

Л.И. МАЛИНИН, В.Ю. НЕЙМАН

ТЕОРИЯ ЦЕПЕЙ СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Учебное пособие

НОВОСИБИРСК
2012

УДК 621.3.011.7(075.8)
М 19

Рецензенты: *Г.М. Симаков*, д-р техн. наук, проф.,
Ю.В. Петренко, канд. техн. наук, доц.

Малинин Л.И.
М 19 Теория цепей современной электротехники : учеб. пособие / Л.И. Малинин, В.Ю. Нейман. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. – 348 с. – (Серия «Учебники НГТУ»).

ISBN 978-5-7782-2043-0

Основное содержание учебного пособия составляют комплексные задачи и задания как по традиционным разделам курса ТОЭ, так и по новым разделам, посвященным основам теории цепей информационного типа.

Основные положения теории цепей, необходимые для решения комплексных задач, изложены в кратком (справочном) виде. Примеры решения комплексных задач и рекомендации по выполнению комплексных заданий даны в полном, развернутом виде с толкованием как электротехнических аспектов, так и математических.

Комплексные задачи и задания, включенные в пособие, прошли апробацию на факультете мехатроники и автоматизации, а также факультете автоматики и вычислительной техники.

Рекомендуется для проведения практических занятий, аудиторной и внеаудиторной индивидуальной работы студентов, а также в качестве расчетно-графических заданий.

Пособие предназначено для студентов электротехнических специальностей.

УДК 621.3.011.7(075.8)

ISBN 978-5-7782-2043-0

© Малинин Л.И.,
Нейман В.Ю., 2013
© Новосибирский государственный
технический университет, 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	9
Глава 1. АНАЛИЗ УСТАНОВИВШИХСЯ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ ЦЕПЯХ.....	13
1.1. Энергия и силы в электростатическом поле коаксиального кабеля.....	13
1.1.1. Контрольное задание.....	13
1.1.2. Методические рекомендации	15
1.1.3. Краткие теоретические сведения	16
1.1.4. Примеры решения задач	19
1.2. Энергия и силы в магнитном поле дросселя.....	24
1.2.1. Контрольное задание.....	24
1.2.2. Методические рекомендации	26
1.2.3. Краткие теоретические сведения	27
1.2.4. Примеры решения задач	29
1.3. Линейная электрическая цепь постоянного тока	32
1.3.1. Контрольное задание.....	32
1.3.2. Методические рекомендации	37
1.3.3. Примеры решения задач	37
1.4. Нелинейная цепь постоянного тока.....	41
1.4.1. Контрольное задание.....	41
1.4.2. Методические рекомендации	42
1.4.3. Краткие теоретические сведения	43
1.4.4. Примеры решения задач	45
1.5. Расчет функциональных преобразователей.....	49
1.5.1. Контрольное задание.....	49
1.5.2. Методические рекомендации	55
1.5.3. Примеры решения задач	56
1.6. Магнитная цепь постоянного тока.....	62
1.6.1. Контрольное задание.....	62
1.6.2. Методические рекомендации	65
1.6.3. Краткие теоретические сведения	66
1.6.4. Примеры решения задач	68
1.7. Линейная цепь синусоидального тока.....	73
1.7.1. Контрольное задание.....	73
1.7.2. Методические рекомендации	76
1.7.3. Примеры решения задач	78

1.8. Магнитная цепь переменного тока	82
1.8.1. Контрольное задание.....	82
1.8.2. Методические рекомендации	84
1.8.3. Краткие теоретические сведения	84
1.8.4. Примеры решения задач	87
1.9. Цепи с несинусоидальными источниками питания	89
1.9.1. Контрольное задание.....	89
1.9.2. Методические рекомендации	91
1.9.3. Краткие теоретические сведения	92
1.9.4. Примеры решения задач	94
1.10. Интегральные характеристики несинусоидальных токов и напряжений	99
1.10.1. Контрольное задание	99
1.10.2. Методические рекомендации.....	102
1.10.3. Краткие теоретические сведения.....	103
1.10.4. Примеры решения задач.....	109
1.11. Линейная цепь несинусоидального тока.....	118
1.11.1. Контрольное задание	118
1.11.2. Примеры решения задач.....	123
1.12. Коэффициент гармонической линеаризации нелинейного четырехполюсника.....	128
1.12.1. Контрольное задание	128
1.12.2. Методические рекомендации.....	131
1.12.3. Примеры решения задач.....	134

