

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

**ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ВУЗЛИ  
СУЧАСНОЇ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ**

**ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И УЗЛЫ  
СОВРЕМЕННОЙ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

**BASIC CONCEPTIONS  
AND COMPONENTS OF MODERN  
RADIO ELECTRONICS**

**现代无线电电子学基本概念和组成**

Навчальний посібник  
з радіоелектроніки для студентів  
фізичних спеціальностей

**Рецензенти:**

**Л. П. Яцук** – професор, доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри прикладної електродинаміки Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна;  
**О. В. Лазоренко** – доцент, доктор фіз.-мат. наук, завідувач кафедри фізики Харківського національного університету радіоелектроніки.

*Затверджено до друку рішенням Вченої ради  
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна  
(протокол № 7 від 23.09.2015 р.)*

**Основні** поняття і вузли сучасної радіоелектроніки: навчальний посібник з радіоелектроніки для студентів фізичних спеціальностей / О. М. Думін, А. Ф. Ляховський, В. І. Чеботарьов та ін. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. – 112 с.

ISBN 978-966-285-283-7

У посібнику стисло наведено основи теорії лінійних кіл з постійними параметрами, гармонічних коливань у лінійних колах, підсилювальних кіл і генераторів. Також посібник може бути використаний як довідник для полегшення і підвищення ефективності вивчення радіоелектроніки за спеціалізованою літературою, що написана різними мовами, студентами фізичних спеціальностей, що вивчають курси «Радіотехнічні кола та сигнали», «Основи радіоелектроніки» та «Теорія електричних кіл».

В пособии приведены краткие основы теории линейных цепей с постоянными сосредоточенными параметрами, гармонических колебаний в линейных цепях, усилительных цепей и генераторов. Также пособие может быть использовано как справочное для облегчения и повышения эффективности изучения радиоэлектроники по специализированной литературе, написанной на разных языках, студентами физических специальностей при изучении курсов «Радиотехнические цепи и сигналы», «Основы радиоэлектроники» и «Теория электрических цепей».

The textbook contains short basics from the theory of linear circuits with constant lumped parameters, harmonic oscillations in linear circuits, amplifying circuits and generators. The textbook can be used as a hand-book for the making easy and efficiently the study of radioelectronics by special-purpose literature written in different languages of students of physical specialities for studying the courses “Radiotechnical circuits and signals”, “Basics of radioelectronics”, and “Theory of electrical circuits”.

该教科书概括了常量下的线性电路理论、线性电、放大电路和振荡器的谐波振荡等基础知识。该教科书可以为无线电电子专业使用不同语言的学生简化和有效地学习“无线电技术电路和信号”，“无线电电子学基础知识”和“电路理论”等课程提供帮助。

**УДК 621.396**

ISBN 978-966-285-283-7

© Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2017

© Думін О. М., Ляховський А. Ф.,  
Чеботарьов В. І. та ін., 2017

© Дончик І. М., макет обкладинки, 2017

# Зміст

<i>Вступ</i> .....	3
<b>1. Відомості з теорії лінійних електричних кіл з постійними зосередженими параметрами</b> .....	5
1.1. Вихідні поняття – аксіоматика теорії.....	5
1.1.1. Основні електричні величини.....	5
1.1.2. Ідеальні елементи кіл.....	9
1.1.3. Закони Кірхгофа.....	13
1.2. Гармонічні коливання в лінійних колах.....	17
1.2.1. Основи методу комплексних амплітуд.....	17
1.2.2. Комплексні параметри двополюсників.....	21
<b>2. Підсилення</b> .....	23
<b>3. Основні підсилювальні каскади</b> .....	37
3.1. Каскади зі спільним інжекторним електродом.....	41
3.2. Каскади зі спільним колекторним електродом.....	51
3.3. Диференціальні каскади.....	59
3.4. Каскади на операційних підсилювачах.....	65
3.4.1. Неінвертуюча схема підсилювача.....	69
3.4.2. Інвертуюча схема підсилювача.....	73
3.4.3. Логарифмуюча і потенціююча схеми.....	77
3.4.4. Інтегруюча і диференціююча схеми.....	81
3.4.5. Схеми, що підсумовують і віднімають.....	85
<b>4. Генерування електричних коливань</b> .....	87
4.1. LC -автогенератори з індуктивним (трансформаторним) зв'язком....	93
4.2. Мультивібратор на базових логічних елементах.....	99
4.3. Генератор на основі запам'ятовуючого пристрою.....	105
<b>Список використаної та рекомендованої літератури</b> .....	108

