

# Представление чисел в компьютере

Математические основы информатики

# Ключевые слова

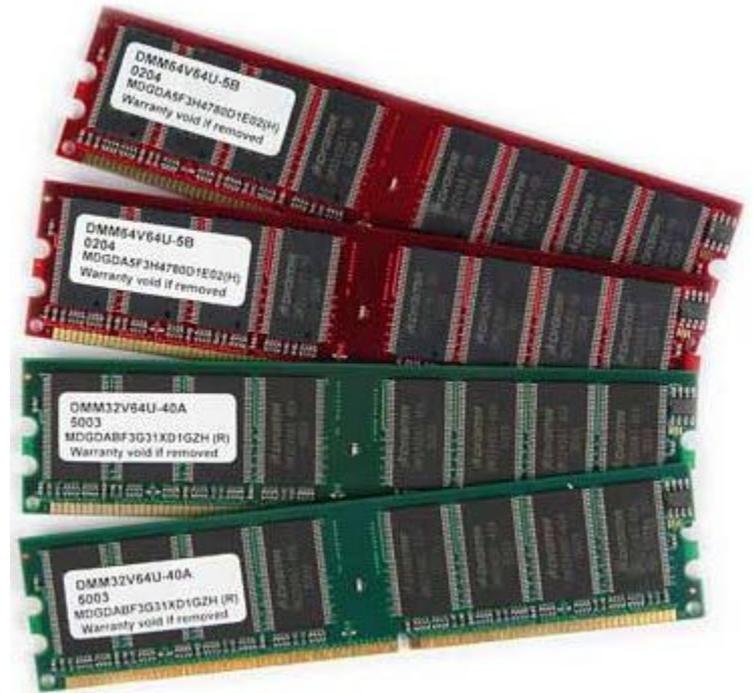
- разряд
- беззнаковое представление целых чисел
- представление целых чисел со знаком
- представление вещественных чисел



# Ячейки памяти

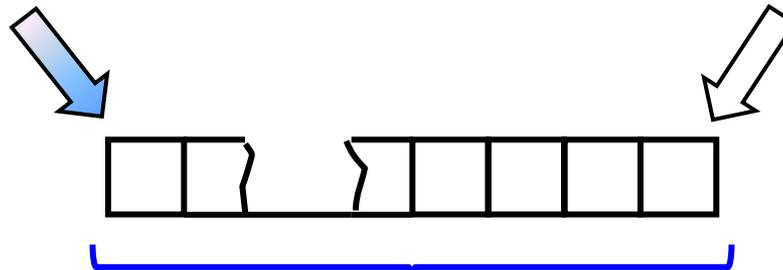
Память компьютера состоит из ячеек, в свою очередь состоящих из некоторого числа однородных элементов.

Каждый такой элемент служит для хранения одного из битов - разрядов двоичного числа. Именно поэтому каждый элемент ячейки называют **битом** или **разрядом**.



( $n-1$ )-й разряд

0-й разряд



ячейка из  $n$  разрядов



# Беззнаковое представление

Беззнаковое представление можно использовать только для неотрицательных целых чисел.

Минимальное значение: во всех разрядах ячейки хранятся нули.

Максимальное значение: во всех разрядах ячейки хранятся единицы ( $2^n - 1$ ).

Количество битов	Минимальное значение	Максимальное значение
8	0	255 ( $2^8 - 1$ )
16	0	65 535 ( $2^{16} - 1$ )
32	0	4 294 967 295 ( $2^{32} - 1$ )
64	0	18 446 744 073 709 551 615 ( $2^{64} - 1$ )

**Пример 1.** Число  $53_{10} = 110101_2$  в восьмиразрядном представлении имеет вид:

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

Число 53 в шестнадцатиразрядном представлении имеет вид:

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



# Представление со знаком

При представлении со знаком самый старший (левый) разряд отводится под знак числа, остальные разряды - под само число.

Если число положительное, то в знаковый разряд помещается **0**, если число отрицательное, то **1**.

Диапазон представления чисел -  $-2^{n-1} \leq x \leq 2^{n-1}-1$ , где  $n$  - разрядность ячейки.

Минимальное значение:  $-2^{n-1}$ .

