

УДК 621.3.01(075)  
ББК 31.2я73  
К92

**Купцов А.М.**

К92 Теоретические основы электротехники. Решения типовых задач: учебное пособие. Часть 2 / А.М. Купцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 184 с.

В пособии приведены решения типовых для теоретических основ электротехники задач, включающие временные и частотные методы анализа переходных процессов в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами; цепи с распределенными параметрами – длинные линии, а также задачи анализа цепей с нелинейными элементами. На ряде примеров показана эффективность использования численных методов анализа с использованием системы MathCAD.

Предназначено для самостоятельной работы студентов электротехнических и электроэнергетических направлений и специальностей.

УДК 621.3.01(075)  
ББК 31.2я73

*Рецензенты*

Доктор физико-математических наук, профессор ИФВТ  
*В.В. Лопатин*

Доктор физико-математических наук, профессор  
ведущий научный сотрудник института ОА СО РАН  
*Ф.Ю. Канев*

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2013  
© Купцов А.М., 2013  
© Оформление. Издательство Томского  
политехнического университета, 2013

## ОГЛАВЛЕНИЕ

7. ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ .....	3
7.1. Законы коммутации. Начальные условия .....	3
7.1.1. Начальные условия при некорректных коммутациях .....	11
7.2. Классический метод .....	12
7.2.1. Определение корней характеристического уравнения .....	15
7.2.2. Определение принужденных составляющих .....	17
7.2.3. Определение постоянных интегрирования и мгновенных токов и напряжений в переходном режиме .....	19
7.2.4. Определение параметров цепи по графику переходного процесса .....	26
7.3. Метод интегралов наложения (Дюамеля) .....	28
7.3.1. Единичная функция и переходная характеристика .....	28
7.3.2. Единичный импульс и импульсная характеристика .....	31
7.3.3. Интегралы наложения (Дюамеля) .....	33
7.4. Метод переменных состояния .....	40
7.5. Операторный метод .....	52
7.6. Цепи с некорректными коммутациями .....	61
7.7. Приведение цепи к нулевым начальным условиям .....	66
7.8. Дифференцирующие и интегрирующие цепи .....	69
8. ЦЕПИ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. ....	74
8.1. Установившиеся гармонические режимы .....	74
8.1.1. Определение параметров линии .....	77
8.1.2. Расчет установившихся гармонических режимов в линиях с потерями .....	79
8.1.3. Расчет установившихся гармонических режимов высокочастотных линий .....	84
8.2. Переходные режимы в линиях без потерь .....	87
8.2.1. Расчет прямых волн в линиях с нулевыми начальными условиями .....	88
8.2.2. Расчет отраженных и преломленных волн .....	92
8.2.3. Расчет волн при ненулевых начальных условиях .....	99

9. НЕЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ .....	102
9.1. Нелинейные резистивные цепи .....	103
9.1.1. Преобразования и графический расчет. ....	103
9.1.2. Аналитический расчет .....	110
9.1.3. Метод кусочно-линейной аппроксимации. ....	114
9.1.4. Численные методы расчета .....	121
9.1.5. Расчет нелинейных резистивных цепей в системе MathCAD .....	126
9.2. Нелинейные индуктивные и емкостные цепи .....	130
9.2.1. Нелинейные индуктивные цепи .....	130
9.2.2. Нелинейные магнитные цепи .....	137
9.2.3. Нелинейные емкостные цепи .....	148
9.3. Нелинейные динамические цепи .....	152
9.3.1. Метод переменных состояния .....	153
9.3.2. Метод кусочно-линейной аппроксимации .....	158
9.3.3. Приближенные методы расчета .....	169
Метод гармонической линеаризации .....	169
Метод эквивалентных синусоид .....	173
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	181