

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи и сигналы. Учебник для вузов

Издание третье, переработанное и дополненное

Допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР в качестве учебника для студентов радиотехнических специальностей вузов

МОСКВА «СОВЕТСКОЕ РАДИО» 1977

Книга является учебником по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы» для вузов радиотехнической специальности. В связи с введением новой программы этого курса данное издание коренным образом переработано и дополнено следующими новыми разделами: дискретная и цифровая обработка сигналов; аппроксимация процессов и характеристик функциями Уолша; синтез радиотехнических цепей.

Особое внимание уделено разделам, посвященным статистическим явлениям в радиотехнических цепях. Методически переработаны разделы по спектральному и корреляционному анализу детерминированных и случайных сигналов, а также по теории их преобразования в линейных, параметрических и нелинейных устройствах.

Хотя книга предназначена для студентов радиотехнических факультетов вузов, она может быть также полезна широкому кругу специалистов, работающих в области радиоэлектроники и в смежных областях науки и техники.

Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи и сигналы. Учебник для вузов. Изд. 3-е, перераб. и доп. М., «Сов. радио», 1977, 608 с.

Содержание учебника Радиотехнические цепи и сигналы

Предисловие к третьему изданию

Глава 1. ВВЕДЕНИЕ

- 1.1. Основные области применения радиотехники
- 1.2. Передача сигналов на расстояние. Особенности распространения радиоволн и используемые в радиотехнике частоты
- 1.3. Основные радиотехнические процессы
- 1.4. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы и цепи
- 1.5. Радиоцепи и методы их анализа
- 1.6. Проблема помехоустойчивости канала связи
- 1.7. Задачи и содержание курса

Глава 2. СИГНАЛЫ

- 2.1. Общие замечания

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

- 2.2. Разложение произвольного сигнала по заданной системе функций
- 2.3. Гармонический анализ периодических колебаний
- 2.4. Спектры простейших периодических колебаний
- 2.5. Распределение мощности в спектре периодического колебания
- 2.6. Гармонический анализ непериодических колебаний
- 2.7. Некоторые свойства преобразования Фурье
- 2.8. Распределение энергии в спектре непериодического колебания
- 2.9. Примеры определения спектров непериодических колебаний
- 2.10. Соотношение между длительностью сигнала и шириной его спектра
- 2.11. Бесконечно короткий импульс с единичной площадью (дельта-функция)
- 2.12. Спектры некоторых неинтегрируемых функций
- 2.13. Представление сигналов на плоскости комплексной переменной
- 2.14. Представление сигналов с ограниченной частотной полосой в виде ряда Котельникова
- 2.15. Теорема отсчетов в частотной области
- 2.16. Корреляционный анализ детерминированных сигналов
- 2.17. Соотношение между корреляционной функцией и спектральной характеристикой сигнала
- 2.18. Когерентность

Глава 3. РАДИОСИГНАЛЫ

- 3.1. Общие определения
- 3.2. Радиосигналы с амплитудной модуляцией
- 3.3. Частотный спектр амплитудно-модулированного сигнала
- 3.4. Угловая модуляция. Фаза и мгновенная частота колебания
- 3.5. Спектр колебания при угловой модуляции. Общие соотношения
- 3.6. Спектр колебания при гармонической угловой модуляции
- 3.7. Спектр радиоимпульса с частотно-модулированным заполнением
- 3.8. Спектр колебания при смешанной амплитудно-частотной модуляции
- 3.9. Огибающая, фаза и частота узкополосного сигнала
- 3.10. Аналитический сигнал
- 3.11. Корреляционная функция модулированного колебания
- 3.12. Дискретизация узкополосного сигнала

Глава 4. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ

- 4.1. Общие определения случайных процессов
- 4.2. Виды случайных процессов. Примеры
- 4.3. Спектральная плотность мощности случайного процесса
- 4.4. Соотношение между энергетическим спектром и корреляционной функцией случайного процесса
- 4.5. Взаимно-корреляционная функция и взаимный энергетический спектр двух случайных процессов
- 4.6. Узкополосный случайный процесс
- 4.7. Колебание, модулированное по амплитуде случайным процессом
- 4.8. Колебание, модулированное по фазе случайным процессом. Плотность вероятности

