


Цифровая обработка сигналов и изображений

установочная лекция

Ассистент кафедры ЭВМ
Лукашевич
Марина Михайловна



План изучения дисциплины

5 курс

9 семестр – зачет

6 часов лекций (2 + 4)

8 часов лабораторных работ (4 + 4)

10 семестр – экзамен

6 часов лекций (2 + 4)

4 часа лабораторных работ

Список литературы

1. Гольденберг Л.М. Цифровая обработка сигналов: Справочник/ Л.М. Гольденберг, Б.Д. Матюшкин, М.Н.Поляк. – М.: Радио и связь, 1985. – 312 с.
2. Ахмед Н., Рао К.Р. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов: Пер. с англ./Под ред. И.Б. Фоменко. – М.: Связь, 1980. – 248 с.
3. Айфичер, Э., Джервис, Б. Цифровая обработка сигналов: практический подход, 2-е издание. : Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 992 с.
4. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. – 384 с.
5. Садыхов Р.Х., Лукашевич М.М. Лабораторный практикум по дисциплинам «Цифровая обработка сигналов и изображений» и «Методы и средства обработки изображений» для студентов специальностей 40 02 01 «Вычислительные машины, системы и сети» и 40 01 01 «Программное обеспечение информационных технологий» всех форм обучения. В двух частях. Часть 1.
6. Садыхов Р.Х., Лукашевич М.М. Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «Цифровая обработка сигналов и изображений» для студентов специальности «Вычислительные машины, системы и сети».

Контрольная работа

- Теоретическая часть – 2 вопроса
- Практическая часть – для заданного сигнала написать программу, реализующую алгоритм БПФ (прямое и обратное преобразования)

Консультации для заочников

1-я, 3-я календарные субботы месяца
9.00-11.00 ауд. 507-5

Вопросы к зачету

1. Типы сигналов. Связь между сигналами различных типов.
2. Задачи анализа и синтеза сигналов.
3. Представление сигнала с помощью ортогональных функций.
4. Функция взаимной корреляции. Функция автокорреляции.
5. Комплексный ряд Фурье. Преобразование Фурье.
6. Частота Найквиста. Теорема Найквиста-Шеннона.
7. Определение дискретного преобразования Фурье (ДПФ) и обратного дискретного преобразования Фурье (ОБПФ).
8. Свойства ДПФ (теорема линейности, теорема комплексной сопряженности, теорема сдвига, теорема свертки, теорема корреляции).
9. Теорема корреляции.
10. Теорема свертки.
11. Теорема Парсеваля.
12. Вычислительная сложность ДПФ.
13. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ) с децимацией во временной области.
14. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ) с децимацией в частотной области.
15. Обратное быстрое преобразование Фурье.
16. Вычислительные преимущества БПФ.
17. Схемы вычисления свертки и корреляции на основе БПФ.
18. Двумерное ДПФ и БПФ.
19. Анализ линейной системы (связь между входным и выходным сигналами, импульсный отклик, представление системы в частотной области).
20. Класс несинусоидальных ортогональных функций (функции Радемахера, функции Хаара, функции Уолша).
21. Код Грея.
22. Преобразование Уолша.
23. Преобразование Уолша-Адамара (Адамара).
24. Алгоритм быстрого преобразования Уолша-Адамара.
25. Дискретное косинусное преобразование (ДКП). Применение ДКП: сжатие изображений (алгоритм JPEG).
26. Вейвлет- преобразование. Принцип неопределенности Гейзенберга.
27. Кратномасштабный анализ.
28. Схема JPEG сжатия изображения.

Цифровая обработка сигналов (Digital Signal Processing)

- **Физический смысл** – сигнал создается определенным процессом, протекающим во времени.
- Важнейшие формы **аналитического выражения** сигнала – представление записи этого сигнала с помощью колебаний или спектра (временное или частотное представление). С физической точки зрения сигнал.

Особый интерес представляют следующие типы сигналов:

- речь;
- биомедицинские сигналы;
- звуки и музыка;
- видео- и телеизображения;
- сигналы радаров, которые исследуют заданный диапазон и пеленгуют отдаленные цели.

