План лекции

- Информационные источники
- Историческая справка
- Предмет курса и основные разделы ЦОС
- Аппаратная и программная реализация алгоритмов

Информационные источники

- В.В. Крюков. Цифровая обработка сигналов. Конспект лекций. Влад. ВГУЭС. 1998.
- Крюков В.В., Широбокова К.И. Учебное пособие к лабораторному практикуму по дисциплине.- Влад., ДВГТИ, 1995.
- Л. Рабинер, Б. Гоулд. Теория и применение цифровой обработки сигналов: Пер. с английского - М.: Мир, 1978.
- С.Л.Марпл-мл. Цифровой спектральный анализ и его приложения: Пер. с английского - М.: Мир, 1990.
- У.М. Сиберт. Цепи, сигналы, системы: Перевод с английского - М.: Мир, 1988 г. С.252.
- Лекции по DSP (Digital Signal Processing), университет Карнеги, кафедра компьютерной техники. http://www.ece.cmu.edu/~ee791/
- Лекции по Сбору данных, Спектральному анализу, фильтрам и фильтрации: «Научное и техническое руководство по обработке сигналов» http://www.dspguide.com
- Курс «Введение в DSP». http://bores.com/courses/intro
- Курс в Аванте – http://avanta.vvsu.ru

Историческая справка

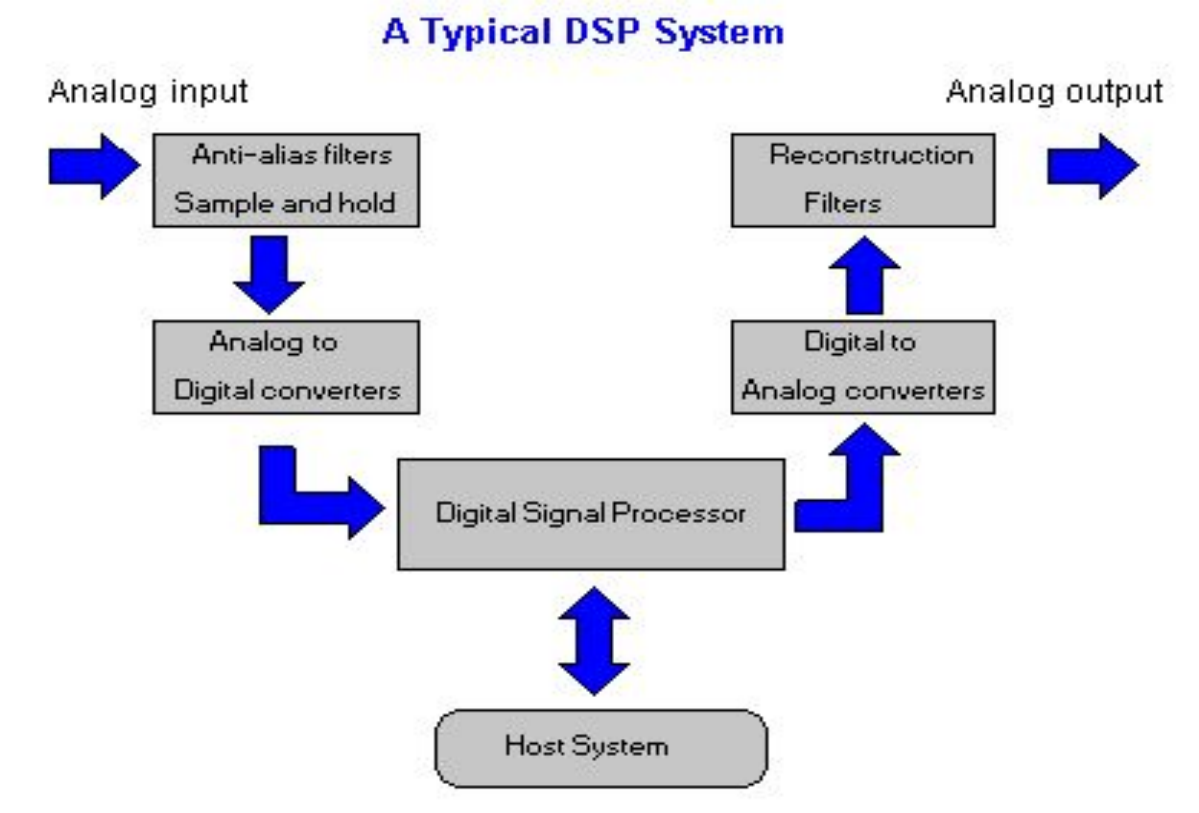
- 40-е годы: исследование сотрудниками фирмы **Bell Telephone** возможности использования цифровых элементов для создания фильтров
- 50-е годы: в **Массачусетском технологическом институте** были исследованы принципы дискретизации колебаний и возникающие при этом эффекты, а так же вопросы применения в радиоэлектронике математического аппарата теории Z-преобразования
- Кайзер (фирма Bell) показал, как можно рассчитывать цифровые фильтры с нужными характеристиками, используя билинейное преобразование
- 60-е годы: начала формироваться теория цифровой обработки сигналов (ЦОС)
- 1965 г. - опубликована статья Кули и Тьюки о быстром методе вычисления дискретного преобразования Фурье, давшая мощный толчок развитию этого нового технического направления - **цифровой спектральный анализ**

