

А. Л. ЗИНОВЬЕВ, Л. И. ФИЛИППОВ

ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ СИГНАЛОВ И ЦЕПЕЙ

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ,
ДОПОЛНЕННОЕ

Допущено Министерством
высшего и среднего специ-
ального образования СССР
в качестве учебного посо-
бия для студентов радио-
технических специальностей
вузов



МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1975

6Ф2

З-63

УДК 621.396 (075)

Рецензент:

проф. докт. техн. наук И. С. ГОНОРОВСКИЙ

Зиновьев А. Л., Филиппов Л. И.

З-63 Введение в теорию сигналов и цепей. Учеб. пособие для радиотехнических специальностей вузов. М., «Высш. школа», 1975.

264 с. с ил.

В книге даны методы аналитического описания регулярных и случайных колебаний, рассмотрено воздействие этих колебаний на линейные устройства с постоянными и переменными параметрами и на нелинейные элементы. Во второе издание введены параграфы, посвященные автокорреляционной и обобщенной автокорреляционной функциям сигналов; добавлено описание цепей с помощью методов теории графов и матричного метода составления уравнений сложных цепей, включена новая глава (гл. VII) по элементам теории синтеза.

З $\frac{30402-332}{001(01)-75}$ 168-75

6Ф2

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
-----------------------	---

Часть первая

АНАЛИЗ РЕГУЛЯРНЫХ И СЛУЧАЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ

Глава I. Регулярные колебания и их аналитическое описание	5
§ 1.1. Разложение колебаний по системам ортогональных функций	6
§ 1.2. Разложение периодических колебаний в ряды Фурье по системе тригонометрических функций	8
§ 1.3. Преобразование Фурье для импульсов	11
§ 1.4. Обобщение преобразований Фурье. Преобразования Лапласа	15
§ 1.5. Некоторые соотношения между колебаниями и их спектрами	24
§ 1.6. Испытательные импульсы: дельта-функция и единичный скачок и связанные с ними соотношения	30
§ 1.7. Представление колебаний в комплексной форме. Преобразования Гильберта	34
§ 1.8. Разложение колебаний в ряды Котельникова	39
§ 1.9. Разложение колебаний в ряды по некоторым специальным функциям	45
§ 1.10. Геометрическое представление колебаний	55
§ 1.11. Непрерывные модулированные колебания	57
§ 1.12. Амплитудно-модулированные колебания (АМК)	58
§ 1.13. Фазо-модулированные колебания (ФМК) и частотно-модулированные колебания (ЧМК)	62
§ 1.14. Ансамбли колебаний и их ортогональные разложения. Процедура Грам-Шмидта	69
§ 1.15. Автокорреляционная функция колебания	73
§ 1.16. Обобщенная автокорреляционная функция колебания	75
Глава II. Случайные колебания и их аналитическое описание	
§ 2.1. Общие сведения	76
§ 2.2. Одномерный закон распределения мгновенных значений случайной функции и связанные с ним основные характеристики	77
§ 2.3. Многомерный закон распределения мгновенных значений случайной функции и связанные с ним основные характеристики	82
§ 2.4. Стационарные случайные процессы. Эргодическое свойство	89
§ 2.5. Характеристические функции распределения вероятностей случайного процесса	100
§ 2.6. Дифференцирование и интегрирование случайного процесса	104
§ 2.7. Процесс с нормальным законом распределения. Центральная предельная теорема	109
§ 2.8. Энергетический спектр случайного процесса	113
§ 2.9. Вероятность превышения заданного уровня. Среднее количество выбросов и их средняя продолжительность	118
§ 2.10. Случайный процесс как гармоническое колебание со случайными амплитудой и фазой	121
§ 2.11. Сумма флуктуационного и гармонического колебаний. Огибающая и фаза результирующего случайного процесса	129