Области применения ЦОС

- Обработка изображений
 - распознавание образов;
 - машинное зрение;
 - улучшение изображения;
 - спутниковые карты погоды;
 - анимация.
- Инструментальные средства/контроль
 - спектральный анализ;
 - контроль положения и скорости;
 - снижение шума;
 - сжатие информации.
- Речь/аудио
 - распознавание речи;
 - синтез речи;
 - озвучивание текста;
 - цифровые аудиосистемы.
- Военные цели
 - безопасная связь;
 - работа с радарными;
 - управление ракетами.
- Телекоммуникации
 - устранение эха;
 - расширение спектра;
 - видеоконференц-связь.
- Биомедицина
 - наблюдение за пациентами;
 - сканеры;
 - карты электроэнцефалограммы мозга;
 - анализ кардиограмм;
 - хранение (улучшение) рентгеновских снимков.
- Потребительские цели
 - цифровые сотовые мобильные телефоны;
 - универсальная мобильная система связи;
 - цифровое телевидение;
 - цифровые камеры;
 - телефонная связь, музыка и видео через Internet;
 - цифровые автоответчики, факсы и модемы;
 - системы голосовой почты и т.д.

Задачи анализа и синтеза сигналов

Колебание $s(t)$ описывает сигнал как функцию от времени.

Сигнал можно рассматривать как совокупность элементарных функций $\eta_k(t)$, умноженных на коэффициент C_k и $\{\eta_k(t)\}$ составляющих систему функций определенного типа:

$$s(t) = \sum_{k=0}^{\infty} C_k \eta_k(t) \quad (1)$$

Система функций носит название базисной системы, а представление сигнала в виде (1) называется разложением сигнала по системе базисных функций.

Основными задачами теории сигналов являются:

- анализ сигналов (изучение их свойств);
- синтез сигналов (нахождение сигнала, обладающего заданными свойствами).

Прямое и обратное преобразования Фурье

$x(t)$ – исходная функция времени

Прямое преобразование Фурье

(отображение исходной функции времени в спектральную область)

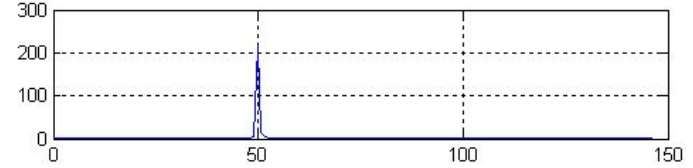
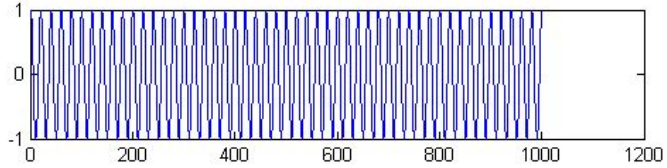
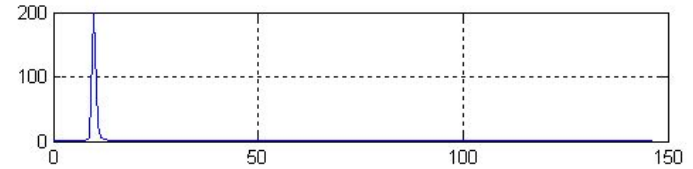
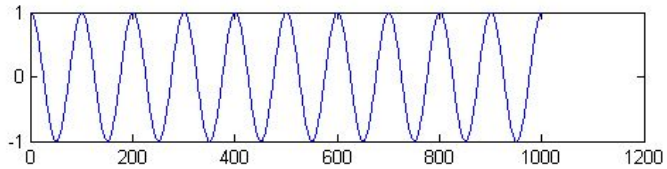
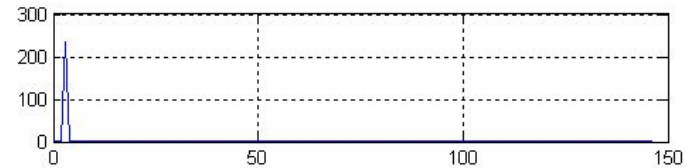
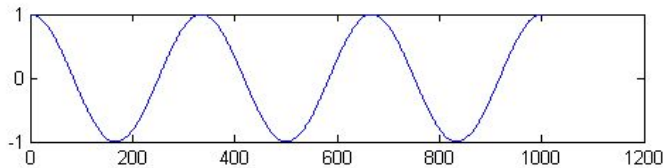
$$x(j\omega) = \int_0^{\infty} x(t)e^{-j\omega t} dt$$

