

Урок 58. Вещественные типы данных

Вещественные или действительные числа — это вместе взятые множества рациональных и иррациональных чисел.

Действительные числа — это числа, которые можно записать в виде конечной или бесконечной, периодической или непериодической десятичной дроби.

Вещественные числа — это числа, у которых есть дробная часть (она может быть нулевой). Они могут быть положительными или отрицательными.

1. Таблица вещественных типов

Тип	Размер, байт	Кол-во значащих цифр	Диапазон значений
single	4	7-8	$-3.4 \cdot 10^{38} \dots 3.4 \cdot 10^{38}$
real, double	8	15-16	$-1.8 \cdot 10^{308} \dots 1.8 \cdot 10^{308}$
decimal	16	28-29	-79228162514264337593543950335 .. 79228162514264337593543950335

* Типы `real` и `double` являются синонимами.

2. Числа с плавающей запятой (точкой)

Число с плавающей запятой (англ. floating point) — экспоненциальная форма представления вещественных (действительных) чисел, в которой число хранится в виде *мантиссы* и *порядка* (показателя степени).

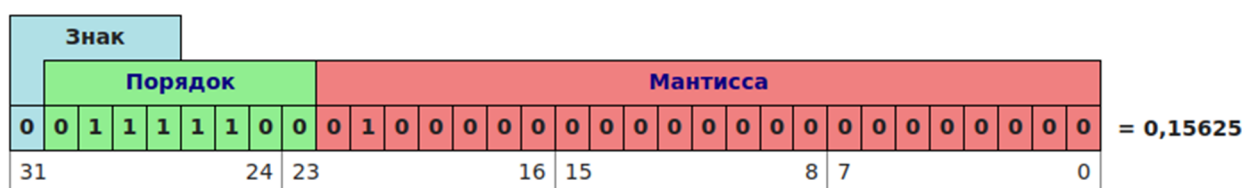
Число с плавающей запятой состоит из следующих частей:

- знак мантиссы (указывает на отрицательность или положительность числа),
- мантисса (выражает значение числа без учёта порядка),
- знак порядка,
- порядок (выражает степень основания числа, на которое умножается мантисса).

При ограниченных возможностях оформления (например, отображение числа на семисегментном индикаторе), а также при необходимости обеспечить быстрый и удобный ввод чисел, вместо записи вида $m \cdot b^e$ (m — мантисса; b — основание, чаще всего 10; e — экспонента), записывают лишь мантиссу и показатель степени, разделяя их буквой «E» (от англ. *exponent*). Основание при этом неявно полагают равным 10. Например, число $1,528535047 \cdot 10^{-25}$ в этом случае записывается как 1.528535047E-25.

Скорость выполнения компьютером операций с числами, представленными в форме с плавающей запятой, измеряется во **FLOPS** (от англ. *floating-point operations per second* — «[количество] операций с плавающей запятой в секунду») и является одной из основных единиц измерения быстродействия вычислительных систем.

3. Число одинарной точности (англ. *single precision, single*)



Для вычисления показателя степени из восьмиразрядного поля порядка вычитается смещение порядка, равное $127_{10} = 7F_{16} = 01111111_2$ (то есть, $01111100_2 - 01111111_2 = 124_{10} - 127_{10} = -3_{10}$).

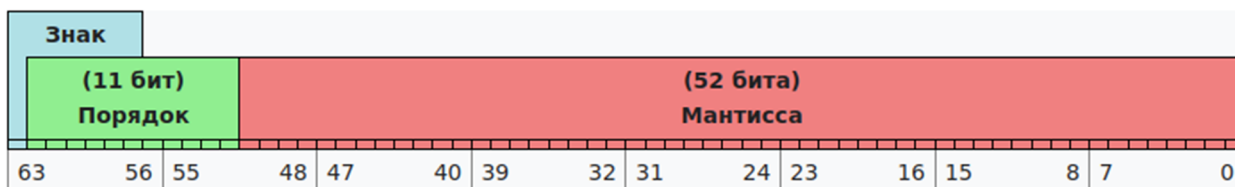
Так как в *нормализованной* двоичной мантиссе целая часть всегда равна единице, то в поле мантиссы записывается только её дробная часть, т.е. фактический размер мантиссы числа с одинарной точностью составляет 24 бита. Для вычисления мантиссы к единице добавляется дробная часть мантиссы из 23-разрядного поля дробной части мантиссы $1,0100000000000000000000_2$. Число равно произведению мантиссы со знаком на двойку в степени порядка = $1,01_2 * 2_{10}^{-3} = 101_2 * 2_{10}^{-5} = 5_{10} * 2_{10}^{-5} = 0,15625_{10}$.

Результирующая формула расчёта:

$$\pm \text{знак} \cdot (1 + \text{мантисса} / 2^{23}) \times 2^{\text{порядок} - 127}$$

Знак 0 соответствует положительным числам, знак 1 отрицательным.

4. Число двойной точности (англ. *double precision, double*)



Окончательное значение числа равняется:

$$\pm \text{знак} \cdot (1 + \text{мантисса} / 2^{52}) \times 2^{\text{порядок} - 1023}$$

Знак 0 соответствует положительным числам, знак 1 отрицательным. Старший бит мантиссы, который всегда равен единице, опускается. Порядок 0 записывается как 1023.