</p>	ПК-1 способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин
<p><u>Знать:</u> - общие представления о теории строения кристаллических и аморфных веществ, состоянии электронов в периодическом поле кристаллической решетки, зонной теории, кинетических свойствах, оптических свойствах, квазичастицах.</p> <p><u>Уметь:</u> - использовать знания полученные знания для решения практических задач.</p> <p><u>Владеть:</u> -практическими навыками работы с физическими приборами и методами исследования физических свойств</p>	ПК-2 способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта
<p><u>Знать:</u> - общие представления о теории строения кристаллических и аморфных веществ, состоянии электронов в периодическом поле кристаллической решетки, зонной теории, кинетических свойствах, оптических свойствах, квазичастицах.</p> <p><u>Уметь:</u> - использовать знания полученные знания для решения практических задач.</p> <p><u>Владеть:</u> -практическими навыками работы с физическими приборами и методами исследования физических свойств</p>	ПК-4 способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин

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:	34,25	35,25	69,5
Лекции (Л)	18	18	36
Практические занятия (ПЗ)	16	16	32
Консультации		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
Самостоятельная работа:	73,75	72,75	146,5
- самостоятельное изучение разделов (Тепловое расширение твердых тел, Эффект Пельтье, Эффект Томсона, Высокотемпературная сверхпроводимость, Практическое применение сверхпроводимости, Поверхностные состояния электронов, Состояния электронов в структурах с пониженной размерностью);	30	30	60
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);	20	20	40
- подготовка к практическим занятиям;	20	20	40
- подготовка к рубежному контролю и т.п.)	3,75	2,75	6,5
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	
1.	Введение	16	2	2	-	12
2.	Состояния электронов в кристаллической решетке. Статистика носителей заряда	20	4	2	-	14
3.	Тепловые свойства твердых тел. Зоны Бриллюэна	20	4	4	-	12
4.	Энергетические зоны	20	4	4	-	12
5.	Примеси и примесные уровни. Дефекты	16	2	2	-	12
6.	Неравновесные электроны и дырки	16	2	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	
7.	Электропроводность твердых тел. Электропроводность металлов и сплавов	20	4	2	-	14
8.	Проводимость полупроводников. Электропро-	20	4	4	-	12

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	водность диэлектриков					
9.	Свойства твердых тел в сильных электрических полях. Термоэлектрические явления. Сверхпроводимость	20	4	4	-	12
10.	Магнитные свойства твердых тел	16	2	2	-	12
11.	Квазичастицы	16	2	2	-	12
12.	Оптические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников	16	2	2	-	12
	Итого:	108	18	16		74
	Всего:	216	36	32		148

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела
1	2	3
1	Введение	Задачи курса, основные понятия. Кристаллические и аморфные твердые тела. Атомно-электронная структура твердых тел. Типы связей в твердых телах
2	Состояния электронов в кристаллической решетке. Статистика носителей заряда	Уравнение Шредингера для твердых тел. Граничное условие Борна - Кармана. Адиабатическое приближение (приближение Борна-Оппенгеймера). Валентная аппроксимация. Одноэлектронное приближение. Метод Хартри-Фока. Функции Блоха. Квантовый ансамбль микрочастиц. Фермионы и бозоны. Невырожденный и вырожденный коллективы. Функция распределения. Фазовое пространство и его квантование. Плотность состояний. Критерий невырожденности. Распределение частиц по квантовым состояниям. Функция распределения для невырожденного газа. Функция распределения для вырожденного газа фермионов. Функция распределения для вырожденного газа бозонов.
3	Тепловые свойства твердых тел. Зоны Бриллюэна	Нормальные колебания решетки. Спектр нормальных колебаний. Фононы. Теплоемкость, тепловое расширение, теплопроводность твердых тел. Свойства волнового вектора электрона в кристаллической решетке. Обратная решетка. Зоны Бриллюэна. Поверхность Ферми.
4	Энергетические зоны	Энергетический спектр электронов в кристалле. Зависимость энергии электрона от волнового вектора (модель Кронига - Пенни). Эффективная масса электрона. Понятие дырки. Заполнение зон электронами. Проводники, диэлектрики, полупроводники.