## Содержание

<i>Введение</i> .....	3
<b>1. Сведения из теории линейных электрических цепей с постоянными сосредоточенными параметрами</b> .....	4
1.1. Исходные понятия – аксиоматика теории.....	4
1.1.1. Основные электрические величины.....	4
1.1.2. Идеальные элементы цепей.....	8
1.1.3. Законы Кирхгофа.....	12
1.2. Гармонические колебания в линейных цепях.....	16
1.2.1. Основы метода комплексных амплитуд.....	16
1.2.2. Комплексные параметры двухполюсников.....	20
<b>2. Усиление</b> .....	22
<b>3. Основные усилительные каскады</b> .....	36
3.1. Каскады с общим инжекторным электродом.....	40
3.2. Каскады с общим коллекторным электродом.....	50
3.3. Дифференциальные каскады.....	58
3.4. Каскады на операционных усилителях.....	64
3.4.1. Неинвертирующая схема усилителя.....	68
3.4.2. Инвертирующая схема усилителя.....	72
3.4.3. Логарифмирующая и потенцирующая схемы.....	76
3.4.4. Интегрирующая и дифференцирующая схемы.....	80
3.4.5. Суммирующая и вычитающая схемы.....	84
<b>4. Генерирование электрических колебаний</b> .....	86
4.1. LC-автогенераторы с индуктивной (трансформаторной) связью.....	92
4.2. Мультивибратор на базовых логических элементах.....	98
4.3. Генератор на основе запоминающего устройства.....	104
<b>Список использованной и рекомендованной литературы</b> .....	108

## Table of contents

<b>Introduction</b> .....	3
<b>1. Some information about the theory of linear electric circuits with constant lumped parameters</b> .....	5
1.1. Initial concepts – theory axiomatics.....	5
1.1.2. Ideal elements of circuits.....	9
1.1.3. Kirchhoff’s laws.....	13
1.2. Harmonic oscillations in the linear circuits .....	17
1.2.1. Fundamentals of a method of complex amplitudes.....	17
1.2.2. Complex parameters of two terminal circuit.....	21
<b>2. Amplification</b> .....	23
<b>3. The basic amplifying cascades</b> .....	37
3.1. Amplifiers with common injector.....	41
3.2. Amplifiers with the common collector.....	51
3.3. Differential amplifier.....	59
3.4. Operational amplifiers.....	65
3.4.1. Non-inverting amplifier.....	69
3.4.2. Inverting amplifier.....	73
3.4.3. Logarithmic and exponential amplifier.....	77
3.4.4. Integrating and differentiating amplifiers.....	81
3.4.5. Adding and subtracting circuits.....	85
<b>4. Generating of electrical oscillations</b> .....	87
4.1. LC-oscillators with inductive (transformer) coupling (Armstrong or Meissner oscillator).....	93
4.2. The multivibrator on base of logic gates.....	99
4.3. The oscillator on the basis of a storage device.....	105
<b>References and recommended reading</b> .....	108

# 目录

引言.....	3
<b>1. 线性稳定常量电路理论知识.....</b>	<b>4</b>
1.1. 初步概念 – 公理.....	4
1.1.1. 基础电值.....	4
1.1.2. 理想电路.....	8
1.1.3. 基尔霍夫定律.....	12
<b>1.2. 线性电路的谐振.....</b>	<b>16</b>
1.2.1. 复变振幅的基本方法.....	16
1.2.2. 二端电路的复参数.....	20
<b>2. 放大.....</b>	<b>22</b>
<b>3. 基础放大级.....</b>	<b>36</b>
3.1. 共射电路.....	40
3.2. 共集电路.....	50
3.3. 差分电路.....	58
3.4. 运算放大器.....	64
3.4.1. 反相放大电路.....	68
3.4.2. 反转放大电路.....	72
3.4.3. 对数放大与电势放大电路.....	76
3.4.4. 微分与积分电路.....	80
3.4.5. 加法与减法电路.....	84
<b>4. 电振荡的产生.....</b>	<b>86</b>
4.1. 带电感耦合（或变压器耦合）的 <i>LC</i> -自振荡器.....	92
4.2. 多谐振荡器的基本逻辑元件.....	98
4.3. 含存储装置的振荡器.....	104
参考文献.....	108