

УДК 539.2(075.8)+621.382(075.8)

ББК 22.37я73+32.852я73

Ф503

*Печатается по решению кафедры физики Института нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета (протокол №7 от 25.01.2016 г.)*

# **Рецензенты:**

доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической, общей физики и технологии Таганрогского института имени А. П. Чехова (филиала) «Ростовского государственного экономического университета (РИНХ)» *А. И. Жорник*

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики Института нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета *А. Б. Колтачёв*

**Захаров, А. Г.**

Ф503 Физика. Введение в твердотельную электронику : учебное пособие / А. Г. Захаров, Н. А. Какурина, Ю. Б. Какурин, А. С. Черепанцев ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. – 107 с.

ISBN 978-5-9275-2621-5

В пособии рассмотрены элементы электронной теории металлов, классической и квантовой статистики. Даны общие сведения о полупроводниках, описаны механизмы кинетики носителей заряда и проводимость полупроводников. Рассмотрено явление сверхпроводимости. Достаточно подробно изложены контактные явления. Обсуждаются особенности гетеропереходов.

УДК 539.2(075.8)+621.382(075.8)

ББК 22.37я73+32.852я73

ISBN 978-5-9275-2621-5

© Южный федеральный университет, 2018

© Захаров А. Г., Какурина Н. А.,

Какурин Ю. Б., Черепанцев А. С., 2018

© Оформление. Макет. Издательство

Южного федерального университета, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ТВЕРДЫЕ ТЕЛА И ИХ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА.....	8
1.1. Классификация твердых тел.....	8
1.2. Межатомные взаимодействия в твердых телах.....	11
1.3. Идеальные кристаллы. Решетки Бравэ.....	16
1.4. Структура реальных кристаллов.....	19
1.5. Тепловые колебания в твердых телах.....	23
1.6. Фононы.....	26
1.7. Теплоемкость кристаллического твердого тела.....	29
1.8. Тепловое расширение твердых тел.....	31
Вопросы и задачи для самоконтроля.....	35
2. ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕОРИЯ МЕТАЛЛОВ.....	38
2.1. Обобществление электронов в кристалле. Свободные электроны.....	38
2.2. Плотность разрешенных состояний.....	42
2.3. Статистический способ описания состояния коллектива частиц. Невырожденные и вырожденные коллективы частиц.....	43
2.4. Классическая и квантовая статистики.....	45
2.5. Функция распределения для невырожденного коллектива.....	45
2.6. Функция распределения для вырожденного коллектива.....	46
2.7. Распределение электронов в металле при абсолютном нуле....	46
2.8. Влияние температуры на распределение Ферми-Дирака.....	48
2.9. Снятие вырождения.....	50
Вопросы для самоконтроля.....	53
3. ПОЛУПРОВОДНИКИ.....	54
3.1. Понятия о полупроводниках.....	54
3.2. Эффективная масса.....	54
3.3. Понятие о дырках.....	58
3.4. Примесные уровни в полупроводниках.....	60
3.5. Проводимость и подвижность носителей тока.....	63
3.6. Механизмы рассеяния свободных носителей заряда.....	66
3.7. Примесная проводимость полупроводников.....	68
Вопросы и задачи для самоконтроля.....	71

## Содержание

---

4. СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ. КОНТАКТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ.	
ЭЛЕКТРОННО-ДЫРОЧНЫЙ ПЕРЕХОД.....	75
4.1. Явление сверхпроводимости.....	75
4.2. Влияние магнитного поля.....	79
4.3. Эффект Мейснера.....	81
4.4. Микроскопическая теория.....	83
4.5. Виды электрических контактов.....	84
4.6. Контакт двух металлов.....	85
4.7. Контакт полупроводника с металлом.....	87
4.8. Выпрямление напряжения на контакте полупроводника с металлом.....	91
4.9. Контакт двух полупроводников с различными типами проводимости. Электронно-дырочный переход.....	93
4.10. Электронно-дырочный переход в условиях равновесия.....	94
4.11. Гетероструктуры.....	98
Вопросы и задачи для самоконтроля.....	102
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	105
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	106