Историческая справка

- **70-е годы**: оценены потенциальные возможности интегральных микросхем, что позволило представить полную систему обработки сигналов, для которой наилучшая техническая реализация была бы именно цифровой
- Современная тенденция развития ЦОС - усилением взаимодействия нескольких областей: анализа сигналов, теории систем, статистических методов и вычислительной математики.
- **Революция в технологии сверхбольших интегральных схем** (СБИС) способствовала слиянию областей разработки интегральных схем для вычислительной техники и обработки сигналов
- **В начале 80-х** годов фирмами Texas Instruments, IBM, Analog Devices, Motorola, AT&T были выпущены СБИС (их стали называть **цифровые процессоры сигналов** – DSP, Digital Signal Processing) со специальной архитектурой и набором команд для построения систем цифровой обработки сигналов

Предмет курса

Типовая блок-схема устройства ЦОС



Предмет курса

- **Основные преимущества систем ЦОС** по сравнению с традиционными аналоговыми устройствами:

✔ точность обработки и повторяемость параметров при тиражировании;

✔ стабильность характеристик и высокая помехоустойчивость;

✔ простота модификации алгоритмов обработки;

✔ слабая зависимость цены аппаратной части от сложности алгоритма обработки;

✔ простота обслуживания и настройки.

- **Недостатки систем ЦОС:**

✔ ограниченный частотный диапазон обрабатываемых сигналов;

✔ ограниченный динамический диапазон (с появлением 32-х разрядных устройств этот недостаток преодолен);

✔ наличие шумов квантования.

Предмет курса

- **Определение.** Цифровая обработка сигналов - отдельная область знаний, которая описывает методы сбора и обработки цифровых сигналов, а также способы построения процессорных систем, предназначенных для обработки цифровых сигналов.
- **С практической точки зрения ЦОС -** это одна из наиболее мощных технологий, которая будет определять методы сбора и обработки информации, а значит развитие электронной техники в 21 веке.

Направления развития ЦОС

- развитие эффективных алгоритмов обработки с целью уменьшения времени выполнения операций ЦОС, повышения точности результатов, улучшения качественных характеристик систем ЦОС;
- развитие операционных сред, в том числе операционных систем реального времени, для решения прикладных задач;
- внедрение методов ЦОС в изделия массового спроса (мобильная телефония, звуковая и видео запись/воспроизведение, телевизионная техника);
- создание универсальных ЦОС процессоров с целью внедрения методов ЦОС в коммерческие приложения (телекоммуникация, обработка речи, изображений, сжатие данных, мультимедиа, медицина).

