



ПРЕДСТАВЛЕНИ  
Е ЧИСЕЛ В  
КОМПЬЮТЕРЕ



# Представление целых чисел

## Число в математике

**1011111110100001**

Количество цифр в записи числа может быть сколь угодно большим.

У любого целого числа есть следующее и предыдущее число.

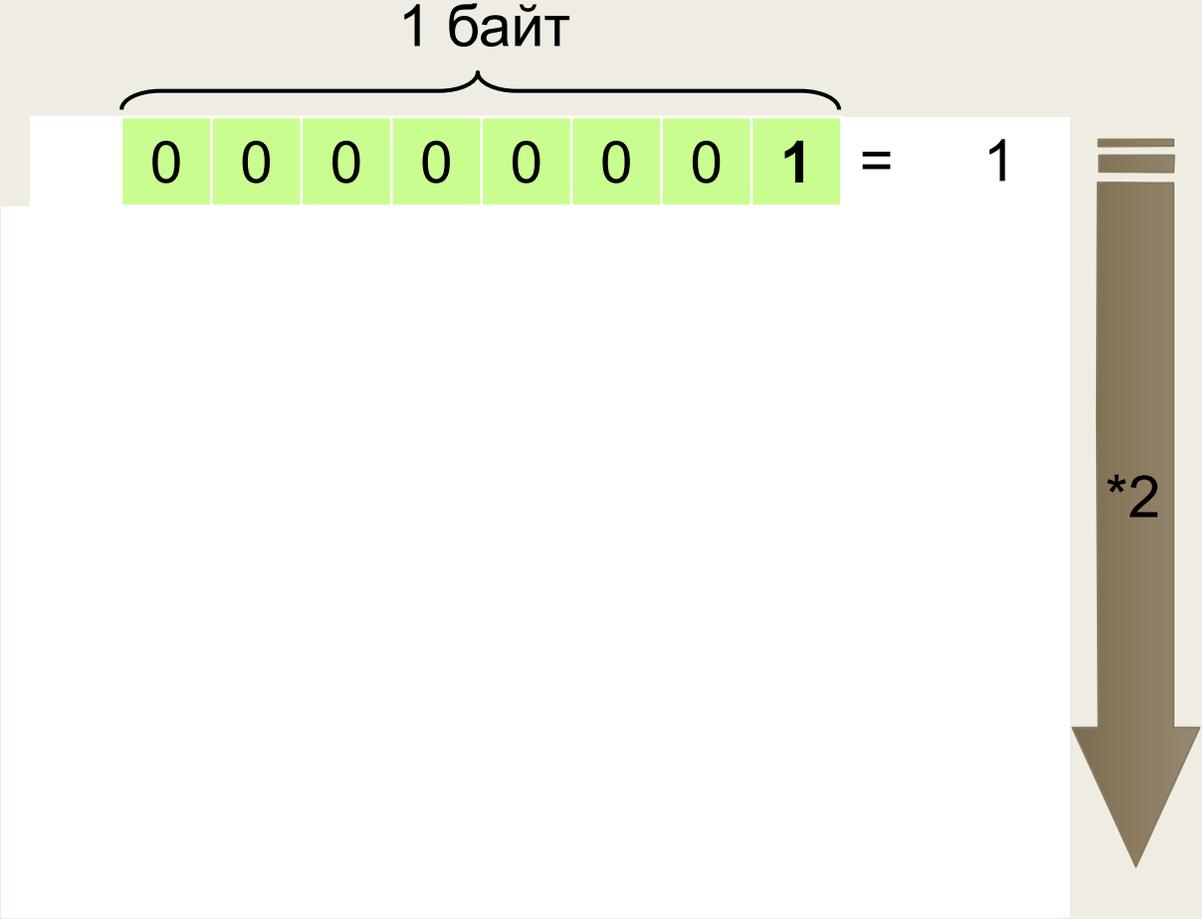
## Число в компьютере

**0 0 1 1 0 0 0 1**

Количество цифр (разрядов) ограничено памятью, выделенной для его хранения.

