Кодирование целых чисел.

Пляшешник А.В.
МОУ СОШ №5 города Ржева
Тверской области

Для работы с числами человек использует в основном две формы для их записи – естественную и экспоненциальную.

Экспоненциальная форма записи чисел используется для обозначения очень больших или очень маленьких чисел.

Например $0{,}000002=0{,}2*10^{-5}$ или $1000=10^{3}$.

Целые числа.

Целые числа без знака

(только положительные)

Целые числа со знаком
(положительные и отрицательные)

Для хранения чисел в памяти отводится определённое количество разрядов, в совокупности представляющих собой k-разрядную сетку.

Целые числа без знака.

Обычно занимают в памяти один или два байта.

В однобайтовом формате значения от 00000000_2 до 11111111_2 (0…255)

Пример $72_{10}=1001000_2$

Целые числа без знака.

В двухбайтовом формате значения от 00000000 00000000_2 до 11111111 11111111_2 (0…65535)

Пример $72_{10}=1001000_2$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Целые числа со знаком.

Обычно занимают в памяти компьютера 1, 2 или 4 байта, при этом самый левый (старший) разряд содержит информацию о знаке числа. Знак «+» кодируется 0, а «-» - 1

Целые числа со знаком.

В однобайтовом формате значения от -128 до 127.

В двухбайтовом формате значения

От -32 768 до 32 767.

В четырёхбайтовом формате значения от -2 147 483 648 до

2 147 483 647.

Целые числа со знаком.

Примеры.

$1_{10}=1_2$

0	0	0	0	0	0	0	1

Знак числа «+»

Целые числа со знаком.

В компьютерной технике применяются три формы записи (кодирования) целых отрицательных чисел: **прямой** код, **обратный** код, **дополнительный** код.

Прямой код числа.

В знаковый разряд помещается цифра 1, а в разряды цифровой части – двоичный код его абсолютной величины.

Пример

Прямой код числа -1:

1	0	0	0	0	0	0	1

Знак числа «-»

Обратный код числа.

Получается инвертированием всех цифр двоичного кода абсолютной величины числа, включая разряд знака: нули заменяются единицами, а единицы – нулями.

Пример

Число: -1.

Код модуля числа: 0 0000001.

Обратный код числа: 1 1111110.

1	1	1	1	1	1	1	0

Дополнительный код числа.

Получается образованием обратного кода с последующем прибавлением единицы к его младшему разряду.

Пример

Число: -1.

Код модуля числа: 0 0000001.

Обратный код числа: 1 1111110

+1

1 1111111

1	1	1	1	1	1	1	1

Как компьютер выполняет арифметические действия над целыми числами.

В большинстве компьютеров операция вычитание не используется. Вместо неё производится сложение уменьшаемого с обратным или дополнительным кодом вычитаемого. Это позволяет существенно упростить конструкцию АЛУ.

Примеры:

3	0 0000011
+ 7	+ 0 0000111
10	0 0001010

3	0 0000011
+ -10	+ 1 1110101 ← Обратный код числа -10
-7	1 1111000 ← Обратный код числа -7

Примеры:

$$\begin{array}{r} 10 \\ + \quad -3 \\ \hline 7 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 0\ 0001010 \\ + \quad 1\ 1111100 \\ \hline 0\ 0000110 \\ +1 \\ \hline 0\ 0000111 \end{array}$$

Обратный код числа -3

Компьютер исправляет полученный первоначально неправильный результат (6 вместо 7) переносом единицы из знакового разряда в младший разряд суммы.

Примеры:

$$\begin{array}{r} -3 \\ + \\ -7 \\ \hline -10 \end{array}$$

$$\begin{array}{rl} & 1\ 1111100 \\ + & 1\ 1111000 \\ \hline & 1\ 1110100 \\ & \qquad +1 \\ \hline & 1\ 1110101 \end{array}$$

Обратный код числа -3

Обратный код числа -7

Обратный код числа -10

Полученный первоначально неправильный результат (обратный код числа -11 вместо обратного кода числа -10) компьютер исправляет переносом единицы из знакового разряда в младший разряд суммы.

При переводе результата в прямой код биты цифровой части числа инвертируются: 1 0001010 = -10

Задание 1.

Представить число 21 в однобайтовой разрядной сетке.

Задание 2.

Представить число 21 и -21 в двухбайтовой разрядной сетке.