

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Д. П. Валюхов, Р. В. Пигулев

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Направление подготовки 210700.62 – Инфокоммуникационные
технологии и системы связи

Бакалавриат

Ставрополь
2014

УДК 519.7:004.8 (075.8)
ББК 22.18:32.85 я73
В 16

Печатается по решению
редакционно-издательского совета
Северо-Кавказского федерального
университета

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор **В. П. Мочалов**,
д-р физ.-мат. наук, профессор **Л. В. Михнев**

Валюхов Д. П., Пигулев Р. В.
В 16 Физические основы электроники: учебное пособие. –
Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2014. – 135 с.

Пособие представляет курс лекций, в которых дано систематическое изложение современной электроники, охватывающей как основные теоретические представления, так и важнейшие экспериментально установленные факты для объяснения принципов действия широкого круга электронных приборов и устройств, изложены физические основы процессов, лежащих в основе работы электронных приборов.

Предназначено для бакалавров направления подготовки 210700.62 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи.

УДК 519.7:004.8 (075.8)
ББК 22.18:32.85 я73

© ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский
федеральный университет», 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современная научно-техническая революция и переход от индустриального к информационному обществу в значительной степени обусловлены повышением производительности интеллектуального труда за счет информационных технологий, материальную основу которых составляют твердотельные полупроводниковые приборы и устройства на их основе. Полупроводниковые приборы широко используются и в силовой электронике, представляя эффективные способы преобразования и генерации электроэнергетических потоков. Поэтому курс «Физические основы электроники» стал одним из базовых курсов, основой для изучения дисциплин профессионального цикла.

Целью дисциплины является изучение физических закономерностей и эффектов, лежащих в основе принципа действия современной твердотельной, вакуумной и плазменной, квантовой электронной техники, а также наиболее часто реализуемых структур электроники с учетом их применения в различных областях техники. Изучение курса прививает навыки, необходимые для проектирования и применения элементов электронной техники в устройствах различного назначения с учетом номенклатуры и свойств активных приборов, особенностей технологии производства, предельных частотных и мощностных характеристик.

Дисциплина относится к модулю профессиональной подготовки цикла профессиональных дисциплин и базируется на результатах изучения дисциплин естественнонаучного цикла, в том числе «Математический анализ», «Физика».

Освоение дисциплины необходимо как предшествующее перед освоением следующих дисциплин учебного плана: БЗ. Б.2 Общая теория связи, БЗ. Б.3 Цифровая обработка сигналов, БЗ. Б.6 Электроника.

Изложены физические основы процессов, лежащих в основе работы электронных приборов. Для этой цели привлекаются знания не только общей физики, но и неорганической химии, физики конденсированного состояния, атомной и ядерной физики.

Материал изложен на хорошем физическом уровне и вместе с тем достаточно упрощен. Предназначен для бакалавров направ-

ления подготовки 210700.62 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи.

В результате освоения дисциплины реализуются следующие компетенции:

- способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики, организовывать и проводить их испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов (ПК-17);

- способность планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, по их результатам строить адекватные модели, использовать их в дальнейшем при решении задач создания и эксплуатации инфокоммуникационного оборудования (ПК-18).

Глава 1

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ

Приведена история развития представлений об атомах, начиная с древней Греции и до наших дней. Показаны упрощенные модели атома Томсона, Резерфорда и Бора. Приводятся основные выражения и физические константы, описывающие свойства электрона, решения уравнения Шредингера, и вытекающие из них спектры энергий и частот для водородоподобных атомов. Изображены энергетические диаграммы уединенного атома и кристалла натрия, представлены энергетические диаграммы материалов электронной техники: диэлектриков, полупроводников и проводников.

1.1. Модель атома и свойства электрона

В упрощённых моделях атома Резерфорда и Бора в центре находится положительно заряженное ядро, вокруг которого по плоским орбитам вращаются электроны. Атом в целом электрически нейтрален, так как заряд ядра компенсируется суммарным отрицательным зарядом электронов. Более удалённым от ядра орбитам (верхним) соответствует большая энергия. Переход электрона с орбиты на орбиту сопровождается поглощением либо выделением кванта энергии

$$W = h\nu \quad (1.1)$$

где h – постоянная Планка, ν – частота.

Движущийся электрон проявляет себя и как частица с массой m , скоростью v , ускорением a и в то же время, как волна. Масса электрона m и импульс p определяются выражениями:

$$p = m_0 v \left(1 - \left(\frac{v}{c} \right)^2 \right)^{-\frac{1}{2}}, \quad (1.2)$$

$$m = m_0 \left(1 - \left(\frac{v}{c} \right)^2 \right)^{-\frac{1}{2}}, \quad (1.3)$$

где c – скорость света, m_0 – масса покоя электрона, v – скорость электрона.

По современным представлениям атом содержит положительно заряженное ядро и отрицательно заряженное электронное