

Организация ЭВМ и систем

Лекция № 5

- **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:

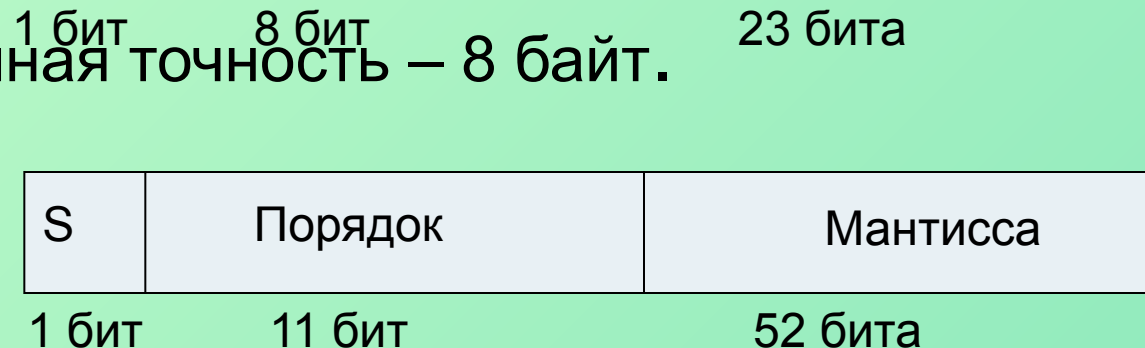
1. Быстрого выполнения арифметических операций с плавающей точкой.
2. Содержит набор констант: 0 , 1 , $\log_2 10$, $\log_2 e$, $\log_e 2, \dots$.
3. Может выполнять трансцендентные операции: tg , arctg , 2^{x-1} , $y \log_2 x$,

Форматы чисел с плавающей точкой

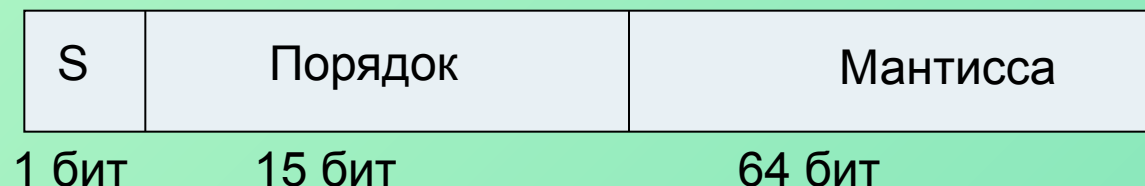
1. Одинарная точность – 4 байта.



