

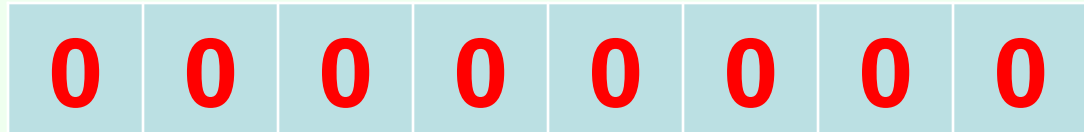
Представление чисел в компьютере

Представление чисел в формате с фиксированной запятой

1. ЦЕЛЫЕ НЕОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ ЧИСЛА

Для хранения *целых неотрицательных чисел* отводится одна ячейка памяти (8 битов).

Минимальное число:



Максимальное число:



Диапазон представления целых неотрицательных чисел от **0** до **255**.

2. ЦЕЛЫЕ ЧИСЛА СО ЗНАКОМ

Для хранения *целых чисел со знаком* отводится две ячейки памяти (16 битов).

Для хранения *больших целых чисел со знаком* отводится четыре ячейки памяти (32 бита).

Старший (левый) разряд отводится под знак числа:

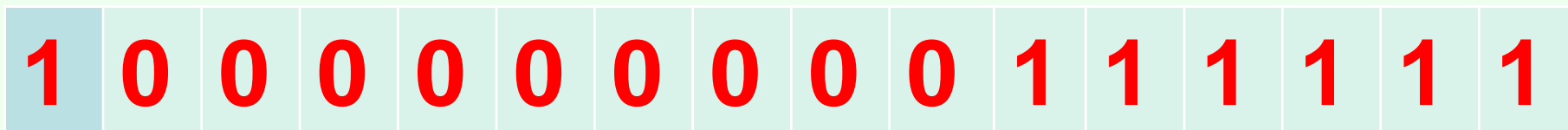
0 – положительное число,

1 – отрицательное число.



↑ 63₁₀

- 63₁₀ ↓



Представление в компьютере положительных чисел с использованием формата «знак-величина» называется **прямым кодом** числа.

ЦЕЛЫЕ ЧИСЛА СО ЗНАКОМ

Диапазон хранения
целых чисел со знаком
от **– 32 768** до **32 767**.

Диапазон хранения
больших целых чисел со знаком
от **– 2 147 483 648** до **2 147 483 647**.

Недостатки использования прямого кода

$$3 + (-3) = 0$$

	0	0	0	0	0	0	1	1
+	1	0	0	0	0	0	1	1
<hr/>								
	1	0	0	0	0	1	1	0
≠ 0								

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ КОД

Для представления отрицательных чисел используется **дополнительный код**, позволяющий заменить арифметическую операцию вычитания операцией сложения.

АЛГОРИТМ ПОЛУЧЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО КОДА

Алгоритм получения дополнительного кода отрицательного числа:

1. Модуль числа записать **прямым кодом** в n двоичных разрядах.
2. Получить **обратный код** числа, для этого значения всех битов инвертировать.
3. К полученному обратному коду **прибавить единицу**.

Найдём дополнительный код отрицательного числа -2002_{10} при $n=16$:

Прямой код	$ -2002_{10} $	00000111 11010010 ₂
Обратный код	Инвертирование	11111000 00101101 ₂
	Прибавление единицы	$\begin{array}{r} 11111000 \ 00101101_2 \\ + \\ 00000000 \ 00000001_2 \end{array}$
Дополнительный код		11111000 00101110 ₂

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С ЦЕЛЫМИ ЧИСЛАМИ

Выполняя на компьютере вычисления с целыми числами, нужно помнить об ограниченности диапазона допустимых значений.

Выход результата за границы допустимого диапазона называется переполнением.

Переполнение при вычислениях с целыми числами не вызывает прерывания работы процессора, но результаты могут оказаться неправильными.

Задание 1

Записать внутреннее представление
следующих десятичных чисел, используя
8-разрядную ячейку:

а) **64** б) **-120**

Задание 1 (решение)

Прямой код

а) **64**

0	1	0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

б) **-120**

Прямой код
модуля числа

0	1	1	1	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Обратный код

1	0	0	0	0	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Дополнительный
код

1	0	0	0	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Представление чисел
в формате
с плавающей запятой

Достоинством представления чисел в формате с фиксированной запятой является простота представления чисел и алгоритмов реализации алгоритмов.

Главный недостаток – небольшой диапазон представления величин, которому недоступны ни очень большие числа ни очень маленькие, а также конечные и бесконечные десятичные дроби.

Представление чисел в формате с плавающей запятой:

Вещественные числа (десятичные дроби) хранятся и обрабатываются компьютером в формате с *плавающей запятой*. В этом случае положение запятой в записи числа может изменяться.



Формат чисел с плавающей запятой базируется на экспоненциальной форме записи, т.е. любое число может быть записано в виде:

$$A = m \times q^n$$

где

m -мантисса числа,

q -основание системы счисления,

n -порядок числа.

Для единообразия представления чисел с плавающей запятой мантиссу ограничили условием:

$$1/n \leq |m| < 1$$

Мантисса должна быть правильной дробью и иметь после запятой цифру, отличную от нуля.

Пример:

Преобразуем десятичное число 555,55, записанное в естественной форме, в форму с нормализованной мантиссой:

$$555,55 = 0,55555 \times 10^3$$

Здесь нормализованная мантисса $m=0,55555$, а порядок $n=3$.

Задание:

Преобразовать десятичные числа записанные в естественной форме, в форму с нормализованной мантиссой. Определить значения m и n .

1) $8,888 =$

$m =$ $n =$

2) $0,00534 =$

$m =$ $n =$

3) $12345,6789 =$

$m =$ $n =$

Задание:

Преобразовать десятичные числа записанные в естественной форме, в форму с нормализованной мантиссой. Определить значения m и n .

$$1) \quad 8,888 = 0,888 * 10^1$$

$$m = 0,888 \quad n = 1$$

$$2) \quad 0,00534 = 0,534 * 10^{-2}$$

$$m = 0,534 \quad n = -2$$

$$3) \quad 12345,6789 = 0,123456789 * 10^5$$

$$m = 0,123456789 \quad n = 5$$



Разделяют числа **обычной и двойной точности**. Для хранения чисел обычной точности используется 32 разрядная ячейка памяти:

- значение порядка и его знак – 8 разрядов (n)
- значение мантиссы и ее знак -24 разряда (m)

0 1 1 1 1 1 1 1	0 1
Знак и n порядок	Знак и мантисса m

Решите устно

Определите число в десятичной системе, если

а) мантисса 0,45, порядок 3

б) мантисса 0,25, порядок -2

Решение

Определите число в десятичной системе, если

а) мантисса 0,45, порядок 3

450

б) мантисса 0,25, порядок -2

0,0025

Подведем итоги

Надо знать.....

Задание 1

Как будут представлены числа A и B в 8-разрядной ячейке памяти со знаком?

$$A = 15 \quad B = -15$$

Задание 1 (ответ)

Как будут представлены числа A и B в 8-разрядной ячейке памяти со знаком?

A = 15

0	0	0	0	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Прямой код

B = -15

0	0	0	0	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

1	1	1	1	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

1	1	1	1	0	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Дополнительный код

Задание 2

Запишите числа в нормализованной форме.
Определите мантиссу и порядок каждого числа

$$A = 123000$$

$$B = 0,0456$$

Задание 2 (ответ)

Запишите числа в нормализованной форме.
Определите мантиссу и порядок каждого числа

A= 123000

m=0,123

n=6

B= 0,0456

m=0,456

n=-1