Обратное преобразование Фурье

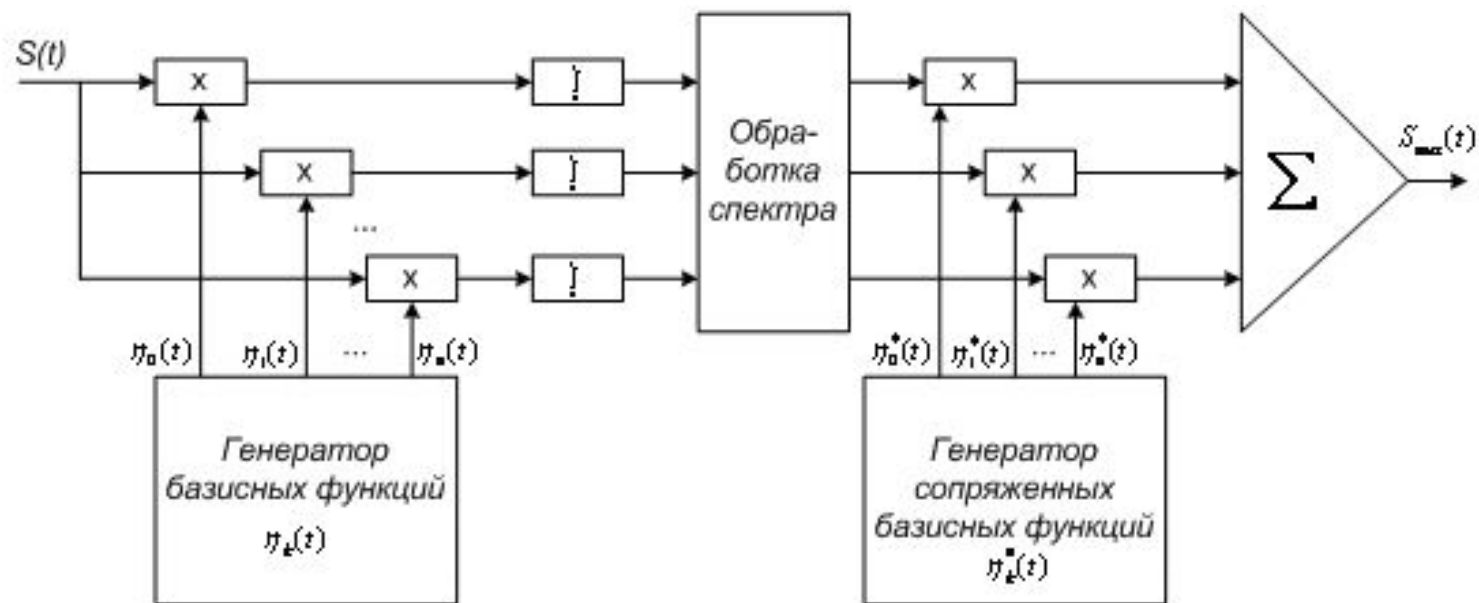
(восстановление функции по её спектру)

$$x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} x(j\omega)e^{j\omega t} d\omega$$

Пример: преобразование Фурье



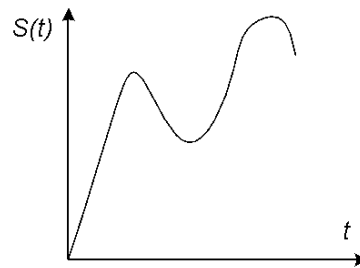
Задачи анализа и синтеза сигналов (структура)



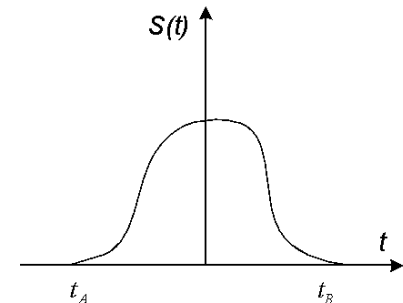
Классификация сигналов

Сигнал:

- случайный;
- детерминированный.



