

## Представление вещественных чисел в памяти ЭВМ

В современных ЭВМ вещественные числа представлены как правило в формате с плавающей точкой. Формат представления описан стандартом IEEE-754.

Для того чтобы представить вещественное число в формате с плавающей точкой нужно:

1. Перевести число в двоичную систему счисления
2. Нормализовать число
3. Закодировать порядок числа
4. Записать результат в следующем формате:

Знак	Порядок	Мантисса
------	---------	----------

Сколько бит выделено на представление числа, под представление порядка и мантиссы зависит от используемого типа данных, которые описаны в стандарте IEEE-754. Рассмотрим некоторые типы данных:

Название типа данных	Всего бит на число	Бит на порядок	Бит на мантиссу	Бит на знак
Тип данных с половинной точностью	16	5	10	1
Тип данных с одинарной точностью (float)	32	8	23	1
Тип данных с двойной точностью (double)	64	11	52	1

Рассмотрим пример представления вещественного числа -15.623 в типе данных с половинной точностью:

1. Перевод числа в двоичную систему счисления.

Числа с десятичной дробью переводятся в двоичную систему счисления по следующему алгоритму: целая часть числа переводится отдельно от дробной как простое целое число, дробь умножается на основание системы счисления (если СС двоичная, то умножается на два, если взять другое основание, то можно осуществить перевод в другую СС). Целая часть результата умножения записывается в дробную часть результата, целая часть отбрасывается. Далее идёт переход к первому шагу, но вместо исходной дроби берётся результат умножения без целой части с предыдущего шага. Процесс продолжается до того момента пока в результате не получится ноль.

$$-15.623 = -1111.1001110$$

0.623	x	2	=	1.246
0.246	x	2	=	0.452
0.452	x	2	=	0.904
0.904	x	2	=	1.808
0.808	x	2	=	1.616
0.616	x	2	=	1.232
0.232	x	2	=	0.464

При переводе дробной части в другую систему счисления необходимо помнить, что не каждая дробь может быть точно представлена в другой системе счисления.

2. Нормализация числа (научный формат записи).

В нормализованном виде число в двоичной системе счисления записывается в следующем формате  $\pm 1.M \times 2^p$

Т.е. в нормализованной форме записи двоичного числа целая часть всегда равна единице.

$$-1111.1001110 = -1.1111001110 \times 2^3$$

Дробная часть нормализованного числа называется мантиссой, порядком называется степень двойки.

### 3. Кодирование порядка.

Порядком называется степень двойки в нормализованной форме. Так как порядок может быть как положительным так и отрицательным, чтобы представить его в памяти ЭВМ нужно закодировать. Кодирование осуществляется кодом со сдвигом по формулам:

$N = P + E$ ;  $E = 2^{(n - 1)} - 1$ , где  $P$  - порядок,  $n$  - количество бит, выделенных стандартом, под порядок,  $E$  - сдвиг,  $N$  - код числа  $P$ .

Для каждого типа данных сдвиг  $E$  является константой, так как зависит только от количества выделенных под порядок двоичных разрядов, которое для каждого типа данных является неизменным.

Таким образом для типа данных с половинной точностью  $E = 15$ , для типа данных с одинарной точностью  $E = 127$ , для типа данных с двойной точностью  $E = 1023$ .

$N = P + E = 3 + 15 = 18 = 10010$  (в дв. сс).

### 4. Запись в формате с плавающей точкой.

В старшем разряде кодируется знак (0 – число положительное, 1 – отрицательное). После знака идёт порядок, младшие биты – мантисса.

Число -15.623 в формате с плавающей точкой выглядит следующим образом:

1100 1011 1100 1110