Максимальное значение:  $2^{n-1}-1$ .

Количество битов	Диапазон чисел
8	от $-2^7$ до $2^7 - 1$ (от -128 до 127)
16	от $-2^{15}$ до $2^{15} - 1$ (от -32768 до 32767)
32	от $-2^{31}$ до $2^{31} - 1$ (от -2147483648 до 2147483647)
64	от $-2^{63}$ до $2^{63} - 1$ (от -9223372036854775808)

# Прямой код

**Пример 2.** Число  $73_{10} = 1001001_2$ .

Прямой код числа  $73_{10}$  в восьмиразрядном представлении имеет вид:

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

Прямой код числа  $-73_{10}$  в восьмиразрядном представлении имеет вид:

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

Прямой код используется главным образом для записи и выполнения операций с неотрицательными целыми числами. Для выполнения операций с отрицательными числами используется дополнительный код.

# Представление вещественных чисел

Любое вещественное число  $A$  может быть записано в нормальной (научной, экспоненциальной) форме:

$A = \pm m \times q^p$ , где:

$m$  - мантисса числа;

$q$  - основание системы счисления;

$p$  - порядок числа.

**Пример.** 472 000 000 может быть представлено так:

$4720 \times 10^5$      $472 \times 10^6$      $4,72 \times 10^8$      $47,2 \times 10^7$

Запятая «плавает» по мантиссе.

Такое представление числа называется представлением в формате с плавающей запятой.

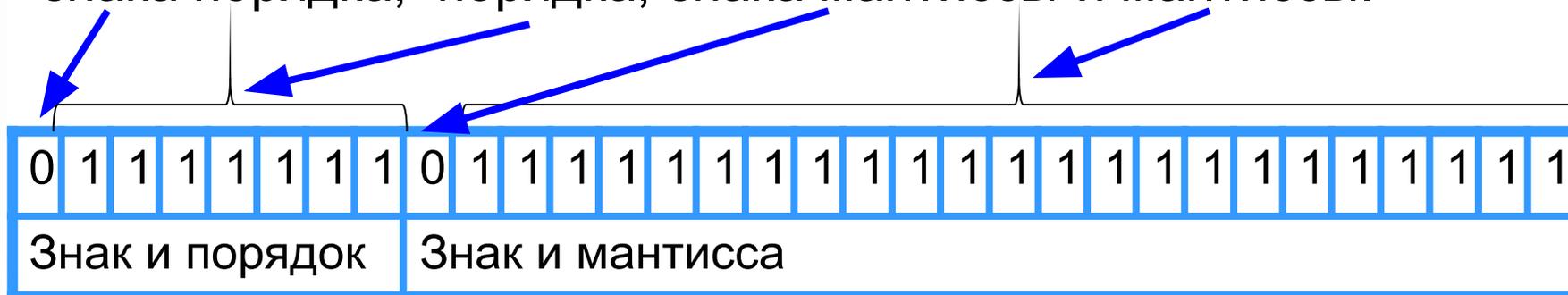
Бывают записи вида:  $4.72E+8$ .



# Формат с плавающей запятой

Число в формате с плавающей запятой может занимать в памяти компьютера 32 или 64 разряда.

При этом выделяются разряды для хранения знака порядка, порядка, знака мантиссы и мантиссы.



Диапазон представления вещественных чисел определяется количеством разрядов, отведённых для хранения порядка числа, а точность - количеством разрядов, отведённых для хранения мантиссы.



# Самое главное

Для компьютерного представления целых чисел используются несколько различных способов, отличающихся друг от друга количеством разрядов (8, 16, 32 или 64) и наличием или отсутствием знакового разряда.

Для **представления беззнакового целого числа** его следует перевести в двоичную систему счисления и дополнить полученный результат слева нулями до стандартной разрядности.

При **представлении со знаком** самый старший разряд отводится под знак числа, остальные разряды - под само число. Если число положительное, то в знаковый разряд помещается 0, если число отрицательное, то 1.

**Вещественные числа** в компьютере хранятся в формате с плавающей запятой:

$$A = \pm m \times q^p, \text{ где:}$$

$m$  - мантисса числа;

$q$  - основание системы счисления;

$p$  - порядок числа.



# Опорный конспект

