

БАЛТИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени И. КАНТА

РАЗДЕЛ II

**МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ.
МОДУЛЯЦИЯ, ДЕТЕКТИРОВАНИЕ И ДЕМОДУЛЯЦИЯ СИГНАЛОВ**

к.т.н. Олег Романович Кивчун

**Калининград
2013**

ЛЕКЦИЯ № 20

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ АНАЛОГОВОГО СИГНАЛА В ЦИФРОВОМ ВИДЕ

1. Структурная схема СПИ с использованием устройств ЦОС.
2. Спектр дискретного сигнала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

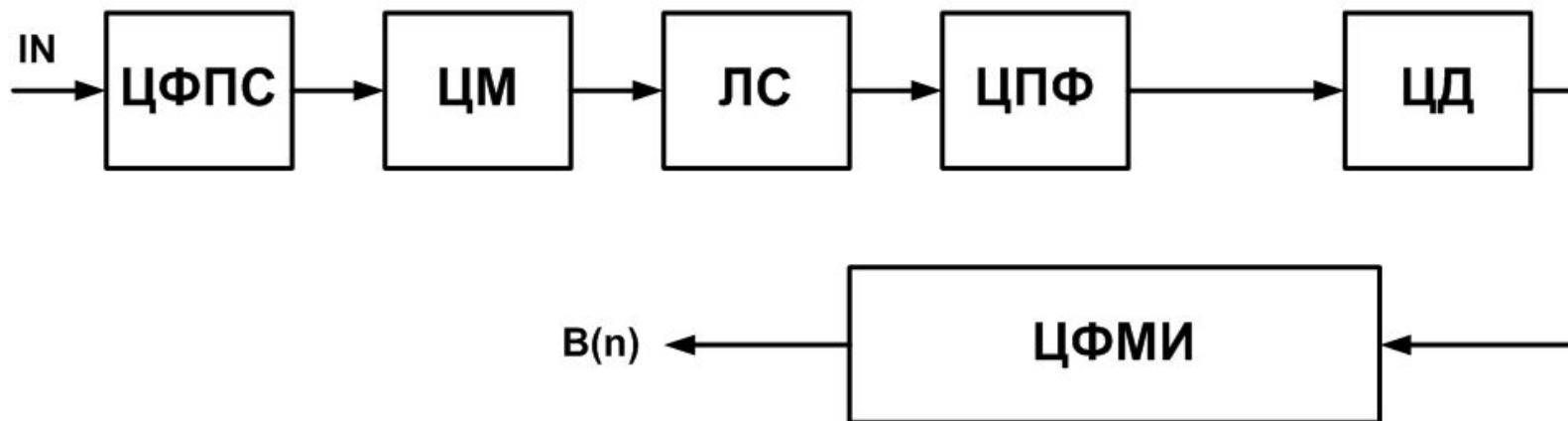
1. Теория электрической связи: Учеб. Для вузов / А.Г. Зюко, Д. Д. Кловский, В.И. Коржик, М. В. Назаров; Под ред. Д. Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 1998. – 433 с.

Дополнительная:

1. Прокис Дж. Цифровая связь: Пер. с англ. / Под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 2000. – 800 с.
2. Бернард Скляр. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1104 с.
3. Сухоруков А.С. Теория электрической связи: Конспект лекций. Часть 1. – М.: МТУСИ, ЦЕНТР ДО, 2002. – 65 с.

1. Структурная схема системы передачи информации с использованием устройств ЦОС

ПЕРЕДАЧА СООБЩЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦОС



ЦФПС – цифровой формирователь первичного сигнала; ЦМ - цифровой модулятор;
 ЦПФ – цифровой полосовой фильтр; ЦД – цифровой детектор;
 ЦФМИ – цифровой фильтр нижних частот.

Под ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКОЙ СИГНАЛОВ (ЦОС) понимают операции над дискретными по времени величинами (отсчетами сигналов).

Сигналы на входе и выходе СПИ с ЦОС дискретны не только во времени, но и по уровню, т.е. являются цифровыми сигналами.

СИСТЕМЫ С ЦОС имеют преимущества перед аналоговой обработкой:

- более высокая точность обработки сигналов по сложным алгоритмам;
- возможность гибкой перестройки алгоритмов;
- высокая технологичность изготовления устройств ЦОС;
- автоматизация проектирования ЦОС.