Глава 2. КОМПЛЕКСНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАСЧЕТУ УСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМОВ..... 137

2.1. Цепи постоянного тока информационного типа	137
2.1.1. Контрольное задание.....	137
2.1.2. Методические рекомендации	148
2.2. Нелинейные цепи постоянного тока.....	148
2.2.1. Контрольное задание.....	148
2.2.2. Методические рекомендации	153
2.3. Нелинейные цепи переменного тока	153
2.3.1. Контрольное задание.....	153
2.3.2. Методические рекомендации	156
2.4. Расчет нелинейной цепи информационного типа	157
2.4.1. Структура и тип задания	157
2.4.2. Пример выполнения комплексного задания	158

Глава 3. СИСТЕМНЫЕ ФУНКЦИИ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ	169
3.1. Определение системных функций линейных резистивных цепей	169
3.1.1. Контрольное задание	169
3.1.2. Методические рекомендации и пояснения	175
3.1.3. Примеры решения задач	175
3.2. Переходные и импульсные характеристики линейных цепей	178
3.2.1. Контрольное задание	178
3.2.2. Методические рекомендации и пояснения	180
3.2.3. Примеры решения задач	181
3.3. Передаточные функции и частотные характеристики линейной цепи	185
3.3.1. Контрольное задание	185
3.3.2. Методические рекомендации и пояснения	189
3.3.3. Примеры решения задач	191
3.4. Применение системных функций для расчета линейных резистивных цепей	195
3.4.1. Контрольное задание	195
3.4.2. Методические рекомендации и пояснения	196
3.4.3. Примеры решения задач	197
3.5. Применение переходных и импульсных характеристик в цепях первого порядка	198
3.5.1. Контрольное задание	198
3.5.2. Методические рекомендации и пояснения	200
3.5.3. Примеры решения задач	202
3.6. Применение передаточной функции линейной цепи	206
3.6.1. Контрольное задание	206
3.6.2. Методические рекомендации и пояснения	207
3.6.3. Примеры решения задач	208
Глава 4. АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ	211
4.1. Исследование переходных процессов в активных линейных цепях первого порядка	211
4.1.1. Контрольное задание	211
4.1.2. Методические рекомендации и пояснения	213
4.1.3. Краткие теоретические сведения	214
4.1.4. Примеры решения задач	215
4.2. Исследование переходных процессов в линейной активной цепи второго порядка	224
4.2.1. Контрольное задание	224
4.2.2. Методические рекомендации и пояснения	225
4.2.3. Примеры решения задач	225

4.3. Применение дифференцирующих и интегрирующих цепей	232
4.3.1. Контрольное задание.....	232
4.3.2. Методические рекомендации и пояснения	234
Глава 5. АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ	239
5.1. Исследование устойчивости в нелинейной цепи постоянного тока.....	239
5.1.1. Контрольное задание.....	239
5.1.2. Методические рекомендации и пояснения	241
5.2. Анализ устойчивости и определение параметров автоколебаний в нелинейных цепях с обратной связью.....	247
5.2.1. Контрольное задание.....	247
5.2.2. Методические рекомендации и пояснения	251
5.3. Анализ переходных процессов методом переменных состояния.....	256
5.3.1. Контрольное задание.....	256
5.3.2. Методические рекомендации и пояснения	261
5.3.3. Краткие теоретические сведения	262
5.3.4. Примеры решения задач	282
Глава 6. КОМПЛЕКСНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАСЧЕТУ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	297
6.1. Исследование переходных процессов линейной цепи информационного типа.....	297
6.1.1. Расчетно-графическое задание.....	297
6.1.2. Методические рекомендации и пояснения	312
6.1.3. Особенности расчета переходных процессов в линейных цепях информационного типа.....	313
6.2. Формирование динамических уравнений электрических цепей	317
6.2.1. Курсовая работа.....	317
6.2.2. Методические рекомендации и пояснения	326
6.2.3. Примеры решения задач	326
6.3. Расчет переходных процессов в нелинейной цепи с использованием аналитической аппроксимации характеристик в MatLab Simulink	330
6.3.1. Курсовая работа.....	330
6.3.2. Методические рекомендации и пояснения	331
6.3.3. Краткие теоретические сведения	332
6.3.4. Примеры решения задач	338
Библиографический список.....	347