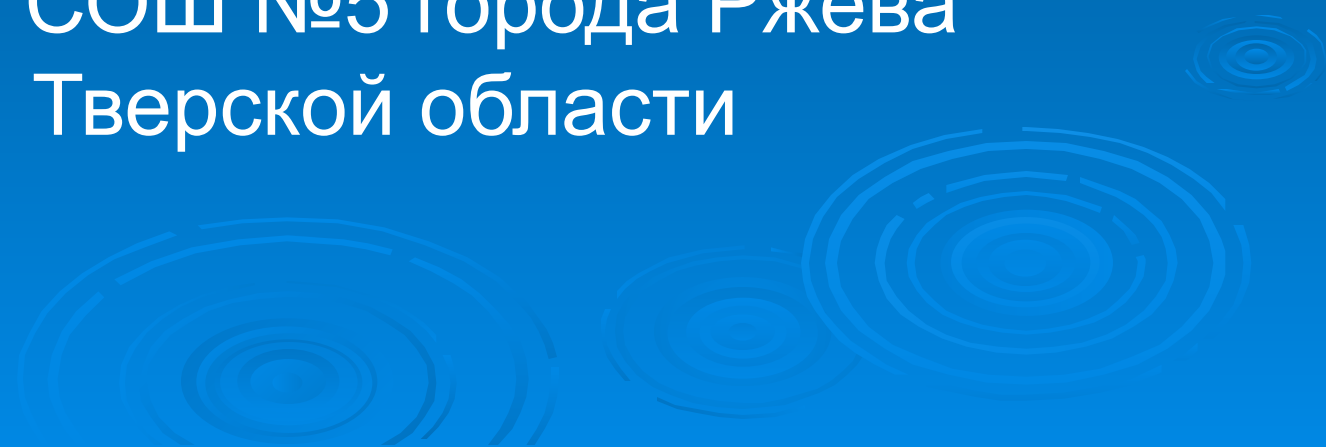


# Кодирование вещественных чисел.

Пляшешник А.В.  
МОУ СОШ №5 города Ржева  
Тверской области



Для представления вещественных чисел (конечных и бесконечных десятичных дробей) используют формат с плавающей точкой (запятой).

Форма с плавающей точкой использует представление вещественного числа  $R$  в виде произведения мантиссы  $m$  на основание системы счисления  $p$  в некоторой целой степени  $n$ , которую называют порядком:

$$R = m * p^n$$

$m$  – мантисса,

$n$  – порядок,

$p$  – основание системы.

Например, число 25,324 можно записать в таком виде:  $0.25324 \times 10^2$ .

Здесь  $m=0.25324$  — мантисса,

$n=2$  — порядок. Порядок указывает, на какое количество позиций и в каком направлении должна «переплыть», т.е. сместиться десятичная точка в мантиссе. Отсюда название «плавающая точка».

Однако справедливы и следующие равенства:

$$25,324 = 2,5324 \cdot 10^1 = 0,0025324 \cdot 10^4 = 2532,4 \cdot 10^2 \text{ и т.п.}$$

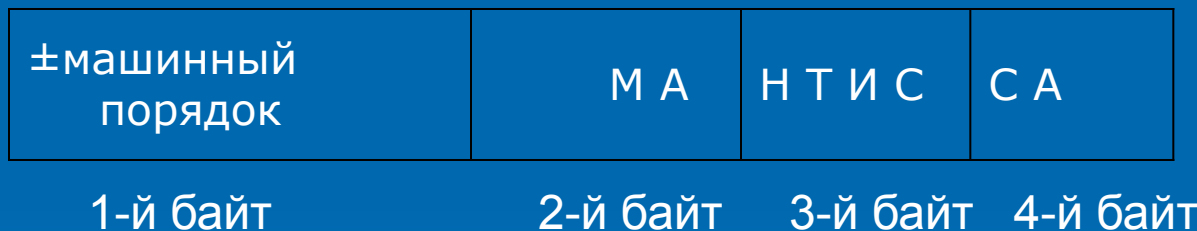
Получается, что представление числа в форме с плавающей точкой неоднозначно?

Чтобы не было неоднозначности, в ЭВМ **используют нормализованное представление числа в форме с плавающей точкой**. Мантисса в нормализованном представлении должна удовлетворять условию:

$$0,1_p \leq m < 1_p.$$

Иначе говоря, мантисса меньше единицы  
и первая значащая цифра — не ноль.  
Значит для рассмотренного числа  
нормализованным представлением  
будет:  $25,324 = 0.25324 * 10^2$ .