Размер памяти определяет величину самого большого числа.

# Представление целых чисел



1

Правильный выбор памяти для данных – задача программиста.

# Представление целых чисел

**Беззнаковое представление** можно использовать только для неотрицательных целых чисел.

| Количество разрядов | Диапазон чисел                  |
|---------------------|---------------------------------|
| 8                   | [0; 255]                        |
| 16                  | [0; 65 535]                     |
| 32                  | [0; 4 294 967 295]              |
| 64                  | [0; 18 446 744 073 709 551 615] |

- **Способ представления целых чисел обеспечивает:**
- эффективное расходование памяти
- повышение быстродействия
- повышение точности вычислений за счёт введения операции деления нацело с остатком

# Представление целых чисел



Представление числа в привычной для человека форме «знак – величина», при которой старший разряд ячейки отводится под знак, а остальные разряды — под цифры числа, называется **прямым кодом**.

0 1 0 1 1 0 0 0

1 1 0 1 1 0 0 0

Работа с числами в прямом коде требует особых алгоритмов:

- для действия «вычитание»; [-128; 127]
- для особой обработки знакового разряда; [-32 768; 32 767]

В прямом коде можно хранить числами с диапазоном [-9 223 372 036 854 775 808, 9 223 372 036 854 775 807]

требуется более сложной архитектуры центрального процессора.

# Дополнительный код числа

Сумма отрицательного числа и его модуля равна 0.

$$x + |x| = 0, \quad x < 0 \quad \text{Например: } -152 + |-152| = 0$$

Выделим под значение  $|x|$  один байт памяти компьютера.

+    1 0 0 1 1 0 0 0

Сколько надо прибавить,  
чтобы получить 0?

1

-    1 0 0 0 0 0 0 0 0 0

Отрицательное число  
Дополнительный код

# Представление целых чисел

## Алгоритм

- Записать прямой  $n$ -разрядный код  $|x|$
- Инвертировать  $0 \leftrightarrow 1$
- Прибавить 1

Определить восьмиразрядный дополнительный код числа **-24**.

**Решение:**  $24 = 16 + 8 = 11000_2$

**1 0 0 1 1 0 0 0** ← 8 разрядов

**Ответ: 11101000**

# Представление целых чисел

Определить значение по восьми-разрядному дополнительному коду.

1 0 0 1 1 0 0 0

**Решение:**

В старшем разряде **1**, значит число меньше **0**.

