

14. Программная модель и форматы данных сопроцессоров x87

Математический сопроцессор x87 выполняет операции с плавающей точкой в 50..100 раз быстрее эквивалентных подпрограмм процессора x86.

Программисты могут включать команды сопроцессора x87 в программы для процессора x86. Когда основной процессор встречает команду сопроцессора, он передает ее для выполнения этому сопроцессору x87.

Сопроцессор x87 распознает три формата чисел с плавающей точкой, хранимых в памяти (рис. 2.6). Внутри сопроцессора все числа преобразуются в расширенный формат.

Каждый формат состоит из трех полей: знак (S), порядок и мантисса (рис. 2.6). Числа в этих форматах занимают в памяти: 4, 8 или 10 байт.

Байт с наименьшим адресом в памяти является младшим байтом мантиссы.

Байт с наибольшим адресом содержит семь старших бит порядка и БИТ ЗНАКА (S). Знак кодируется: 0 – плюс, 1 – минус.

В ПОЛЕ МАНТИССЫ хранятся только нормализованные числа. Для этого необходимо скорректировать порядки (т.е. сдвинуть запятую) так, чтобы в целой части числа (в двоичной системе счисления) до запятой была 1.

Поэтому все мантиссы представляются в форме:

1.XXXXXXXX...XXX , где: X = 0 или 1

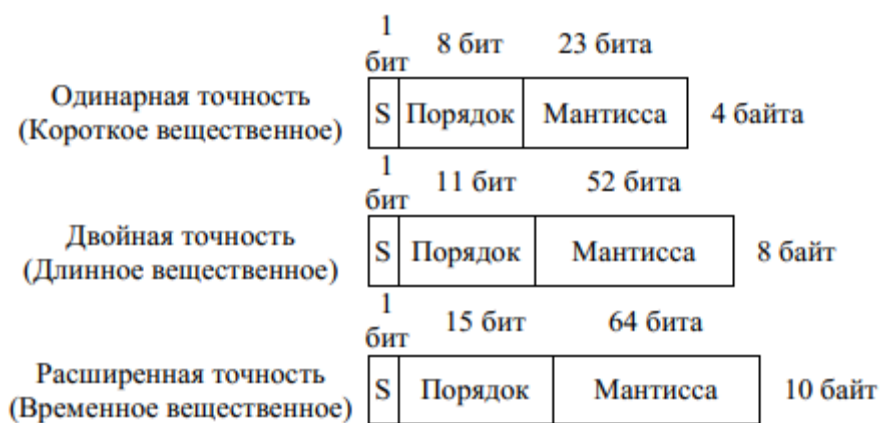


Рис. 2.6 – Форматы чисел с плавающей точкой

Но если старший бит всегда содержит 1, ее можно не хранить в каждом числе с плавающей точкой. Поэтому ради дополнительного бита точности сопроцессор x87 хранит числа одинарной и двойной точности без старшего бита мантиссы (с неявным старшим битом). Исключением является кодирование нуля – нулевые поля мантиссы и порядка.

Числа с расширенной точностью хранятся и обрабатываются внутри сопроцессора с явным старшим битом.

ПОЛЕ ПОРЯДКА определяет степень числа 2, на которую нужно умножить нормализованную мантиссу для получения исходного значения числа с плавающей точкой.

Чтобы хранить отрицательные порядки, в ПОЛЕ ПОРЯДКА находится сумма истинного порядка и положительной константы, называемой СМЕЩЕНИЕМ.

Для одинарной точности смещение равно – 127, для двойной точности – 1023, для расширенной точности – 16383 (т.е. половине максимального порядка). Двоичный код смещения для всех порядков равен: 0111...111.

Числа в поле порядка: 00000..00 и 11111..111 – зарезервированы для спецкодирования или обработки ошибок.

Запись чисел с плавающей точкой в памяти:

Одинарная точность: $(-1)^S (1 . X_1 X_2 \dots X_{23}) * 2^{(E - 127)}$,

Двойная точность: $(-1)^S (1 . X_1 X_2 \dots X_{52}) * 2^{(E - 1023)}$,

Расширенная точность: $(-1)^S (X_1 . X_2 \dots X_{64}) * 2^{(E - 16383)}$,

где S – значение знакового бита;

X₁ X₂ .. – биты, хранимые в поле мантиссы;

E – число, хранимое в поле порядка.

Таблица 2.23 – Диапазон представления чисел в десятичной системе

Формат	Значащих десятичных цифр	Наименьшая степень числа 10	Наибольшая степень числа 10
Одинарный	7	-37	38
Двойной	15	-307	308
Расширенный	19	-4931	4932

Сопроцессор x87 имеет команды, которые преобразуют целые числа в числа с плавающей точкой и – наоборот. Это необходимо при вычислениях, в которых имеются числа обоих форматов. Допустимые форматы ЦЕЛЫХ ЧИСЕЛ приведены на рис. 2.8:

Целое число	Дополнительный код	16 бит, 2 байта
Короткое целое	Дополнительный код	32 бита, 4 байта
Длинное целое	Дополнительный код	64 бита, 8 байт
Упакованное десятичное	8 бит S0000000	72 бита 18 десятичных тетрад
		10 байт

Рис 2.8 – Форматы целых чисел

ЦЕЛОЕ СЛОВО – это 16-ти битовое целое число процессора x86 в дополнительном коде. КОРОТКОЕ ЦЕЛОЕ и ДЛИННОЕ ЦЕЛОЕ похожи на целое слово, но их длина больше.

УПАКОВАННОЕ ДЕСЯТИЧНОЕ ЧИСЛО состоит из 18 десятичных цифр, размещенных по две в байте. Знаковый бит находится в отдельном 10-м байте. Младшие семь бит этого байта должны быть нулевыми.