

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

Целые числа.



```
graph TD; A[Целые числа.] --> B[Целые числа без знака<br/>(только положительные)]; A --> C[Целые числа со знаком<br/>(положительные и отрицательные)];
```

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.

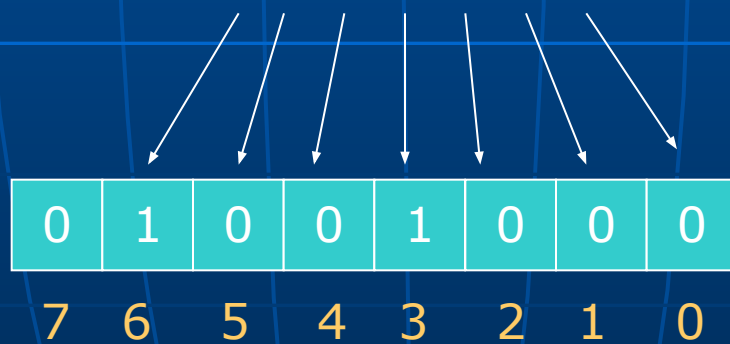
Целые числа без знака.

Обычно занимают в памяти один или два байта.

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

Пример $72_{10} = 1001000_2$

Биты числа
номера разрядов



Целые числа без знака.

В двухбайтовом формате значения
от $00000000\ 00000000_2$
до $11111111\ 11111111_2$
(0...65535)

Пример $72_{10} = 1001000_2$



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.

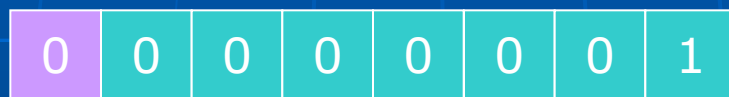
В двухбайтовом формате значения
От -32 768 до 32 767.

В четырёхбайтовом формате
значения от -2 147 483 648 до
2 147 483 647.

Целые числа со знаком.

Примеры.

$$1_{10} = 1_2$$



Знак числа «+»

Целые числа со знаком.

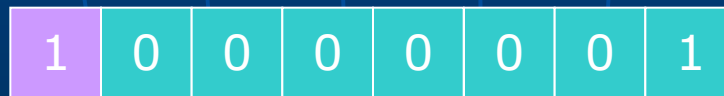
В компьютерной технике применяются три формы записи (кодирования) целых отрицательных чисел: **прямой** код, **обратный** код, **дополнительный** код.

Прямой код числа.

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

Пример

Прямой код числа -1:



▲
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

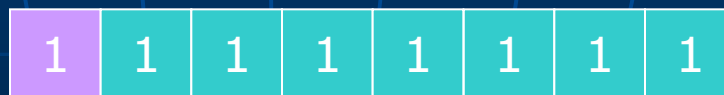
Число: -1.

Код модуля числа: 0 0000001.

Обратный код числа: 1 1111110

+1

1 1111111



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:

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

$$\begin{array}{r} 0\ 0000011 \\ + 0\ 0000111 \\ \hline 0\ 0001010 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 0\ 0000011 \\ + 1\ 1110101 \leftarrow \text{Обратный код числа } -10 \\ \hline 1\ 1111000 \leftarrow \text{Обратный код числа } -7 \end{array}$$

Примеры:

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

The diagram illustrates the process of finding the two's complement of a binary number. It shows the addition of the inverse code of -3 to the original number.

Original number: 0 0001010

Inverse code of -3: 1 1111100 (labeled "Обратный код числа -3")

Sum: 0 0000110

Carry: +1

Final result: 0 0000111

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

Примеры:

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

1 1111100 ← Обратный код числа -3

+ 1 1111000 ← Обратный код числа -7

1 1110100

→ +1

1 1110101 ← 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.