



А. М. Пилипенко

Основы анализа сложных и нелинейных цепей

учебное пособие



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-технологическая академия

А. М. ПИЛИПЕНКО

**ОСНОВЫ АНАЛИЗА СЛОЖНЫХ
И НЕЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЕЙ**

Учебное пособие

Ростов-на-Дону – Таганрог
Издательство Южного федерального университета
2022

УДК 621.372.061 (075.8)

ББК 32.841я73

ПЗ24

*Печатается по решению кафедры теоретических основ радиотехники
Института радиотехнических систем и управления
Южного федерального университета (протокол № 8 от 7 июня 2022 г.)*

Рецензенты:

профессор кафедры «Радиоэлектронные и электротехнические системы
и комплексы» Института сферы обслуживания и предпринимательства
(филиала) Донского государственного технического университета,
доктор технических наук, профессор *В. И. Марчук*

доцент кафедры антенн и радиопередающих устройств Инженерно-
технологической академии Южного федерального университета,
кандидат технических наук *А. В. Демьяненко*

Пилипенко, А. М.

ПЗ24 Основы анализа сложных и нелинейных цепей : учебное пособие /
А. М. Пилипенко ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-
Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета,
2022. – 111 с.

ISBN 978-5-9275-4216-1

В учебном пособии представлены материалы лекционных и практических занятий по следующим разделам дисциплины «Основы теории цепей»: «Цепи с взаимной индуктивностью»; «Связанные колебательные контуры»; «Методы формирования уравнений электрического равновесия сложных цепей»; «Основные теоремы теории цепей»; «Нелинейные резистивные цепи». Учебное пособие предназначено для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров 11.03.01 «Радиотехника» и 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

УДК 621.372.061 (075.8)

ББК 32.841я73

ISBN 978-5-9275-4216-1

© Южный федеральный университет, 2022

© Пилипенко А. М., 2022

© Оформление. Макет. Издательство

Южного федерального университета, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ЦЕПИ С ВЗАИМНОЙ ИНДУКТИВНОСТЬЮ	6
1.1. Общие сведения о связанных катушках индуктивности	6
1.2. Анализ цепей со связанными индуктивностями	11
1.3. Эквивалентные преобразования цепей со связанными индуктивностями.....	14
1.4. Трансформаторы на основе цепей с взаимной индуктивностью	20
2. СВЯЗАННЫЕ КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ КОНТУРЫ.....	27
2.1. Общие сведения о связанных контурах.....	27
2.2. Комплексные схемы замещения связанных контуров	28
2.3. Настройка связанных контуров	31
2.4. Коэффициент связи между контурами	35
2.5. Частотные характеристики связанных контуров	37
3. МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ УРАВНЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ СЛОЖНЫХ ЦЕПЕЙ.....	45
3.1. Общие сведения об уравнениях электрического равновесия.....	45
3.2. Методы, основанные на непосредственном применении законов Кирхгофа.....	45
3.3. Метод контурных токов.....	48
3.4. Метод узловых напряжений.....	51
4. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕМЫ ТЕОРИИ ЦЕПЕЙ	57
4.1. Принцип наложения	57
4.2. Теорема об эквивалентном источнике.....	59
4.3. Теорема взаимности	62
4.4. Теорема компенсации	64
5. НЕЛИНЕЙНЫЕ РЕЗИСТИВНЫЕ ЦЕПИ.....	66
5.1. Общие сведения о нелинейных цепях и нелинейных элементах.....	66
5.2. Уравнения электрического равновесия нелинейных цепей	73
5.3. Графические методы анализа нелинейных цепей.....	74

5.4. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов	80
5.5. Нелинейное сопротивление при гармоническом воздействии	85
5.6. Нелинейное сопротивление при бигармоническом воздействии	89
6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА	91
6.1. Контрольные вопросы	91
6.2. Практические задачи.....	94
6.3. Примеры решения задач	98
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	109
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	110