Глава 5. ЛИНЕЙНЫЕ РАДИОЦЕПИ С ПОСТОЯННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

- 5.1. Вводные замечания
- 5.2. Определения и основные свойства активной цепи

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

- 5.3. Активный четырехполюсник как линейный усилитель
- 5.4. Транзисторный усилитель
- 5.5. Усилитель на электронной лампе
- 5.6. Аперидический усилитель
- 5.7. Резонансный усилитель
- 5.8. Обратная связь в активном четырехполюснике
- 5.9. Применение отрицательной обратной связи для улучшения характеристик усилителя
- 5.10. Устойчивость линейных активных цепей с обратной связью. Алгебраический критерий устойчивости
- 5.11. Частотные критерии устойчивости

Глава 6. ПРОХОЖДЕНИЕ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ КОЛЕБАНИЙ ЧЕРЕЗ ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С ПОСТОЯННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

- 6.1. Вводные замечания
- 6.2. Спектральный метод
- 6.3. Метод интеграла наложения
- 6.4. Прохождение дискретных сигналов через аперидический усилитель
- 6.5. Дифференцирование и интегрирование сигналов
- 6.6. Особенности анализа радиосигналов в избирательных цепях. Приближенный спектральный метод
- 6.7. Упрощение метода интеграла наложения (метод огибающей)
- 6.8. Прохождение радиоимпульса через резонансный усилитель
- 6.9. Линейные искажения колебания с непрерывной амплитудной модуляцией
- 6.10. Прохождение фазоманипулированного колебания через резонансную цепь
- 6.11. Прохождение частотно-манипулированного колебания через избирательную цепь
- 6.12. Прохождение частотно-модулированного колебания через избирательные цепи

Глава 7. ПРОХОЖДЕНИЕ СЛУЧАЙНЫХ КОЛЕБАНИИ ЧЕРЕЗ ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С ПОСТОЯННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

- 7.1. Преобразование характеристик случайного процесса
- 7.2. Характеристики собственных шумов в радиоэлектронных цепях
- 7.3. Дифференцирование случайной функции
- 7.4. Интегрирование случайной функции
- 7.5. Нормализация случайных процессов в узкополосных линейных цепях
- 7.6. Распределение суммы гармонических колебаний со случайными фазами

Глава 8. НЕЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ И МЕТОДЫ ИХ АНАЛИЗА

- 8.1. Нелинейные элементы
- 8.2. Аппроксимация нелинейных характеристик
- 8.3. Воздействие гармонических колебаний на цепи с безынерционными нелинейными элементами
- 8.4. Нелинейное резонансное усиление
- 8.5. Умножение частоты
- 8.6. Амплитудное ограничение
- 8.7. Нелинейная цепь с фильтрацией постоянного тока (выпрямление)
- 8.8. Амплитудное детектирование
- 8.9. Частотное и фазовое детектирование
- 8.10. Преобразование частоты сигнала

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

- 8.11. Синхронное детектирование
- 8.12. Получение амплитудно-модулированных колебаний

Глава 9. АВТОГЕНЕРАТОРЫ ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

- 9.1. Автоколебательная система
- 9.2. Возникновение колебания в автогенераторе
- 9.3. Стационарный режим автогенератора. Баланс фаз
- 9.4. Мягкий и жесткий режимы самовозбуждения
- 9.5. Примеры схем автогенераторов
- 9.6. Нелинейное уравнение автогенератора
- 9.7. Приближенное решение нелинейного уравнения автогенератора
- 9.8. Автогенераторы с внутренней обратной связью
- 9.9. Автогенератор с линией задержки в цепи обратной связи
- 9.10. Действие гармонической ЭДС на цепи с положительной обратной связью. Регенерация
- 9.11. Действие гармонической ЭДС на автогенератор. Захватывание частоты
- 9.12. Угловая модуляция в автогенераторе
- 9.13. ЯС-генераторы