Основные разделы ЦОС

Аппаратная и программная реализация

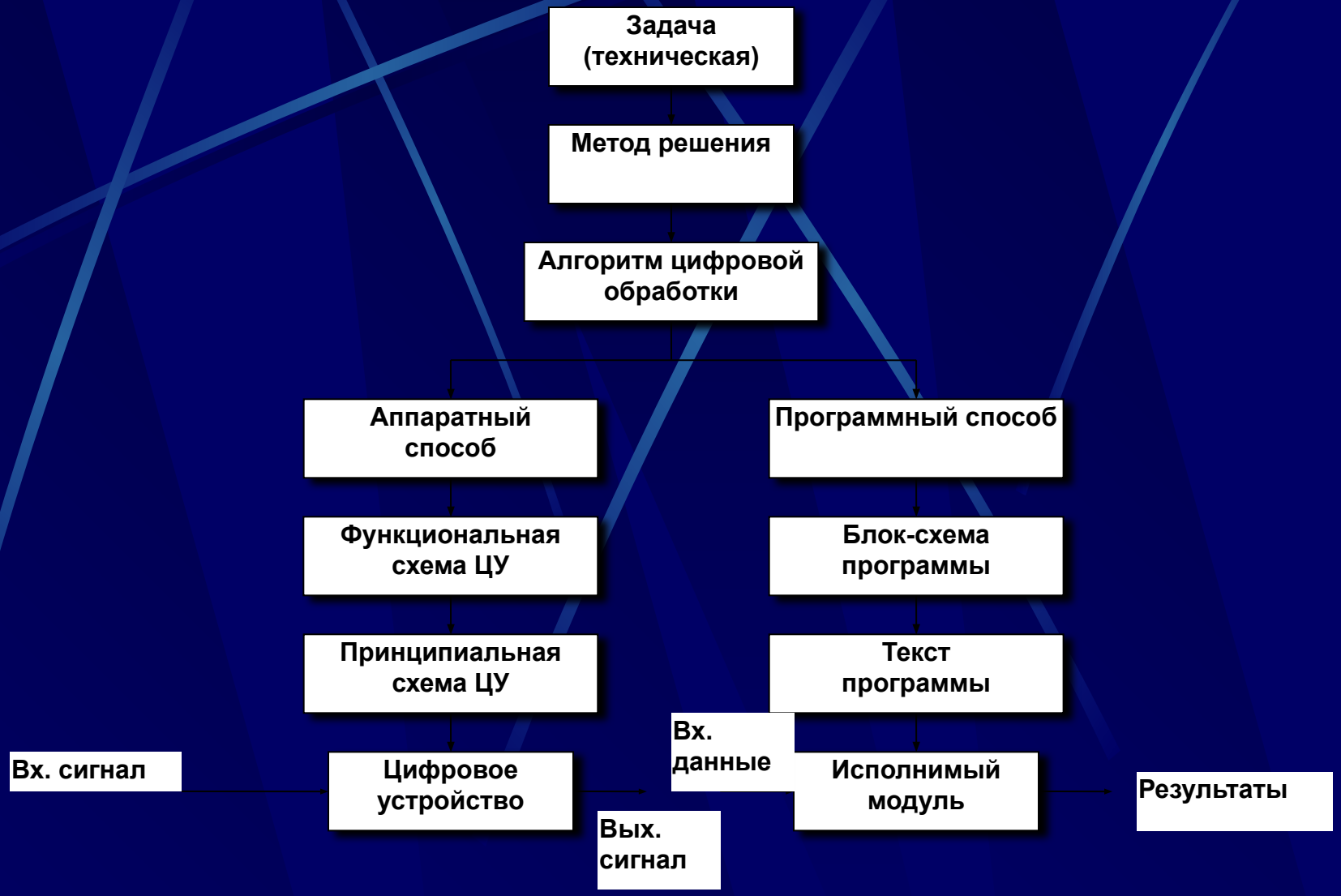
Особенности аппаратной реализации ЦУ:

- автономность ЦУ;
- целесообразна при большом количестве изделий;
- производительность потенциально выше, чем при программной реализации;
- проблемы с конечной разрядностью операционных устройств.

Особенности программной реализации на базе универсальных компьютеров и DSP:

- гибкость систем;
- задачи ЦОС решаются комплексно (обработка, хранение результатов, графический анализ);
- нет проблем с разрядностью операционных устройств

Этапы построения систем ЦОС



Вводные сведения по комплексной арифметике

- Квадратный корень от -1 принято обозначать символом *j*, т.е.
- Комплексное число *c* может быть записано в виде

c = a + jb, где *a и b* - вещественная и мнимая части числа *c*

Re [*c*] = вещественная часть от *c* = *a*

Im [*c*] = мнимая часть от *c* = *b*

- Если *a, b, g, h* являются вещественными числами, то сложение, умножение и деление комплексных чисел *(a + jb)* и *(g + jh)* выполняется по следующим формулам
- (a + jb) + (g + jh) =
- (a + jb) x (g + jh) =

Вводные сведения по комплексной арифметике

Операция комплексного сопряжения и произведение комплексного числа на комплексно сопряженное определяются

$c^* = \mathrm{Re}[c] - j\mathrm{Im}[c]$

$cc^* = (a + jb)(a - jb) = a^2 + b^2$

Комплексное число *(a + jb)* может быть представлено в полярных координатах *r* и θ

$$z_2 = r_2 \exp(j\phi_2)$$

$$z_1 = r_1 \exp(j\phi_1)$$

$$z = r_1 r_2 \exp(j(\phi_1 + \phi_2))$$

$$(z_1 + z_2)^* = z_1^* + z_2^*$$

$$zz^* = |z|^2$$

$$|z^*| = |z|$$

$$(z^*)^* = z$$

$$|c| = |a + jb| = \sqrt{cc^*} = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$e^{jx} = \exp(jx) = \cos x + j\sin x$$

$$z = z^* \text{ Ы } y = 0$$

$$r = |a + jb|, \quad \theta = \arctan(b/a)$$

$$a + jb = r\exp(j\theta)$$

$$(z_1 z_2)^* = z_1^* z_2^*$$

$$z - z^* = 2jy$$

$$z = \frac{z_1}{z_2} = \frac{r_1}{r_2}\exp(j(\phi_1 - \phi_2))$$

$$\arg z^* = -\arg z$$

$$(z_1 / z_2)^* = z_1^* / z_2^*$$

$$z + z^* = 2x$$