

Представление чисел в компьютере

Математические основы информатики

Ключевые слова

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



Ячейки памяти

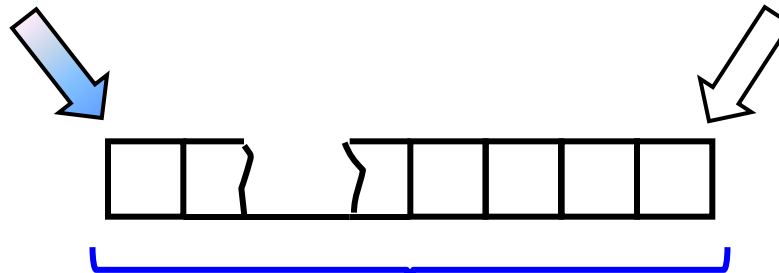
Память компьютера состоит из ячеек, в свою очередь состоящих из некоторого числа однородных элементов.

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:

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

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

