

Сопроцессор

Лекция № 6

- **Взаимодействие ПЭВМ и сопроцессора**
- **Особенности программирования ПЭВМ с сопроцессором**
- **Форматы данных, система команд**

Сопроцессор

Сопроцессор – это специализированная интегральная схема, которая работает в содружестве с ЦП, но менее универсальна.

Принципиальное отличие процессора от сопроцессора – *только у ЦП есть счетчик команд.*

Способы обмена информацией между ЦП и сопроцессором:

1. Через прямое соединение входных и выходных портов.
2. С обменом через память.

Математический сопроцессор

Предназначен для:

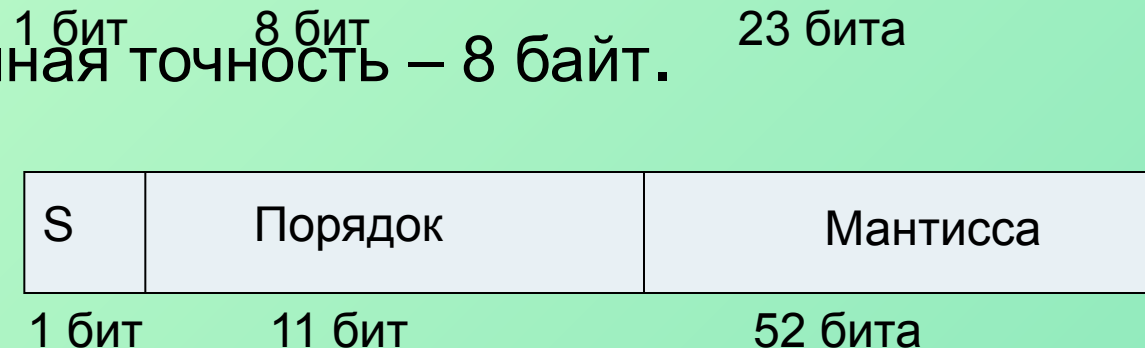
1. Быстрого выполнения арифметических операций с плавающей точкой.
2. Содержит набор констант: 0 , 1 , $\log_2 10$, $\log_2 e$, $\log_e 2, \dots$.
3. Может выполнять трансцендентные операции: tg , arctg , 2^{x-1} , $y \log_2 x$,

Форматы чисел с плавающей точкой

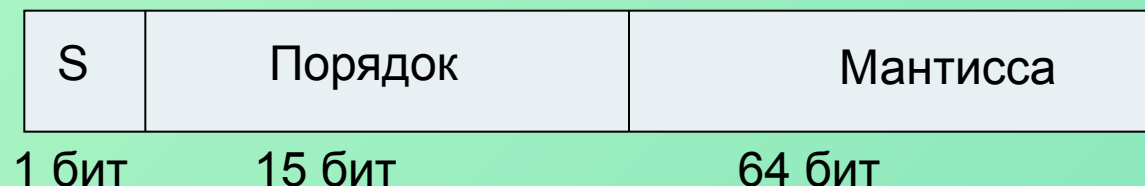
1. Одинарная точность – 4 байта.



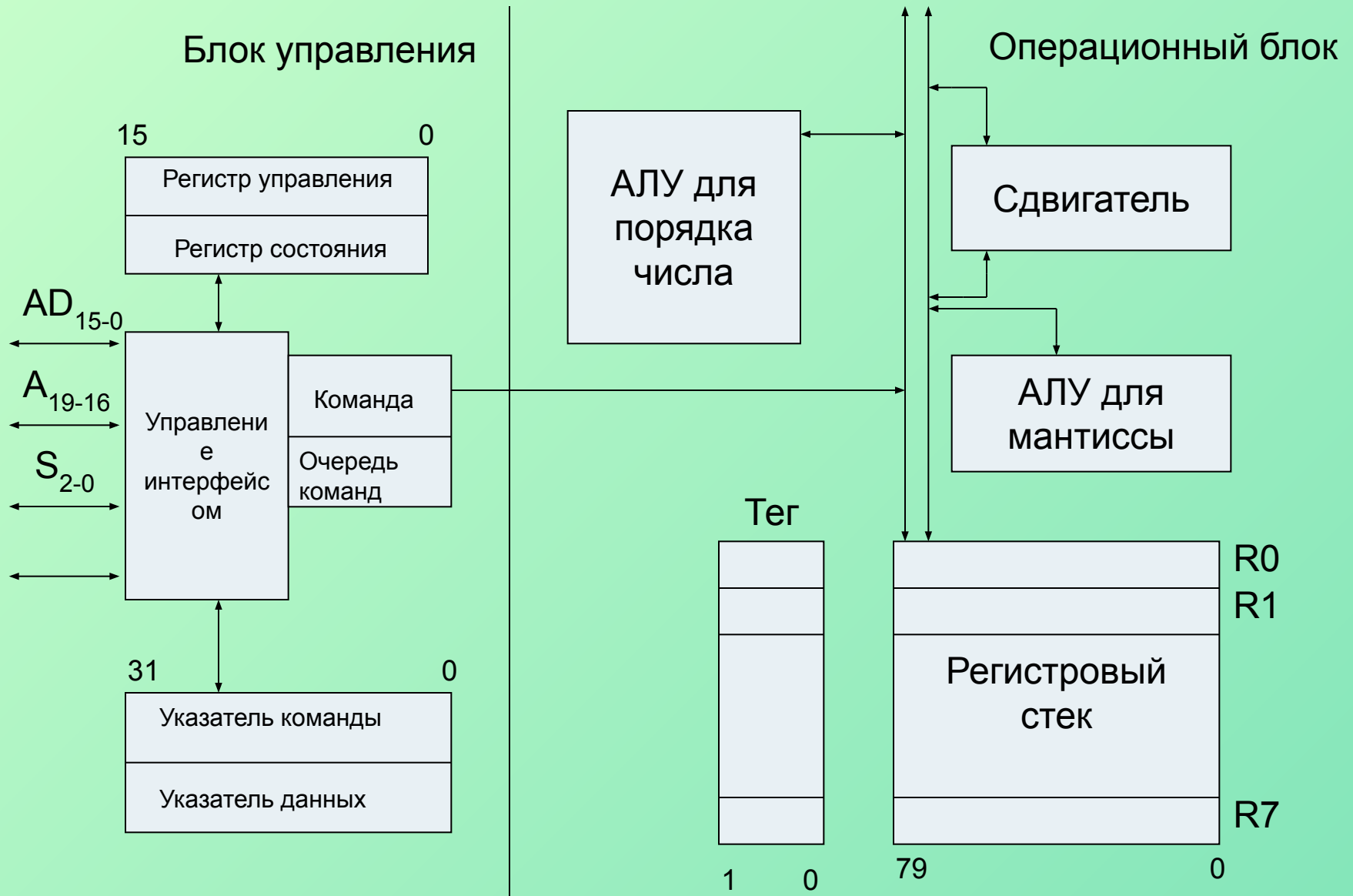
2. Двойная точность – 8 байт.