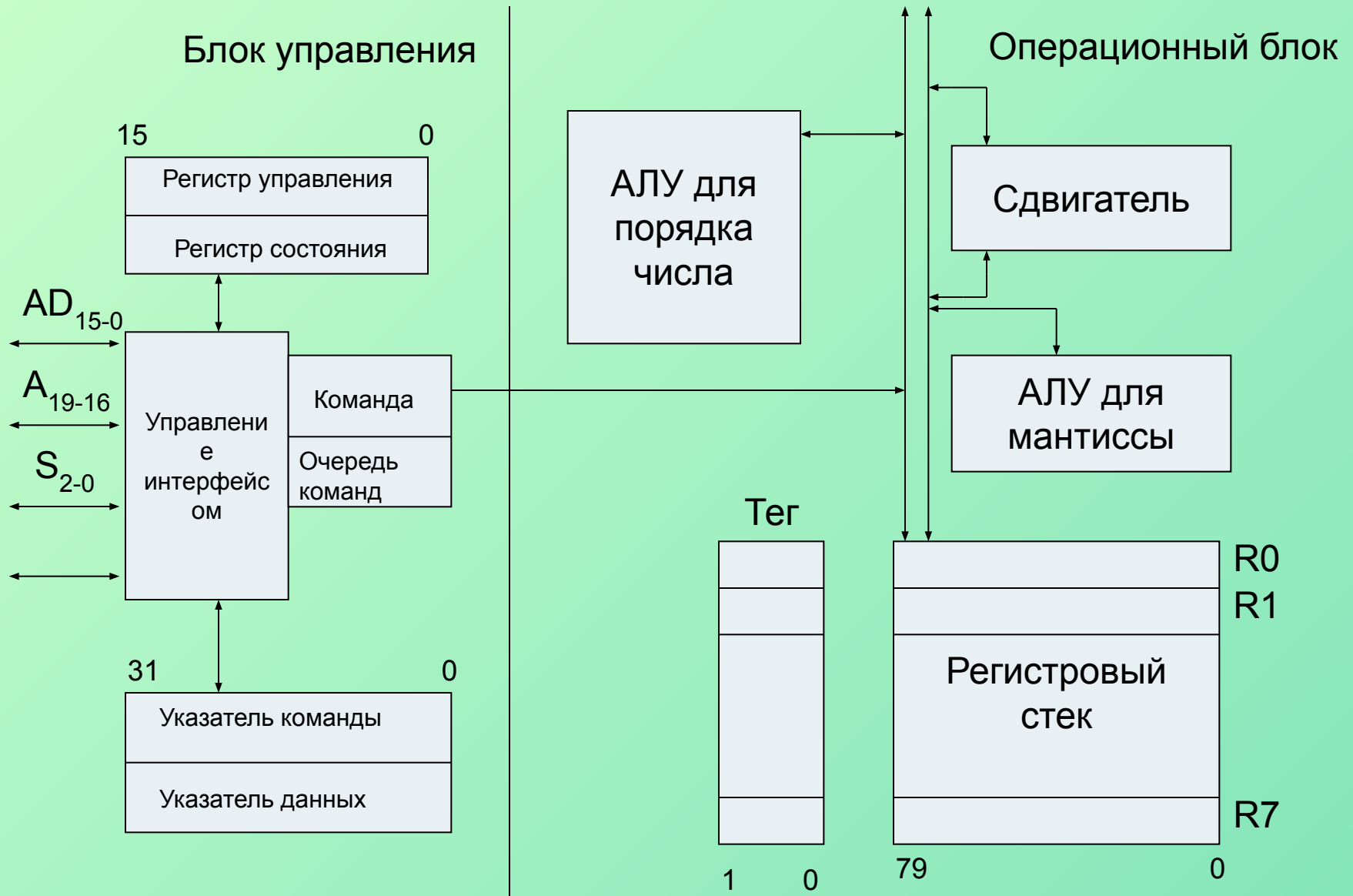
1. Двойная точность – 8 байт.



1. 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.
- В (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 отличие 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 больший 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.

Нечисла:

- сигнализирующие;
- тихие.

