

## Оглавление

### Введение

#### 1. Математический аппарат

- 1.1. Последовательности
  - 1.2. Разложение последовательностей в дискретный ряд Фурье
  - 1.3.  $z$ -преобразование
    - 1.3.1. Последовательности конечной длины
    - 1.3.2. Физически реализуемые последовательности
    - 1.3.3. Нереализуемые последовательности
    - 1.3.4.  $z$ -преобразование некоторых последовательностей
  - 1.4. Соотношение между  $z$ -преобразованием и Фурье-преобразованием последовательности
  - 1.5. Обратное  $z$ -преобразование
  - 1.6. Свойства  $z$ -преобразования
    - 1.6.1. Линейность
    - 1.6.2. Задержка
    - 1.6.3. Свертка последовательностей
    - 1.6.4. Перемножение последовательностей
    - 1.6.5. Одностороннее  $z$ -преобразование. Задержка физически реализуемых последовательностей
  - 1.7. Дискретное преобразование Фурье
    - 1.7.1. Связь между дискретным преобразованием Фурье и  $z$ -преобразованием
    - 1.7.2. Дискретное преобразование Фурье последовательностей конечной длины
    - 1.7.3. Эффекты наложения
  - 1.8. Свойства дискретного преобразования Фурье
    - 1.8.1. Линейность
    - 1.8.2. Сдвиг
    - 1.8.3. Свойства симметрии
  - 1.9. Свертка периодических последовательностей (круговая свертка)
  - 1.10. Линейная свертка конечных последовательностей
  - 1.11. Разностные уравнения
  - 1.12. Решение разностных уравнений с применением одностороннего  $z$ -преобразования
- Контрольные вопросы

#### 2. Цифровые сигналы и их спектры

- 2.1. Типовые периодические сигналы
    - 2.1.1. Последовательность показательных импульсов
    - 2.1.2. Косинусоидальное колебание
    - 2.1.3. Последовательность прямоугольных импульсов
    - 2.1.4. Последовательность прямоугольных радиоимпульсов
  - 2.2. Типовые непериодические сигналы
    - 2.2.1. Показательный импульс
    - 2.2.2. Прямоугольный импульс
    - 2.2.3. Прямоугольный радиоимпульс
    - 2.2.4. Цифровой единичный импульс
    - 2.2.5. Единичный скачок
  - 2.3. Соотношения между спектрами непрерывных и цифровых сигналов
- Контрольные вопросы

#### 3. Цифровые цепи

- 3.1. Линейные цифровые цепи с постоянными параметрами
- 3.2. Физическая реализуемость. Устойчивость
- 3.3. Частотная характеристика. Геометрическая интерпретация
- 3.4. Способы построения цифровых цепей
  - 3.4.1. Прямая форма I
  - 3.4.2. Прямая форма II
  - 3.4.3. Каскадная форма
  - 3.4.4. Параллельная форма
- 3.5. Структурные схемы цепей без полюсов
- 3.6. Нерекурсивная цепь первого порядка
  - 3.6.1. Частотные свойства

- 3.6.2. Временные характеристики
- 3.7. Рекурсивная цепь первого порядка
  - 3.7.1. Частотные свойства
  - 3.7.2. Временные характеристики
- 3.8. Нерекурсивная цепь второго порядка
  - 3.8.1. Частотные свойства
  - 3.8.2. Временные характеристики
- 3.9. Рекурсивная цепь второго порядка
  - 3.9.1. Частотные свойства
  - 3.9.2. Временные характеристики
- Контрольные вопросы
- Оглавление

- 4. Изменение частоты дискретизации цифровых сигналов
  - 4.1. Децимация цифровых сигналов
    - 4.1.1. Соотношение вход-выход всей системы децимации
    - 4.1.2. Реализация системы децимации
  - 4.2. Интерполяция цифровых сигналов
    - 4.2.1. Соотношение вход-выход всей системы интерполяции
    - 4.2.2. Реализация системы интерполяции
- Контрольные вопросы

- 5. Случайные сигналы и процессы дискретного времени
  - 5.1. Виды случайных последовательностей
  - 5.2. Характеристики случайных последовательностей
    - 5.2.1. Функция распределения вероятностей случайной последовательности
    - 5.2.2. Плотность распределения вероятностей непрерывной случайной последовательности. Распределение вероятностей дискретной случайной последовательности
    - 5.2.3. Среднее значение (математическое ожидание) случайной последовательности
    - 5.2.4. Дисперсия случайной последовательности
    - 5.2.5. Корреляционная функция случайной последовательности
    - 5.2.6. Ковариационная функция случайной последовательности
  - 5.3. Стационарные случайные последовательности
  - 5.4. Энергетический спектр стационарной случайной последовательности. Теорема Винера–Хинчина
  - 5.5. Примеры случайных последовательностей
    - 5.5.1. Гауссовская стационарная случайная последовательность
    - 5.5.2. Белый шум дискретного времени
  - 5.6. Воздействие случайных последовательностей на линейные цифровые цепи
  - 5.7. Связь между характеристиками случайных последовательностей на входе и выходе цифровой цепи
- Контрольные вопросы

- 6. Эффекты квантования цифровых сигналов
  - 6.1. Представление чисел в двоичной системе счисления
  - 6.2. Усечение и округление чисел
  - 6.3. Квантование сигнала
  - 6.4. Аналого-цифровое преобразование сигналов
  - 6.5. Цифро-аналоговое преобразование сигналов
- Контрольные вопросы

- 7. Эффекты квантования в цифровых цепях
  - 7.1. Реакция идеальной цифровой цепи на шум квантования
  - 7.2. Квантование арифметических операций в БИХ-цепях
  - 7.3. Ограничения, вызванные переполнением, и отношение сигнал/шум
  - 7.4. Квантование арифметических операций в КИХ-цепях
  - 7.5. Нелинейные колебания, вызванные квантованием и переполнением
  - 7.6. Квантование коэффициентов цепей
  - 7.7. Техническая реализация цифровых цепей
- Контрольные вопросы

Приложения

Принятые сокращения

Литература