**Обратный алгоритм**

- Вычесть 1 из двоичного числа
- Инвертировать  $0 \leftrightarrow 1$

**Прямой алгоритм**

- Инвертировать  $0 \leftrightarrow 1$
- Прибавить 1 к двоичному числу

Перевести в 10-ую систему счисления

**Ответ: - 104**

# Представление вещественных чисел

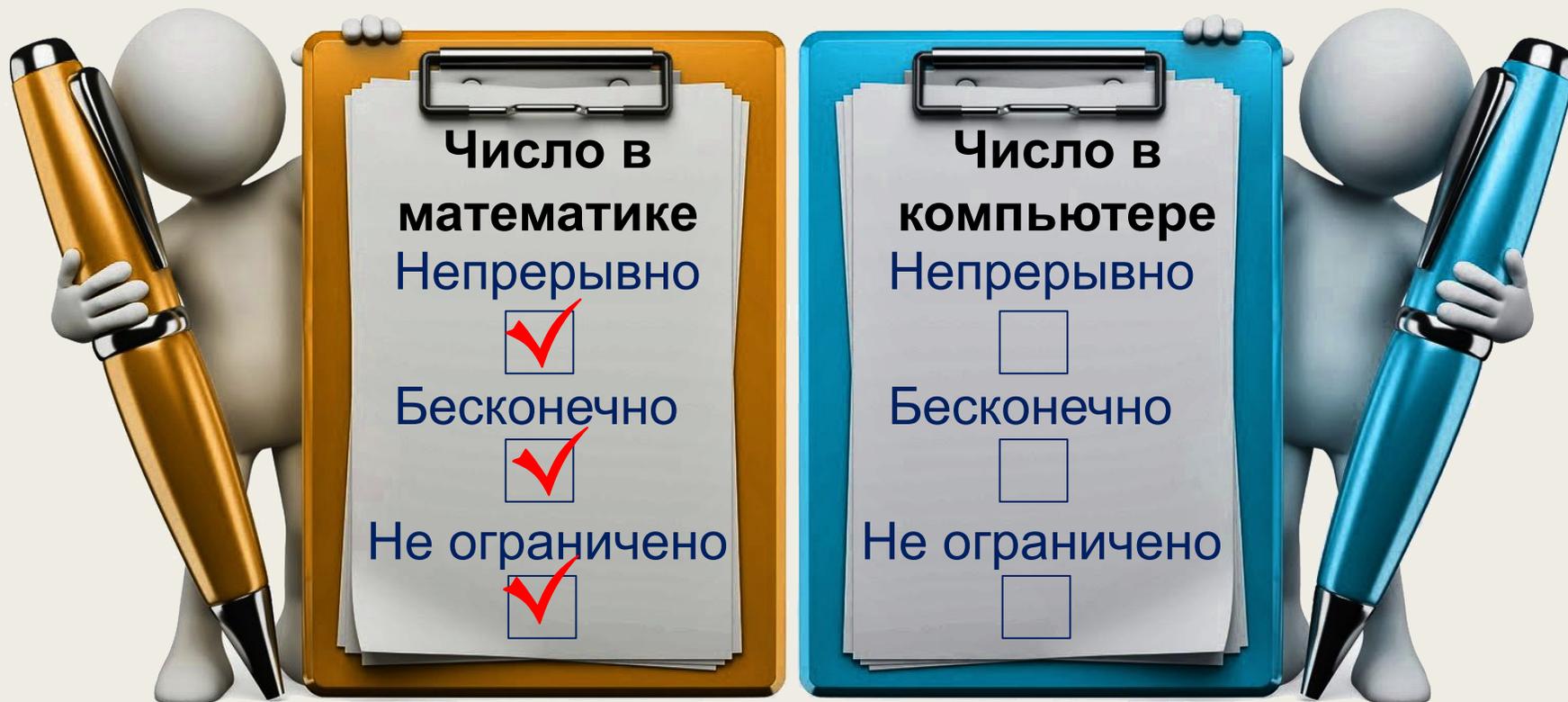
Экспоненциальная  
форма  
вещественного  
числа

