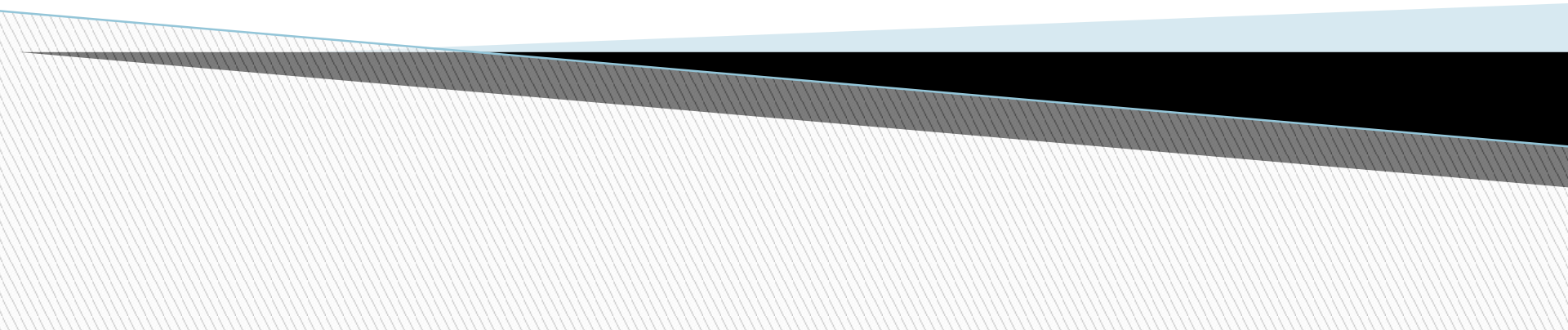


# Кодирование вещественных чисел

Составила Соколова Е.В.  
Учитель информатики МБОУ СОШ № 1  
г.Зубцов Тверская обл.



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 мантииссы **m** на основание системы счисления **p** в некоторой целой степени **n**, которую называют порядком:

$$R = m * p^n$$

**m** – мантиисса,

**n** – порядок,

**p** – основание системы

Например, число 35,324 можно записать в таком виде:  $0.35324 \times 10^2$

Здесь **m**=0.35324 — 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:

$$35,324 = 3,5324 * 10^1 = 0,0035324 * 10^4 = 3532,4 * 10^2 \text{ и т.п.}$$

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:

$$35,324 = 0.35324 * 10^2$$

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:

## Машинный порядок



## Машинный порядок



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 мантиссы

# 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:

|                               |            |            |            |            |            |           |           |            |            |            |            |
|-------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Машинный порядок</b>       | <b>0</b>   | <b>1</b>   | <b>2</b>   | <b>3</b>   | <b>...</b> | <b>64</b> | <b>65</b> | <b>...</b> | <b>125</b> | <b>126</b> | <b>127</b> |
| <b>Математический порядок</b> | <b>-64</b> | <b>-63</b> | <b>-62</b> | <b>-61</b> | <b>...</b> | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>...</b> | <b>61</b>  | <b>62</b>  | <b>63</b>  |

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:

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

Теперь мы можем записать внутреннее представление числа **35,324** в форме с плавающей точкой

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

$$\mathbf{35,324 = 100011,010100101111000110_2}$$

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

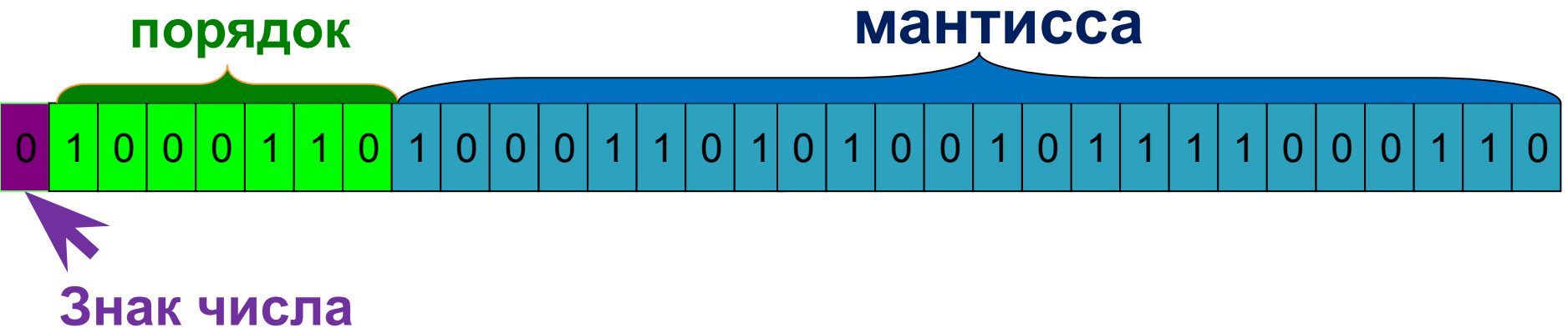
$$0,100011010100101111000110 * 10^{110}$$

**Здесь мантисса, основание системы счисления ( $2_{10} = 10_2$ ) и порядок ( $6_{10} = 110_2$ ) записаны в двоичной системе**

### 3) Вычислим машинный порядок

$$M_p_2 = 110 + 100\ 0000 = 100\ 0110$$

### 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 35,324 обычной точности**

Для того, чтобы получить внутреннее представление отрицательного числа **-35,324**, достаточно в полученном выше коде заменить в разряде знака числа **0** на **1**



# Задание:

**Представьте двоичное число  $-100,1_2$  в четырёхбайтовом формате. Представьте число сначала в форме с плавающей запятой.**





# Задания для самостоятельного выполнения

1. Сравните числа:

а)  $318,4785 \cdot 10^9$  и  $3,184785 \cdot 10^{11}$

б)  $218,4785 \cdot 10^{-3}$  и  $1847,85 \cdot 10^{-4}$

2. Запишите числа в естественной форме:

а)  $0,1100000 \cdot 2^{100}$

б)  $0,1001111 \cdot 2^{111}$