5	Примеси и примесные уровни. Дефекты	Энергетические уровни, созданные примесными атомами или дефектами (донорные, акцепторные, ловушки электронов или уровни прилипания, центры рекомбинации). Поверхностные уровни и их влияние на электрические свойства твердых тел. Дефекты кристаллической решетки. Диффузия дефектов в кристаллах. Законы Фика. Диффузия дефектов в электрическом поле.
6	Неравновесные электроны и дырки	Влияние температуры на положение уровня Ферми и концентрацию свободных носителей заряда в собственных и примесных полупроводниках. Неравновесные носители заряда.
7	Электропроводность твердых тел. Электропроводность металлов и сплавов	Дрейф электронов под действием внешнего электрического поля. Время релаксации и длина свободного пробега. Электропроводность вырожденного и невырожденного газов. Рассеяние носителей заряда в области высоких и низких температур. Электропроводность чистых металлов. Удельное сопротивление. Зависимость удельной электропроводности и удельного электросопротивления от температуры.
8	Проводимость полупроводников. Электропроводность диэлектриков	Собственная и примесная проводимость полупроводников: концентрация и подвижность носителей. Зависимость электропроводности полупроводников от температуры. Эффект Холла и определение концентрации, подвижности и знака носителей заряда в полупроводниках. Электронная, дырочная, поляронная, ионная проводимость. Поляризация диэлектриков. Сегнетоэлектрики.
9	Свойства твердых тел в сильных электрических полях. Термоэлектрические явления. Сверхпроводимость	Разогрев электронного газа в полупроводниках. Эффект Ганна. Термоэлектронная, ударная, электростатическая (эффект Зинера) ионизация. Эффект Зеебека. Эффект Пельтье. Эффект Томсона. Элементы теории. Сверхпроводники 1 и 2 рода. Поведение сверхпроводника в электрическом и магнитном полях. Высокотемпературная сверхпроводимость. Практическое применение сверхпроводимости. Кристаллические и аморфные сверхпроводящие материалы.
10	Магнитные свойства твердых тел	Магнитные свойства атомов. Природа основных видов магнетизма. Магнитные свойства кристаллических и аморфных твердых тел.
11	Квазичастицы	Акустические и оптические фононы, плазмоны, экситоны Френкеля и Ванье. Конденсация бозонов. Сверхтекучесть. Электрон-фононные взаимодействия. Полярон Фрелиха.
12	Оптические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников	Фотопроводимость, фотоэффект в p-n переходах и МДП-структурах. Люминисценция, фотолюминисценция, катодо- и электролюминисценция. Рекомбинационное излучение в полупроводниках. Спонтанное и индуцированное излучение.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Атомно-электронная структура твердых тел. Типы связей в твердых телах	2
2	3	Нормальные колебания решетки. Фононы. Теплоемкость, теп-	2

		ловое расширение, теплопроводность твердых тел.	
3	3	Обратная решетка. Зоны Бриллюэна. Поверхность Ферми.	2
4	5	Энергетические уровни, созданные примесными атомами или дефектами Дефекты кристаллической решетки. Диффузия дефектов в кристаллах.	4
5	7	Электропроводность твердых тел. Электропроводность металлов и сплавов.	4
6	9	Свойства твердых тел в сильных электрических полях. Термоэлектрические явления. Сверхпроводимость.	4
7	10	Магнитные свойства атомов. Магнитные свойства кристаллических и аморфных твердых тел.	4
8	12	Оптические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников.	4
		Итого:	32

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Физика твердого тела : учебное пособие / А.А. Корнилович, В.И. Ознобихин, И.И. Суханов, В.Н. Холякко. - Новосибирск : НГТУ, 2012. - 71 с. - ISBN 978-5-7782-2160-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228969> .
2. Фомин, Д.В. Экспериментальные методы физики твердого тела : учебное пособие / Д.В. Фомин. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 186 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-2829-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259074> .
3. Физика конденсированного состояния : лабораторный практикум / авт.-сост. А.В. Штаб, Л.П. Арефьева. - Ставрополь : СКФУ, 2016. - 124 с. : ил. - Библиогр.: с. 117-118. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459029>.

