

28. Математический сопроцессор.

Регистры.

В процессорах Intel все операции с плавающей запятой выполняет специальное устройство - **FPU (Floating Point Unit)** - с собственными регистрами и набором команд, поставившееся сначала в виде сопроцессора (8087, 80287, 80387, 80487), а начиная с 80486DX - встраиваемое в основной процессор.

Регистры FPU

FPU предоставляет восемь регистров для хранения данных и пять вспомогательных регистров.

- **R0..R7** - основные регистры (80-битные), адресуются не по именам, а рассматриваются в качестве стека **ST** (свой собственный **циклический стек**, не имеющий никакого отношения к стеку в оперативной памяти). **ST** - указатель на вершину стека (соответствует регистру - текущей вершине стека), **ST(1)..ST(7)** - прочие регистры (перенумеровываются динамически относительно **ST** от вершины к дну). Если, например, в какой-то момент времени регистр R5 называется ST, то после записи в этот стек числа оно будет записано в регистр R4, который станет называться ST, R5 станет называться ST(1) и т. д.
- **SR** (State Register) - регистр состояний, содержит слово состояния **FPU**. Сигнализирует о различных ошибках в процессе вычислений, в том числе о переполнениях
- **CR** (Control Register) - регистр управления (контроль округления, точности). Позволяет настраивать параметры округления, которые сопроцессор учитывает при вычислениях, и точность. Например, с помощью него можно задать математические параметры округления, а можно задать округление в меньшую/большую сторону.
- **Tag** (Tag Register) – 8 пар битов, описывающих состояния регистров **ST(1)..ST(7)**: число (00), ноль (01), не число (10 - SNAN, QNAN, бесконечность, денормализованное или не поддерживаемое число), пусто (11 - регистр пока не был задействован). Когда мы обращаемся к сопроцессору в первый раз (инициализируем его), все регистры помечаются пустыми.
- **FIP** (**FPU Instruction Pointer**), **FDP** (**FPU Data Pointer**) - отладочные регистры, хранящие адрес последней выполненной команды и её операнда для обработки исключений

Исключения FPU

- Неточный результат - произошло округление по правилам, заданным в CR. Бит в SR хранит направление округления
- Антипереполнение - переход в денормализованное число
- Переполнение - переход в "бесконечность" соответствующего знака
- Деление на ноль - переход в "бесконечность" соответствующего знака
- Денормализованный операнд
- Недействительная операция