Пусть в памяти компьютера вещественное число представляется в форме с плавающей точкой в двоичной системе счисления ( $p=2$ ) и занимает ячейку размером 4 байта. В ячейке должна содержаться следующая информация о числе: знак числа, порядок и значащие цифры мантииссы. Вот как эта информация располагается в ячейке:



В старшем бите 1-го байта хранится знак числа. В этом разряде 0 обозначает плюс, 1 — минус. Оставшиеся 7 бит первого байта содержат машинный порядок. В следующих трех байтах хранятся значащие цифры мантииссы.

## Что такое машинный порядок?

В семи двоичных разрядах помещаются двоичные числа в диапазоне от 0000000 до 1111111. В десятичной системе это соответствует диапазону от 0 до 127. Всего 128 значений. Знак порядка в ячейке не хранится. Но порядок, очевидно, может быть как положительным так и отрицательным. Разумно эти 128 значений разделить поровну между положительными и отрицательными значениями порядка. В таком случае между машинным порядком и истинным (назовем его математическим) устанавливается следующее соответствие:

Машинный порядок	0	1	2	3	...	64	65	...	125	126	127
Математический порядок	-64	-63	-62	-61	...	0	1	...	61	62	63

Если обозначить машинный порядок  $M_p$ , а математический —  $p$ , то связь между ними выразится такой формулой:

$$M_p = p + 64.$$

- Итак, машинный порядок смещён относительно математического на 64 единицы и имеет только положительные значения. При выполнении вычислений с плавающей точкой процессор это смещение учитывает.
- В двоичной системе счисления смещение:

$$M_{p2} = p_2 + 100\ 0000_2$$



Теперь мы можем записать внутреннее представление числа 25,324 в форме с плавающей точкой.

1) Переведем его в двоичную систему счисления с 24 значащими цифрами.

$$\square \quad 25,324_{10} = 11001,0101001011110001101_2$$

2) Запишем в форме нормализованного двоичного числа с плавающей точкой:

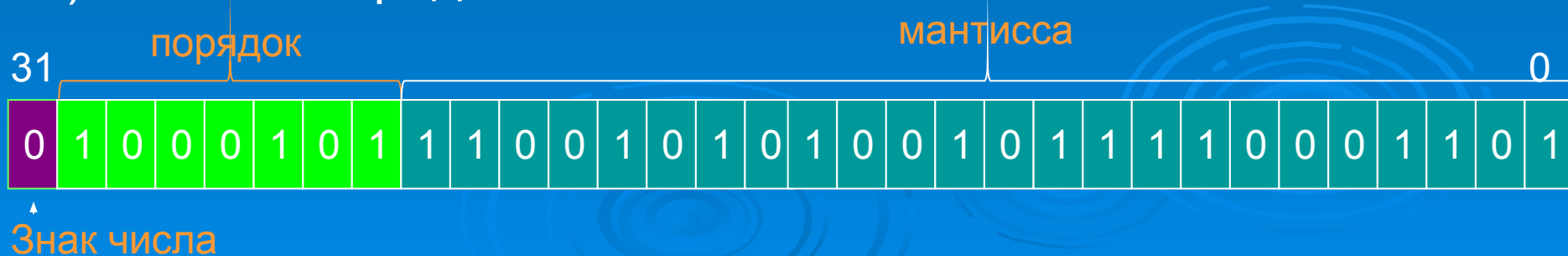
$$\square \quad 0,110010101001011110001101 * 10^{101}$$

Здесь мантисса, основание системы счисления ( $2_{10} = 10_2$ ) и порядок ( $5_{10} = 101_2$ ) записаны в двоичной системе.

3) Вычислим машинный порядок.

$$M_p2 = 101 + 100\ 0000 = 100\ 0101.$$

4) Запишем представление числа в ячейке памяти.



Число в форме с плавающей точкой занимает в памяти компьютера 4 байта (число обычной точности) или 8 байт (число двойной точности).

Мы рассмотрели пример представления числа 25,324 обычной точности

Для того, чтобы получить внутреннее представление отрицательного числа -25,324, достаточно в полученном выше коде заменить в разряде знака числа 0 на 1.

1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

# Задание.

Представьте двоичное число  $-100,1_2$  в четырёхбайтовом формате.

Представьте число сначала в форме с плавающей запятой.

