

# 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.



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.

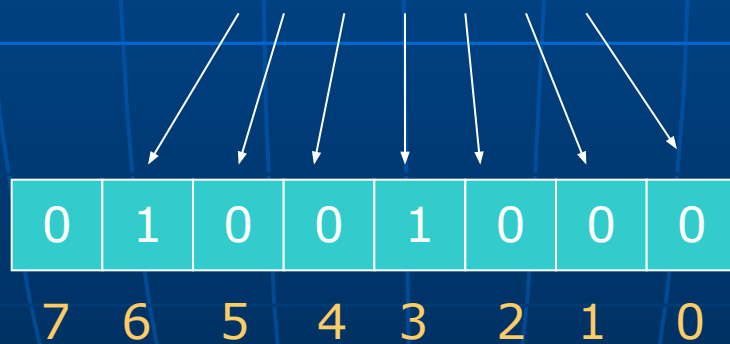
# Целые числа без знака.

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.

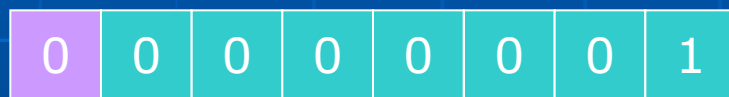
В двухбайтовом формате значения  
От -32 768 до 32 767.

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.

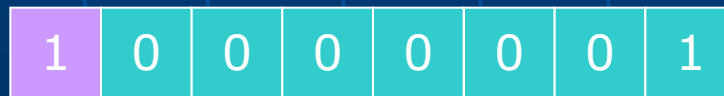
В компьютерной технике применяются три формы записи (кодирования) целых отрицательных чисел: **прямой** код, **обратный** код, **дополнительный** код.

# 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

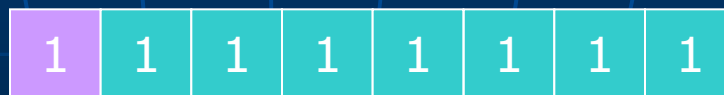
Число: -1.

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:

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

0 0001010  
+ 1 1111100 ← Обратный код числа -3  
-----  
0 0000110  
+ 1  
-----  
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.