Глава 10. ЦЕПИ С ПЕРЕМЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

- 10.1. Общие характеристики цепей с переменными параметрами
- 10.2. Прохождение колебаний через линейные цепи с переменными параметрами. Передаточная функция
- 10.3. Модуляция как параметрический процесс
- 10.4. Определение импульсной характеристики параметрической цепи
- 10.5. Энергетические соотношения в цепи с нелинейным реактивным элементом при гармонических колебаниях
- 10.6. Принцип параметрического усиления колебаний
- 10.7. Схема замещения емкости или индуктивности, изменяющихся по гармоническому закону
- 10.8. Одноконтурный параметрический усилитель
- 10.9. Двухчастотный параметрический усилитель
- 10.10. Преобразование частоты с помощью нелинейного реактивного элемента
- 10.11. Свободные колебания в контуре с периодически изменяющейся емкостью
- 10.12. Параметрические генераторы

Глава 11. ВОЗДЕЙСТВИЕ СЛУЧАЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ НА НЕЛИНЕЙНЫЕ И ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

- 11.1. Общие замечания
- 11.2. Преобразование нормального процесса в безынерционных нелинейных цепях
- 11.3. Преобразование энергетического спектра в безынерционном нелинейном элементе
- 11.4. Воздействие узкополосного шума на амплитудный детектор
- 11.5. Совместное воздействие гармонического колебания и нормального шума на амплитудный детектор
- 11.6. Совместное воздействие гармонического колебания и нормального шума на частотный детектор
- 11.7. Взаимодействие гармонического колебания и нормального шума в амплитудном ограничителе с резонансной нагрузкой
- 11.8. Корреляционная функция и энергетический спектр случайного процесса в

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

параметрической цепи

11.9. Влияние мультипликативной помехи на закон распределения сигнала

Глава 12. СОГЛАСОВАННАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ СИГНАЛА НА ФОНЕ ПОМЕХ

12.1. Вводные замечания

12.2. Согласованная фильтрация заданного сигнала

12.3. Импульсная характеристика согласованного фильтра. Физическая осуществимость

12.4. Сигнал и помеха на выходе согласованного фильтра

12.5. Примеры построения согласованных фильтров

12.6. Формирование сигнала, сопряженного с заданным фильтром

12.7. Согласованная фильтрация заданного сигнала при небелом шуме

12.8. Фильтрация сигнала с неизвестной начальной фазой

12.9. Согласованная фильтрация комплексного сигнала

Глава 13. ДИСКРЕТНАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ. ЦИФРОВЫЕ ФИЛЬТРЫ

13.1. Вводные замечания

13.2. Алгоритм дискретной свертки (во временной области)

13.3. Дискретные преобразования Фурье

13.4. Погрешность дискретизации сигналов конечной длительности

13.5. Дискретные преобразования Лапласа

13.6. Передаточная функция дискретного фильтра

13.7. Передаточная функция рекурсивного фильтра

13.8. Применение метода g -преобразования для анализа дискретных сигналов и цепей

13.9. z -преобразование временных функций

13.10. z -преобразование передаточных функций дискретных цепей

13.11. Примеры анализа дискретных фильтров на основе метода z -преобразования

13.12. Преобразование аналог — цифра. Шумы квантования

13.13. Преобразование цифра — аналог и восстановление континуального сигнала

13.14. Быстродействие арифметического устройства цифрового фильтра. Шумы округления

Глава 14. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ НЕКОТОРЫМИ СПЕЦИАЛЬНЫМИ ФУНКЦИЯМИ

14.1. Введение

14.2. Ортогональные полиномы и функции непрерывного типа

14.3. Примеры применения непрерывных функций

14.4. Определение функций Уолша

14.5. Примеры применения функций Уолша

14.6. Взаимный спектр базисных функций двух различных ортогональных систем

14.7. Дискретные функции Уолша

Глава 15. ЭЛЕМЕНТА СИНТЕЗА ЛИНЕЙНЫХ РАДИОЦЕПЕЙ

15.1. Вводные замечания

15.2. Некоторые свойства передаточной функции четырехполюсника

15.3. Связь между амплитудно-частотной и фазочастотной характеристиками четырехполюсника

15.4. Представление четырехполюсника общего вида каскадным соединением элементарных четырехполюсников