$$a = \pm m \cdot q^p$$

мантисса

порядок числа

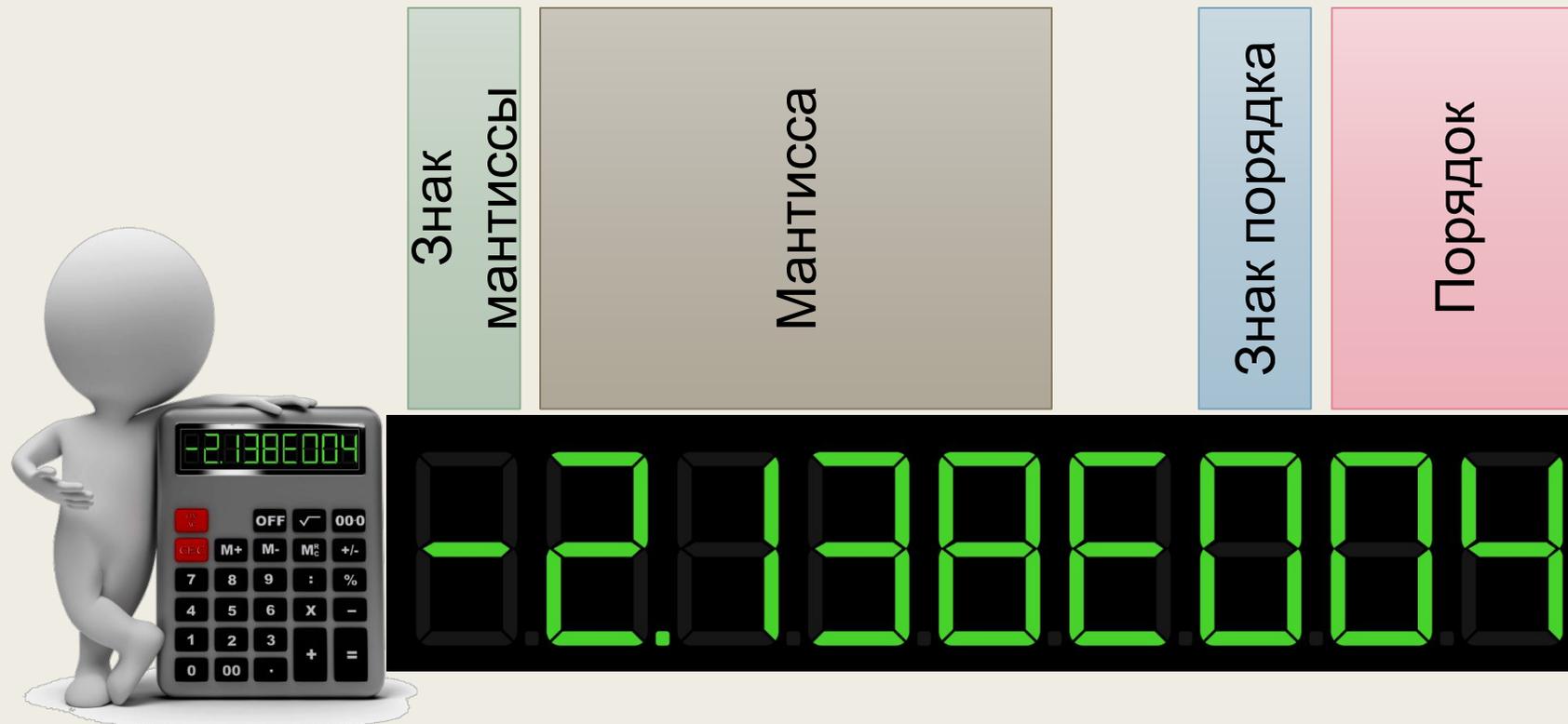
основание  
системы счисления



# Представление вещественных чисел



**Нормализованная запись** вещественного числа – это запись в виде  $a = \pm t \cdot q^p$ , где  $p$  – целое число,  $q$  – система счисления,  $t$  – дробь, целая часть которой содержит одну значащую цифру, т. е.  $1 \leq t < q$ .



# Примеры

Примеры записи десятичных чисел:

$$3,14 = 0,314 * 10^1$$

$$2000 = 0,2 * 10^4$$

$$0,05 = 0,5 * 10^{-1}$$

Примеры записи двоичных чисел:

$$1 = 0,1 * 2^1$$

$$100 = 0,1 * 2^3$$

$$11,11010010 = 0,1111010010 * 2^2$$

$$0,01 = 0,1 * 2^{-1}$$

# Представление целых чисел

- **Прямой код** (представление в виде абсолютной величины со знаком) двоичного числа – это само двоичное число, в котором все цифры, изображающие его значение, записываются как в математической записи, а знак числа записывается двоичной цифрой ( $+ \rightarrow 0$ ,  $- \rightarrow 1$ ).
- **Обратный код** положительного числа совпадает с прямым, а при записи отрицательного числа все его цифры, кроме цифры, изображающей знак числа, заменяются на противоположные (0 заменяется на 1, а 1 – на 0).
- **Дополнительный код** положительного числа совпадает с прямым, а код отрицательного числа образуется как результат увеличения на 1 его обратного кода.