2. Спектр дискретного сигнала

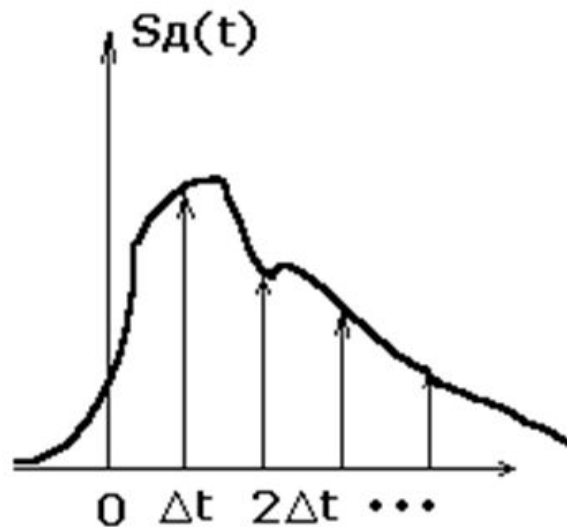
ДИСКРЕТИЗИРОВАННЫЙ СИГНАЛ

Дискретный же сигнал является последовательностью чисел, поэтому для анализа его спектра обычными (аналоговыми) средствами необходимо сопоставить этой последовательности некоторую функцию. Традиционным способом такого сопоставления является представление отчетов в виде дельта-функций с соответствующими множителями и задержками.

Для последовательности отчетов $\{X(k)\}$ получается следующий сигнал:

$$S(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} X(k)\sigma(t - k); \quad S^0(w) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} X(k)e^{-jwk \Delta t}; \quad S^0(W + 2\pi) = S^0(W)$$

Дискретизированный сигнал в виде последовательностей дельта-функций



Дискретизированный сигнал в виде последовательностей дельта-функций

$$S_d(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} S(k\Delta t)\sigma(t - k\Delta t);$$

Так как функция $S(t - k\Delta t)$ равна нулю всюду, кроме момента данного выражения константа $S(k\Delta t)$ на исходный непрерывный сигнал $S(t)$.

$$S_d(t) = S(t) \sum_{k=-\infty}^{\infty} \sigma(t - k\Delta t)$$

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДС ПРИ ЦОС

Коэффициенты ряда Фурье

$$C_n^0 = \frac{1}{\Delta t} \int_{-\Delta t/2}^{\Delta t/2} \sigma(t) e^{-jw\Delta t} dt = \frac{1}{\Delta t}$$

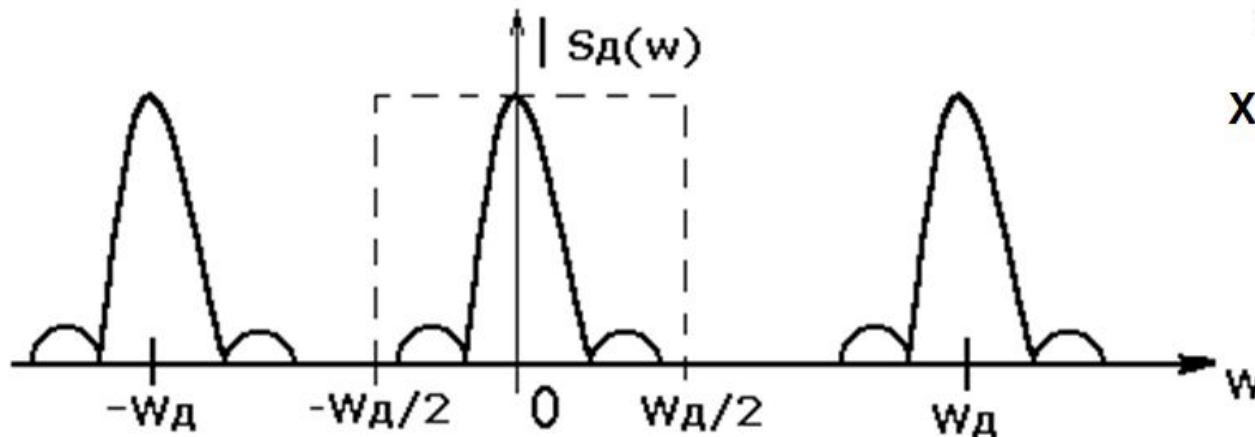
Комплексный ряд Фурье

$$\sum_{k=-\infty}^{\infty} \sigma(t - k\Delta t) e^{jkw\Delta t} = \frac{1}{\Delta t} \sum_{k=-\infty}^{\infty} e^{jkw\Delta t}$$

