



# ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЧИСЕЛ В КОМПЬЮТЕРЕ

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАТИКИ

**8 класс**

# Домашнее задание

**№ 59.** В олимпиаде по информатике участвовало 30 девочек и 50 мальчиков, а всего 100 человек. В какой системе счисления записаны эти сведения?

**Решение.**

$$30_x + 50_x = 100_x$$

Переведем числа в десятичную систему счисления

$$(3 \cdot x^1 + 0 \cdot x^0) + (5 \cdot x^1 + 0 \cdot x^0) = 1 \cdot x^2 + 0 \cdot x^1 + 0 \cdot x^0$$

$$3x + 5x = x^2$$

$$8x - x^2 = 0$$

$$x(8 - x) = 0$$

$$x = 0 \text{ или } x = 8$$

# Ключевые слова

- разряд
- беззнаковое представление целых чисел
- представление целых чисел со знаком
- представление вещественных чисел



# Ячейки памяти

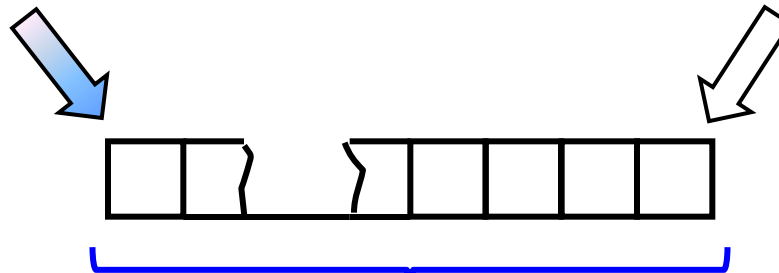
Память компьютера состоит из ячеек, в свою очередь состоящих из некоторого числа однородных элементов.

Каждый такой элемент служит для хранения одного из битов - разрядов двоичного числа. Именно поэтому каждый элемент ячейки называют **битом** или **разрядом**.



( $n-1$ )-й разряд

0 –й разряд



ячейка из  $n$  разрядов

# Представление целых чисел

Используется несколько способов представления целых чисел, отличающихся количеством разрядов и наличием или отсутствием знакового разряда.

Под целые отводится 8 разрядов:

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

Под целые числа отводится 16 разрядов:

Знак	Число															
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1

Под целые числа отводится 32 разряда:

[illegible]

# Беззнаковое представление

Беззнаковое представление можно использовать только для неотрицательных целых чисел.

Минимальное значение: во всех разрядах ячейки хранятся нули.

Максимальное значение: во всех разрядах ячейки хранятся единицы ( $2^n - 1$ ).

Количество битов	Минимальное значение	Максимальное значение
8	0	255 ( $2^8 - 1$ )
16	0	65 535 ( $2^{16} - 1$ )
32	0	4 294 967 295 ( $2^{32} - 1$ )
64	0	18 446 744 073 709 551 615 ( $2^{64} - 1$ )

# **Представление целого положительного числа в компьютере**

- 1) число переводится в двоичную систему;
- 2) результат дополняется нулями слева в пределах выбранного формата.

# Представление целого положительного числа в компьютере

Например, положительное число  $135_{10}$  в зависимости от формата представления в компьютере будет иметь следующий вид:

- для формата в виде 1 байта – 10000111 (отсутствует знаковый разряд);
- для формата в виде 2 байтов – 0 0000000 10000111;
- для формата в виде 4 байтов –  
0 0000000 00000000 00000000 10000111



**Пример 1.** Число  $53_{10} = 110101_2$  в восьмиразрядном представлении имеет вид:



Число 53 в шестнадцатиразрядном представлении имеет вид:



Представление чисел в памяти компьютера



Ôàëë "SWF"

# Представление со знаком

При представлении со знаком самый старший (левый) разряд отводится под знак числа, остальные разряды – под само число.

Если число положительное, то в знаковый разряд помещается **0**, если число отрицательное, то **1**.

Диапазон представления чисел  $-2^{n-1} \leq x \leq 2^{n-1}-1$ ,  
где  $n$  – разрядность ячейки.

Минимальное значение:  $-2^{n-1}$ .

Максимальное значение:  $2^{n-1}-1$ .