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
```

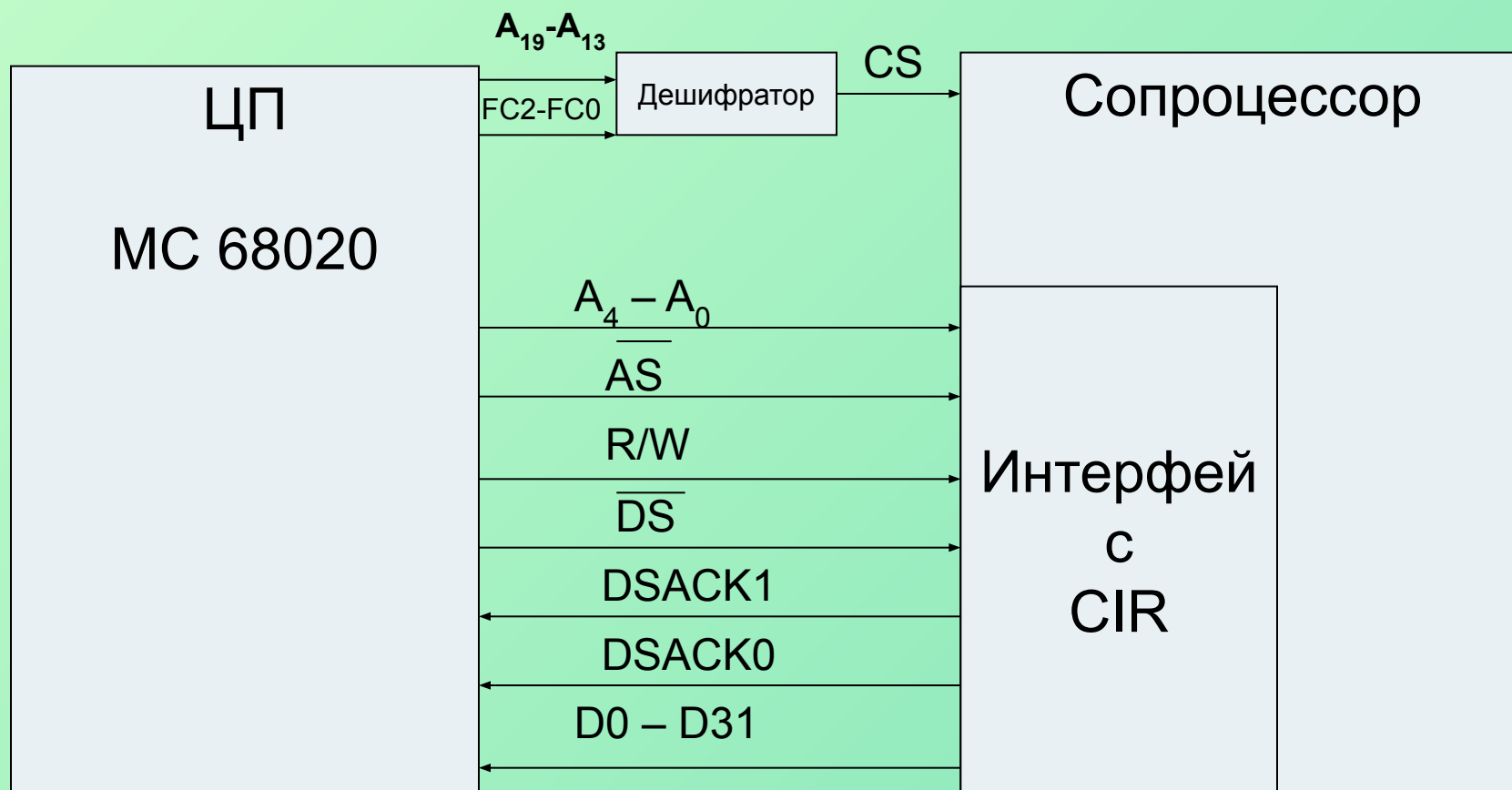
ЦП 80286, встретив FADD, должен ожидать завершения FIST.

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.

Сопроцессорный интерфейс

ЦП Motorola MC 68020

Для ускорения взаимодействия с сопроцессором в MC68020 поддерживается специальный **сoproцессорный интерфейс**.



- $A_{19} - A_{13}$ – определяют операцию и тип сопроцессора.
- FC2 - FC0 – передается функциональный код (статус) сопроцессора.
- $A_4 - A_0$ – передается номер регистра интерфейса CIR.
- AS – строб адреса. Показывает достоверность адреса на ША.
- DS – строб данных.
- R/W – определяет направление пересылки.
- DSACK1, DSACK2 - подтверждают пересылку и размер операнда. Служат для определения пересылки и динамического определения ширины ШД.

Регистры интерфейса CIR

1. Регистр ответа.
2. Регистр управления.
3. Регистр сохранения.
4. Регистр восстановления.
5. Регистр слово операции.
6. Регистр команды.
7. Регистр условия.
8. Регистр выбора.
9. Регистр операнда.
10. Регистр адреса операнда.
11. Регистр адреса инструкции.

16-разрядные

32 - разрядные

Применение сопроцессоров

1. Обработка экономической информации.
2. Моделирование.
3. Графические преобразования.
4. Промышленное управление.
5. Системы числового управления.
6. Роботы.
7. Навигация.
8. Сбор данных.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое сопроцессор?
2. Основные способы обмена информацией между процессором и сопроцессором.
3. Функции математического сопроцессора.
4. Форматы чисел с плавающей точкой.
5. Основное отличие структуры сопроцессора 8086 от 80286? С чем это связано?
6. Особенности обращения к регистрам сопроцессора 8086 по сравнению с регистрами блока с плавающей точкой ЦП Pentium?