3. Тройная (расширенная) точность – 10 байт



Структура сопроцессора 8087



Структура сопроцессора 8087

В 1980 году сопроцессор 8087 был реализован как отдельный элемент по стандарту института электрических и электронных разработок IEEE.

Регистр управления – содержит биты масок особых случаев (маска переполнения, деления на 0).

- PC – поле управления точностью (8,9 биты)

11- округление до расширенной точности (по умолчанию);

10 – округление до двойной точности;

00 – округление до одинарной точности.

- PC – поле управления округлением (10,11 биты)

00 – округление к ближайшему (по умолчанию).

01 – округление к $+\infty$.

10 – округление к $-\infty$.

11 – округление к 0.

Регистр состояния – флаги особых случаев.

- ST (11-13 биты) – задается вершина стека.
- V (15 бит) – бит занятости:

1 – сопроцессор выполняет определенную команду;

0 – сопроцессор свободен.

Указатель команд (данных) – содержат адреса последней команды и ее операнда.

Тег (регистр признаков) – характеризует содержимое соответствующих целочисленных регистров.

00 – в регистре находится действительное число;

01 – нулевое число в регистре;

10 – недействительное число;

11 – пустой регистр.

Сопроцессоры фирмы Intel

Схема сопроцессора 8087 делится на 2 устройства:

- устройство шинного интерфейса;
- устройство с плавающей точкой.

Сопроцессор 80287 был создан в 1985 году, изменения произошли только в устройстве шинного интерфейса. **В отличии от 8087 сопроцессор 80287 не имеет доступа к ША**, поэтому все обращения к памяти выполняет ЦП.

В сопроцессоре 80387 изменения произошли в устройстве с плавающей точкой в обработке ошибок, также был реализован большой диапазон трансцендентных функций.

Набор регистров блока FPU Pentium



Блок FPU Pentium

Блок FPU может:

- выполнять одну операцию с плавающей точкой в каждом такте;
- получать и одновременно выполнять 2 команды с плавающей точкой, одной из которых должна быть команда обмена.

Команды с плавающей точкой проходят по целочисленному конвейеру (обычно только по U-конвейеру – 5 ступеней) и передаются на исполнительные ступени конвейера FPU (3 ступени).

Устройства целочисленных вычислений и вычислений с плавающей точкой в конвейерах работают независимо и одновременно.

Вещественные форматы данных

Нечисла - специальные значения, существующие только в вещественных форматах.

Они имеют смещенный порядок из всех единиц, любой знак, любую мантиссу.

Система команд

Код операции всех команд сопроцессора начинается с 5 бит: **11011**, которые соответствуют КОП ESC в ЦП 80286.

Мнемоника команд начинается с буквы «F»:

- FIST
- FADD

Особенности программирования ЦП с сопроцессором

Обычно программист не думает о параллельной работе ЦП и сопроцессора. Но есть исключения:

```
FIST I; (запомнить в память I)  
MOV AX, I
```

ЦП 80286 начнет выполнять команду MOV раньше, чем 80287 закончит FIST, и в регистр AX будет передано неверное значение.

```
FIST I  
FADD ST(3)  
MOV AX, I
```

ЦП 80286, встретив FADD, должен ожидать завершения FIST.

Задача синхронизации процессоров возникает, когда 287 обращается к ячейкам памяти, к которым впоследствии обращается и 80286. Во всех случаях она решается вставкой FWAIT между подозрительными командами 287 и 286.