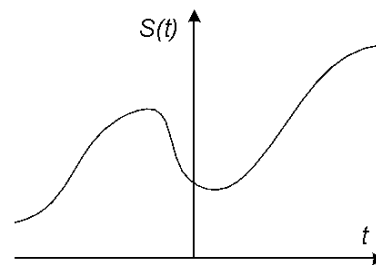
Каузальное колебание



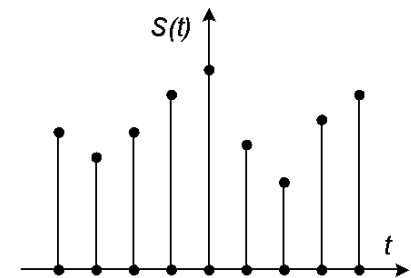
Финитное колебание

Колебания:

- каузальное;
- периодическое;
- финитное;
- непрерывное;
- дискретное;



Непрерывное колебание



Дискретное колебание

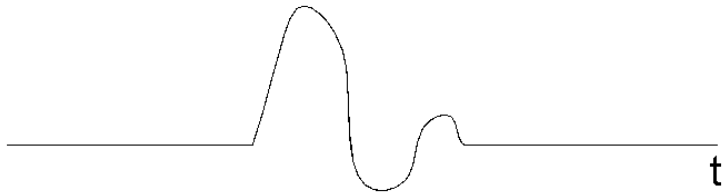
Ортогональные функции

Множество непрерывных функций действительного переменного $\{U_n(t)\} = \{U_0(t), U_1(t), \dots\}$ называется ортогональным на интервале $[t_0, t_0 + T]$, если

$$\int_{t_0}^{t_0+T} U_m(t)U_n(t)dt = \begin{cases} c, \forall m = n, \\ 0, \forall m \neq n \end{cases}$$

При $c = 1$ множество $\{U_n(t)\}$ называется ортонормированным.

Семейство преобразований Фурье



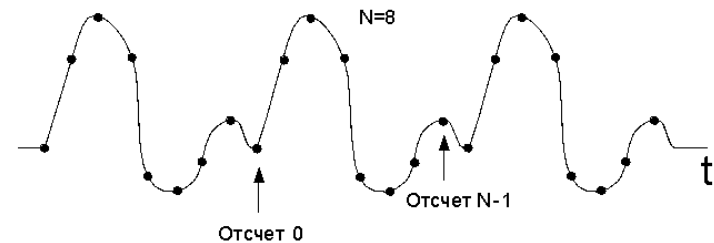
Преобразование Фурье : сигнал непрерывный и аperiodический



Ряды Фурье: сигнал непрерывный и периодический

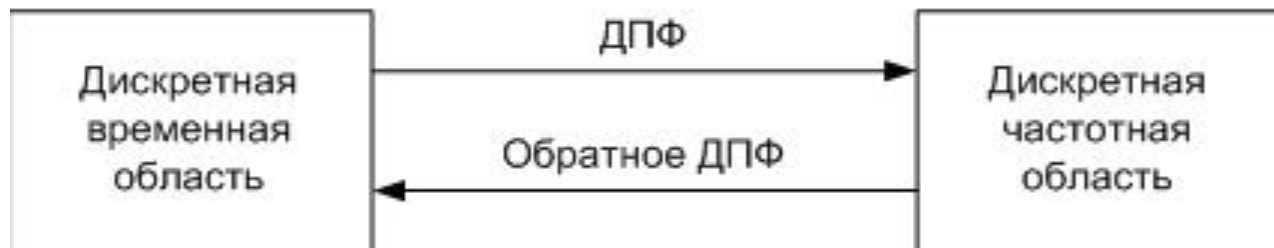


Дискретные ряды Фурье : сигнал дискретный и аperiodический



Дискретное преобразование Фурье : (дискретные ряды Фурье) сигнал дискретный и периодический

Основная идея дискретного преобразования Фурье



Пара преобразований Фурье

$$C_x(k) = \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} X(m)W^{km}$$

$$X(m) = \sum_{k=0}^{N-1} C_x(k)W^{-km}$$

Основные свойства ДПФ

- Теорема линейности
- Теорема комплексной сопряженности
- Теорема сдвига
- Теорема свертки
- Теорема корреляции