Умножение сигнала на $\exp^{jw\Delta t}$ соответствует сдвигу спектральной функции на W_d , поэтому спектр дискретизированного сигнала можно записать в виде:

$$S_d(w) = \frac{1}{T} \sum_{n=-\infty}^{\infty} s\left(w - \frac{2\pi n}{\Delta t}\right)$$

Спектр дискретизированного сигнала



Z – преобразование

$$X(z) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} X(k) \times z^{-k}$$

Z – преобразование импульсной характеристики дискретной системы является дробно-рациональной.

ВЫЧИСЛЕНИЕ Z-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Единичная импульсная функция

ЕИФ – является дискретным аналогом дельта-функции и представляет собой одиночный отсчёт с единичным значением:

$$X_0(k) = \begin{cases} 1, k = 0; \\ 0, k \neq 0, \end{cases} \quad X_0(z) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} X_0(k) \times z^{-k} = 1 \times z^{-0} = 1$$

Функция $X_0(z)$ сходится на всей комплексной плоскости.

Единичный скачок

$$X(k) = \begin{cases} 1, k < 0, \\ 0, k > 0; \end{cases} \quad X(z) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} X(k) \times z^{-k} = \sum_{k=0}^{\infty} 1 \times z^{-k}$$

Данный ряд является суммой бесконечной геометрической прогрессии с первым членом $1 \times z^0 = 1$ и знаменателем z^{-1} .

Как известно, такой ряд сходится при $|z^{-1}| < 1$, то есть при $|z| > 1$, и его сумма равна: $X(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$

Алгоритм быстрого преобразования Фурье

$$X(n) = \sum_{k=0}^{n-1} X(k) \times \exp\left(-j \frac{2\pi nK}{N}\right) \quad \text{где } N \text{ – период.}$$

Таким образом, в результате изучения лекции № 20 удалось сделать следующие выводы:

- устройства ЦОС имеют преимущества перед устройствами обработки сигналов в непрерывном времени;**
- спектр дискретного сигнала является периодической функцией частоты дискретизации;**
- существуют методы быстрого преобразования Фурье, позволяющие существенно сократить число операций, выполняемых при расчете ЦФ спектральными методами;**
- системы цифровой связи становятся всё более привлекательными вследствие постоянно растущего спроса из-за того, что цифровая передача предлагает возможности обработки информации, не доступные при использовании аналоговой информации.**

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прокис Дж. Цифровая связь: Пер. с англ. / Под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 2000. – 800 с.
2. Бернард Скляр. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1104 с.
3. Сухоруков А.С. Теория электрической связи: Конспект лекций. Часть 1. – М.: МТУСИ, ЦЕНТР ДО, 2002. – 65 с.
4. Сухоруков А.С. Теория цифровой связи: Учебное пособие. Часть 2. – М.: МТУСИ, 2008. – 53 с.
5. Аджемов А.С. Мир информационной реальности. – М.: ИРИАС, 2006. – 296 с.
6. Каганов В.И., Битюков В.К. Основы радиоэлектроники и связи: Учеб. пособие для вузов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 542 с.
7. Стеценко О.А. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник. – М.: Высш. шк., 2007. – 432 с.
8. Санников В.Г. Сборник задач по курсу «Теория электрической связи»: Учеб. пособие. Часть 1. – М.: МТУСИ, 1992. – 62 с.
9. Санников В.Г. Сборник задач по курсу «Теория электрической связи»: Учеб. пособие. Часть 2. – М.: МТУСИ, 2001. – 65 с.
10. Санников В.Г. Дифференциальная импульсно-кодовая модуляция: Учеб. пособие. – М.: МТУСИ, 2006. – 56 с.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!