Часть вторая

ВОЗДЕЙСТВИЕ РЕГУЛЯРНЫХ И СЛУЧАЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ НА ЛИНЕЙНЫЕ УСТРОЙСТВА С ПОСТОЯННЫМИ И ПЕРЕМЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Глава III. Радиотехнические цепи и их основные свойства	133
§ 3.1. Классификация	133
§ 3.2. Основные элементы линейной электрической цепи, их аналитическое описание и основные свойства	134
§ 3.3. Основные определения элементов цепей	137
§ 3.4. Описание структуры цепи с помощью теории графов	138
Глава IV. Методы анализа линейных и параметрических цепей при воздействии регулярных колебаний	140
§ 4.1. Основные законы цепи и основные методы составления уравнений цепи	140
§ 4.2. Нахождение решений уравнения цепи	142
§ 4.3. Нахождение решений дифференциальных уравнений цепей с постоянными параметрами с помощью преобразований Лапласа	148
§ 4.4. Нахождение решений дифференциальных уравнений цепей с переменными параметрами с помощью преобразований Лапласа	150
§ 4.5. Составление уравнений безынерционной цепи в матричной форме	152
§ 4.6. О составлении уравнений в матричной форме для произвольной линейной цепи	157
Глава V. Методы анализа линейных и параметрических четырехполюсников при воздействии регулярных колебаний	158
§ 5.1. Четырехполюсник с постоянными параметрами и его основная характеристика	158
§ 5.2. Выходное напряжение четырехполюсника с постоянными параметрами	161
§ 5.3. Коэффициент передачи четырехполюсника с постоянными параметрами. Метод спектральных функций	163
§ 5.4. Переходная характеристика четырехполюсника с постоянными параметрами при единичном скачке напряжения и ее связь с импульсным откликом	168
§ 5.5. Физическая реализуемость четырехполюсников	170
§ 5.6. Четырехполюсник с переменными параметрами и его основная характеристика. Связь выходного и входного напряжений	172
§ 5.7. О методах определения импульсных откликов четырехполюсников с переменными параметрами	174
§ 5.8. Коэффициент передачи четырехполюсника с переменными параметрами. Метод спектральных функций	175
§ 5.9. Коэффициент передачи четырехполюсника с медленно меняющимися параметрами	178
Глава VI. Методы анализа линейных и параметрических четырехполюсников при воздействии случайных колебаний	181
§ 6.1. Энергетический спектр и дисперсия (средняя мощность) случайного колебания на выходе четырехполюсника с постоянными параметрами	182
§ 6.2. Автокорреляционная функция случайного колебания на выходе четырехполюсника с постоянными параметрами	183
§ 6.3. Автокорреляционная функция случайного колебания на выходе четырехполюсника с переменными параметрами	187
§ 6.4. О законах распределения случайного колебания на выходе линейного четырехполюсника	190

Глава VII. Элементы теории синтеза цепей	191
§ 7.1. Общие сведения	191
§ 7.2. Задача преобразования формы	192
§ 7.3. Задача о согласованном фильтре	193
§ 7.4. Задача фильтрации	196
§ 7.5. Принципы осуществления второго этапа синтеза	198
§ 7.6. Реализация четырехполосников по передаточным функциям в частотной области	200

Часть третья

ВОЗДЕЙСТВИЕ РЕГУЛЯРНЫХ И СЛУЧАЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ НА НЕЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЦЕПЕЙ

Глава VIII. Воздействие регулярных колебаний на нелинейные элементы цепей	207
§ 8.1. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов. Нелинейные преобразования формы колебания	207
§ 8.2. Спектральное представление нелинейно преобразованного колебания	212
§ 8.3. Периодическое воздействие на нелинейный элемент	214
§ 8.4. Воздействие гармонического колебания на нелинейный элемент	216
§ 8.5. Воздействие суммы гармонических колебаний на нелинейный элемент	222
§ 8.6. Совместное воздействие на нелинейный элемент большого и малого колебаний произвольной формы	227
§ 8.7. Линейная фильтрация нелинейно преобразованного колебания. Основные нелинейные радиотехнические процессы	231
Глава IX. Воздействие случайных колебаний на нелинейные элементы цепей	241
§ 9.1. Общие сведения	241
§ 9.2. Прямой метод	242
§ 9.3. Метод огибающих	249
§ 9.4. Метод характеристических функций	254
Литература	258