

Представление целых чисел в компьютере

Вся информация, которую обрабатывает компьютер представлена в двоичном коде с помощью двух цифр:
0 и **1**



Целые числа представлены в двоичной системе и занимают 1, 2 или 4 байта.

Один байт это 8 бит (0 и 1).

Существует два вида представления целых чисел: без знака и со знаком.

Представление целых чисел без знака

В числовой системе без знака все числа считаются положительными, и все биты используются для значения числа. Поэтому:

| Количество байт | Диапазон значений в двоичном виде | Диапазон значений в десятичном виде |
|-----------------|---|-------------------------------------|
| 1 (8 бит) | 00000000 – 11111111 | 0 – 255 |
| 2 (16 бит) | 0000000000000000 – 1111111111111111 | 0 – 65535 |
| 4 (32 бита) | 00000000000000000000000000000000 – 11111111111111111111111111111111 | 0 – 4 294 967 295 |

Представление целых чисел со знаком

В числовой системе со знаком старший бит используется для знака.

Причем, у положительных чисел старший бит =0, у отрицательных чисел старший бит =1.

В связи с тем, что в числовой системе со знаком, старший разряд используется для знака, в том же самом количестве байт помещается меньшее по модулю число.

Положительные числа представлены так же как в системе без знака, только занимают на 1 бит больше места.

Представление отрицательных чисел

Отрицательные числа в компьютере представлены в дополнительном коде.

Для получения дополнительного кода необходимо инвертировать все биты соответствующего положительного числа (то есть поменять 1 на 0 и 0 на 1) и к получившемуся числу прибавить 1.

Найдем, как представлено в компьютере число -65 .

1) Запишем в двоичном виде значение положительного числа 65

$$65_{10} = 01000001_2$$

2) Выполним инверсию полученного двоичного числа. Получим:

$$10111110$$

$$10111110$$

3) Прибавим 1 к полученному двоичному числу. Получим:

$$\begin{array}{r} + \quad \quad \quad 1 \\ \hline \end{array}$$

$$10111111$$

Ответ:

$$-65_{10} = 10111111_2$$

Пример 1 для отрицательного числа

Как представлено в одном байте памяти компьютера, в числовой системе со знаком десятичное число -106?

| | | | | | | | | |
|-----------------|-----|----|----|----|---|---|---|---|
| Число / частное | 106 | 53 | 26 | 13 | 6 | 3 | 1 | 0 |
| Делитель 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| Остаток | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | |



Переписываем цифры **справа налево!!!** Добавляем слева **незначащие 0** до 8 бит.

В двоичном виде $106_{10} = 01101010_2$

Инверсия 10010101

+1 $+ \underline{\quad\quad\quad} 1$

$10010110 = -106_{10}$

Ответ:

$-106_{10} = 10010110_2$

Пример 2 для положительного числа

Как представлено в одном байте памяти компьютера, в числовой системе со знаком десятичное число 55?

| | | | | | | | |
|-----------------|----|----|----|---|---|---|---|
| Число / частное | 55 | 24 | 12 | 6 | 3 | 1 | 0 |
| Делитель 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| Остаток | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | |



Переписываем цифры **справа налево!!!** Добавляем слева **незначащие 0** до 8 бит.

В двоичном виде $55_{10} = 00110001_2$

Ответ:

$55_{10} = 00110001_2$

Примеры

Как представлены в одном байте памяти компьютера, в числовой системе со знаком, следующие десятичные числа:

50=

-50=

-85=

Прочитать целое число, записанное в двоичной системе счисления со знаком

Пример 1

Пусть в 1 байте памяти записано число 00011000.
Ясно, что это число положительное (так старший бит=0).

Значит оно переводится в десятичную систему как обычно, то есть:

$$00011000_2 = 2^4 + 2^3 = 16 + 8 = 24_{10}$$

Почему такое странное представление отрицательного числа?

Потому, что компьютер не умеет вычитать, а умеет только складывать. Двоичное вычитание заменяют сложением с отрицательным числом. А в сумме два числа с разными знаками, но с одинаковой абсолютной величиной в сумме должны давать 0.

Сумма +65 и $-65 = 0$.

Проверим это для двоичного компьютерного представления этих чисел.

$$\begin{array}{r} 01000001 \\ +10111111 \\ \hline 00000000 \end{array}$$

Все 8 бит 0. Перенос единичного бита влево потерян.

Покажем, как выглядит следующий ряд чисел в компьютерном представлении:

| | |
|----|----------|
| +3 | 00000011 |
| +2 | 00000010 |
| +1 | 00000001 |
| 0 | 00000000 |
| -1 | 11111111 |
| -2 | 11111110 |
| -3 | 11111101 |
| -4 | 11111100 |
| -5 | 11111011 |

Величину положительного числа определяют 1 биты.

Величину отрицательного числа фактически определяют 0 биты.

Если рассмотреть весовые значения 0 битов, как если бы они были 1, сложить и прибавить 1, то получим абсолютное значение отрицательного числа.

Представление целых чисел со знаком

В связи с тем, что в числовой системе со знаком, старший разряд используется для знака, в том же самом количестве байт помещается меньшее по модулю число. А именно:

| Количество байт | Диапазон значений в двоичном виде | Диапазон значений в десятичном виде |
|-----------------|---|-------------------------------------|
| 1 (8 бит) | 10000000 – 01111111 | -128 до +127 |
| 2 (16 бит) | 1000000000000000 – 0111111111111111 | - 32768 до +32767 |
| 4 (32 бита) | 10000000000000000000000000000000 – – 01111111111111111111111111111111 | -2147483648 до +2147483647 |

Примеры

Запишите в виде целого десятичного числа содержимое одного байта памяти компьютера, в числовой системе со знаком:

10101100=

11001001=

11011101=

00101100=

11001011=