5.2 Дополнительная литература

1. Кучеренко, М. Г., Процессы с участием электронно-возбужденных молекул на поверхностях твердых адсорбентов [Текст] : монография / М. Г. Кучеренко, Т. М. Чмерева. - Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2010. - 345 с. - Библиогр. в конце гл. - Прил.: с. 330-344. - ISBN 978-5-7410-1137-9.
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 Нижегородского гос. ун-та, 1993. - 491 с
3. Физика твердого тела [Текст] : учеб. пособие для вузов / под ред. И. К. Верещагина.- 2-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2001. - 237 с. : ил - ISBN 5-06-004024-0.
4. Зиненко, В. И. Основы физики твердого тела [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. И. Зиненко, Б. П. Сорокин, П. П. Турчин. - М. : Физматлит, 2001. - 336 с.. - Библиогр.: с. 332-335. - ISBN 5-94052-040-5.
5. 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.
6. 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.
7. Павлов, П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела; Учеб. – 3-е изд., стер. – М.: Высшая школа.; 2000.- 494 с.: ил.
8. Василевский, А. С. Физика твердого тела [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим направлениям подготовки и специально-

стям / А. С. Василевский. - Москва : Дрофа, 2010. - 206 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 202. - ISBN 978-5-358-06857-5

9. Епифанов, Г.И. Физика твердого тела. Учебное пособие для вузов / Г. И. Епифанов.- 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1977.- 288 с.: ил.
10. Винтайкин, Б. Е. Физика твердого тела: учеб. пособие для вузов / Б. Е. Винтайкин.- 2-е изд., стер. - М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 360 с. : ил. - (Физика в техническом университете). - Библиогр.: с. 348-349. - Имен. указ.: с. 350-351. - Предм. указ.: с. 352-357. - ISBN 978-5-7038-2459-7.

5.3 Периодические издания

1. Журнал «Физика твердого тела» ;
2. Журнал «Физика и техника полупроводников»;
3. Журнал «Успехи физических наук».

5.4 Интернет-ресурсы

1. Royal Society of Chemistry [Электронный ресурс] : полнотекстовая база данных / Королевское химическое общество Великобритании. – Режим доступа : <http://pubs.rsc.org/>, в локальной сети ОГУ.
2. Web of Science [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Clarivate Analytics. – Режим доступа : <http://apps.webofknowledge.com/>, в локальной сети ОГУ.
1. Онлайн-курс: Основы кристаллохимии, разработчик курса Самарский университет. Режим доступа: <https://openedu.ru/course/ssau/OK/>.

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

1. Операционная система Microsoft Windows;
2. Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, OneNote, Outlook, Publisher, Access);
3. Система компьютерного моделирования и анализа схем электронных устройств NI Multisim Education 10.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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.

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.

Для проведения лабораторных работ предназначены специализированные лаборатории (ауд.2336,2337). Перечень основного учебно-лабораторного оборудования: твердомер Бринелля, микротвердомер ПМТ-3, оптический микроскоп МИМ-8, БУС-95, микроскоп ОГМЭ-П2, осциллограф С8-12, монохроматор УМ-2.

Промежуточный контроль знаний студентов осуществляется на ПК компьютерного зала (ауд. 2231). Перечень оборудования: 10 ПЭВМ. Практические работы проводятся в специализированной лаборатории, оснащенной оборудованием и ПК.

К рабочей программе прилагаются:

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

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) могут быть представлены в виде изданных печатным и (или) электронным способом методических разработок со ссылкой на адрес электронного ресурса, а при отсутствии таковых, в виде рекомендаций обучающимся по изучению разделов и тем дисциплины (модуля) с постраничным указанием глав, разделов, параграфов, задач, заданий, тестов и т.п. из рекомендованного списка литературы.