

УДК 621.3.01:537.86(075.8)

ББК 31.21я73

В686

*Печатается по решению кафедры радиотехнической электроники
Института нанотехнологий, электроники и приборостроения
Южного федерального университета
(протокол № 2 от 15 февраля 2020 г.)*

Рецензенты:

заместитель генерального директора по качеству ОАО «ТНИИС» (г. Таганрог),
кандидат технических наук, старший научный сотрудник *А. Ф. Гришков*
доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных
измерительных технологий и систем Института нанотехнологий,
электроники и приборостроения ЮФУ *И. И. Турулин*

Волощенко, П. Ю.

В686 Нелинейные электрические колебания в электронной цепи : учебное
пособие / П. Ю. Волощенко, Ю. П. Волощенко ; Южный федеральный уни-
верситет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального
университета, 2020. – 104 с.

ISBN 978-5-9275-3676-4

В учебном пособии изложены основные аспекты математического моделирова-
ния неавтономных блоков конформной РЭА и ЭВА и применения совокупности электро-
радиотехнических методов для инвариантного синтеза графических и аналитических мно-
гополосных операторов теории систем электронных приборов (ЭП), соединенных в еди-
ное целое питающими проводами. Актуальность подобной формализации нелинейных
электрических эффектов и явления регенерации в электронной цепи обусловлена реше-
нием задачи корректного проектирования оригинального конструктивно-технологиче-
ского исполнения вакуумной и полупро-водниковой электронной компонентной базы. На
основе алгоритмов символьного анализа колебательных процессов в электромагнитном
поле изделий технической электроники и нанoeлектроники проведена оценка влияния са-
мопроизвольно возникающих и контролируемых обратных связей на граничные условия,
реализующие режимы рекуперации и усиления сигналов ЭП. Они позволяют получить
наглядные импедансные критерии, необходимые для достоверного прогнозирования
уменьшения энергопотребления и повышения диапазона рабочих частот аналоговых и
цифровых устройств различного назначения.

УДК 621.3.01:537.86(075.8)

ББК 31.21я73

ISBN 978-5-9275-3676-4

© Южный федеральный университет, 2020
© Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П., 2020
© Оформление. Макет. Издательство
Южного федерального университета, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ГРАФИЧЕСКИЕ И АНАЛИТИЧЕСКИЕ ОПЕРАТОРЫ ИНВАРИАНТНОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОННОЙ ЦЕПИ РЕГЕНЕРАТИВНОГО УСТРОЙСТВА	9
1.1. Основные уравнения теории нелинейных двух- четырехполюсников	9
1.2. Двухполюсные схемы замещения неавтономных проходных активного и пассивного четырехполюсников	23
1.3. Взаимосвязь точечных эквивалентных схем электронной цепи, состоящих из двухполюсников	26
2. ТЕОРИЯ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В ЭЛЕКТРОННОЙ ЦЕПИ	33
2.1. Основные графические операторы теории электронной цепи с обратной связью	33
2.2. Модель прямого включения четырехполюсного НЭ	35
2.3. Эквивалентная схема обратного включения составного НЭ ...	37
2.4. Модель составного 2n-полюсного НЭ неавтономного блока	38
2.5. Параметры составного НЭ с положительной обратной связью	41
2.6. Резистивно-негатронная модель регенеративного устройства на вакуумном микротриоде	45
2.7. Оценка влияния отрицательной обратной связи в электронной цепи	48
3. МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРОННОЙ ЦЕПИ	52
3.1. Символьный анализ мгновенного тока и напряжения в автоколебательной цепи	52
3.2. Символьный анализ гармонических процессов в триодном источнике ЭМ энергии	61
3.3. Концептуальная модель обмена колебательной энергией в постоянном и переменном электрическом поле вакуумного триода ...	64
3.4. Дифференциальное уравнение и условие самовозбуждения гармонических колебаний в триодном автогенераторе	70

4. ТЕОРИЯ МАГНИТНОЙ СВЯЗИ УЧАСТКОВ ЭЛЕКТРОН- НОЙ ЦЕПИ	75
4.1. Общие сведения о свойствах магнитно-связанных цепей	75
4.2. Моделирование гармонического воздействия и отклика в магнитно-связанных контурах электронной цепи	79
4.3. Моделирование трансформаторов напряжения и сопротив- ления	82
4.4. Эквивалентные схемы трансформатора, содержащие нели- нейные двухполюсные элементы	87
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	92
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	96
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	98