15.5. Реализация типового звена второго порядка

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

- 15.6. Реализация фазокорректирующей цепи
- 15.7. Особенности синтеза четырехполюсника по заданной амплитудно-частотной характеристике
- 15.8. Синтез фильтра нижних частот. Фильтр Баттерворга
- 15.9. Фильтр Чебышева (нижних частот)
- 15.10. Синтез различных фильтров на основе исходного фильтра нижних частот
- 15.11. Чувствительность характеристик цепи к изменениям параметров элементов
- 15.12. Имитация индуктивности с помощью активной ДО-цепи. Гиратор
- 15.13. Некоторые особенности синтеза цифровых фильтров

Приложение 1. Сигнал с минимальным произведением длительности на полосу частот

Приложение 2. Корреляционная функция сигнала на плоскости время — частота

Список литературы

Условные обозначения

Предметный указатель

ПРЕДИСЛОВИЕ К ТРЕТЬЕМУ ИЗДАНИЮ

Общая направленность учебника по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы», положенная в основу первых двух изданий, сохранена и в настоящем издании. Однако книга коренным образом переработана в связи с необходимостью введения новых разделов, отображающих современное развитие техники радиочепей и сигналов.

Широкое распространение дискретных и цифровых радиоэлектронных систем не позволяет более ограничивать курс РТЦиС рамками только аналоговых цепей и сигналов.

Развитие техники интегральных микросхем, основанное на широком применении методов синтеза цепей, не позволяет ограничивать курс РТЦиС изучением только методов анализа цепей.

Наконец, стремительное проникновение статистических методов во все отрасли радиотехники и электроники требует более обстоятельного изучения свойств случайных сигналов и преобразования их радиочепях.

В свете этих требований и в соответствии с новой программой курса РТЦиС в учебник включены новые главы: «Основные характеристики случайных сигналов» (гл. 4), «Прохождение случайных колебаний через линейные цепи с постоянными параметрами» (гл. 7), «Дискретная обработка сигналов. Цифровые фильтры» (гл. 13), «Представление колебаний некоторыми специальными функциями», включая функций Уолша (гл. 14), «Элементы синтеза линейных радиочепей» (гл. 15). Заново написана гл. 5, посвященная теории линейных активных цепей с обратной связью.

Все остальные главы предыдущего издания подверглись методической переработке с учетом опыта преподавания курса РТЦиС и многочисленных замечаний, сделанных преподавателями радиотехнических специальностей вузов, а также многими радиоспециалистами.

Общепризнано, что наряду с усвоением необходимых знаний первостепенное значение

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

имеет развитие у студентов навыков к самостоятельной творческой работе. В соответствии с решениями XXV съезда КПСС о развитии научно-исследовательской работы в высших учебных заведениях все шире практикуется приобщение студентов к научной работе. Поэтому автор стремился сочетать изложение основных сведений, рассчитанных на первоначальное изучение и обязательных для всех студентов радиотехнической специальности, с изложением некоторых дополнительных, более сложных материалов, рассчитанных на студентов с повышенной подготовкой. Такие разделы выделены петитом. Незначительные сокращения, которые могут потребоваться в зависимости от уровня общетеоретической подготовки студентов, нетрудно осуществить без нарушения последовательности и целостности изучения настоящего курса.

Автор выражает искреннюю благодарность преподавателям кафедры ОРТ Московского энергетического института проф. Федорову Н. Н., доцентам Баскакову С. И., Белоусовой И. В., ассистенту Богаткину В. И., доценту Жукову В. П., старшему преподавателю Ивановой Н. Н., доцентам Каргашеву В. Г., Николаеву А. М., Поллаку Б. П., старшему преподавателю Штыкову В. В. за высококвалифицированное и подробное рецензирование рукописи этой книги. Большое число критических замечаний и ценных советов помогло существенно улучшить изложение всех глав учебника.

Автор выражает также свою благодарность зав. кафедрой ТПС Новосибирского электротехнического института связи доценту Чиненкову Л. А. за многочисленные ценные замечания по предыдущему изданию учебника.

Неоценимую помощь в работе над рукописью оказали преподаватели, сотрудники и аспиранты кафедры радиотехники МАИ. Всем им автор выражает глубокую благодарность.

[Скачать Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи и сигналы.](#) Учебник для вузов. Издание третье переработанное и дополненное. Москва, Издательство «Советское радио», 1977