Количество битов	Диапазон чисел
8	от $-2^7$ до $2^7-1$ (от -128 до 127)
16	от $-2^{15}$ до $2^{15}-1$ (от -32768 до 32767)
32	от $-2^{31}$ до $2^{31}-1$ (от -2147483648 до 2147483647)
64	от $-2^{63}$ до $2^{63}-1$ (от -9223372036854775808)

# Прямой код

**Пример 2.** Число  $73_{10} = 1001001_2$ .

Прямой код числа  $73_{10}$  в восьмиразрядном представлении имеет вид:

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

Прямой код числа  $-73_{10}$  в восьмиразрядном представлении имеет вид:

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

Прямой код используется главным образом для записи и выполнения операций с неотрицательными целыми числами. Для выполнения операций с отрицательными числами используется дополнительный код.

# Представление целого отрицательного числа в компьютере

- 1) число без знака переводится в двоичную систему;
- 2) результат дополняется нулями слева в пределах выбранного формата;
- 3) полученное число переводится в обратный код (нули заменяются единицами, а единицы – нулями);
- 4) к полученному коду прибавляется 1 (дополнительный код).

# Представление целого отрицательного числа в компьютере

Например, представим число  $-135_{10}$  в 2-байтовом формате:

- $135_{10} = 10000111_2$  (перевод десятичного числа без знака в двоичный код);
- 0 0000000 10000111 (дополнение двоичного числа нулями слева в пределах формата);
- 0 0000000 10000111  $\rightarrow$  1 1111111 01111000 (перевод в обратный код);
- 1 1111111 01111000  $\rightarrow$  1 1111111 01111001 (перевод в дополнительный код).

Для компьютерного представления целых чисел используются несколько различных способов, отличающихся друг от друга количеством разрядов (8, 16, 32 или 64) и наличием или отсутствием знакового разряда.

Для **представления беззнакового целого числа** его следует перевести в двоичную систему счисления и дополнить полученный результат слева нулями до стандартной разрядности.

При **представлении со знаком** самый старший разряд отводится под знак числа, остальные разряды – под само число. Если число положительное, то в знаковый разряд помещается 0, если число отрицательное, то 1.

# Представление вещественных чисел

Любое вещественное число  $A$  может быть записано в нормальной (научной, экспоненциальной) форме:

$A = \pm m \cdot q^p$ , где:

$m$  – мантисса числа;

$q$  – основание системы счисления;

$p$  – порядок числа.

**Пример.** 472 000 000 может быть представлено так:

$$4720 \cdot 10^5 \quad 472 \cdot 10^6 \quad 47,2 \cdot 10^7 \quad 4,72 \cdot 10^8$$

Запятая «плавает» по мантиссе.

Такое представление числа называется представлением в формате с плавающей запятой.

Бывают записи вида:  $4.72E+8$ .



# Формат с плавающей запятой

Число в формате с плавающей запятой может занимать в памяти компьютера 32 или 64 разряда.

При этом выделяются разряды для хранения знака порядка, порядка, знака мантиссы и мантиссы.



Диапазон представления вещественных чисел определяется количеством разрядов, отведённых для хранения порядка числа, а точность – количеством разрядов, отведённых для хранения мантиссы.



# Задания

**№ 65.** Запишите следующие числа в естественной форме:

$0,0098765 \cdot 10^2$	
$0,0123 \cdot 10^{-3}$	
$0,1359E + 7$	
$19,569120E - 5$	

# Самое главное

Для компьютерного представления целых чисел используются несколько различных способов, отличающихся друг от друга количеством разрядов (8, 16, 32 или 64) и наличием или отсутствием знакового разряда.

Для **представления беззнакового целого числа** его следует перевести в двоичную систему счисления и дополнить полученный результат слева нулями до стандартной разрядности.

При **представлении со знаком** самый старший разряд отводится под знак числа, остальные разряды – под само число. Если число положительное, то в знаковый разряд помещается 0, если число отрицательное, то 1.

**Вещественные числа** в компьютере хранятся в формате с плавающей запятой:

$$A = \pm m \times q^p, \text{ где:}$$

$m$  – мантисса числа;

$q$  – основание системы счисления;

$p$  – порядок числа.



# Задания

1. Представьте число  $63_{10}$  в беззнаковом 8-разрядном формате.
2. Найдите десятичные эквиваленты чисел по их прямым кодам, записанным в 8-разрядном формате со знаком:  
а) 01001100;  
б) 10010101.
3. Какие из чисел  $443_8$ ,  $101010_2$ ,  $256_{10}$  можно сохранить в 8-разрядном формате?

# Задания

4. Запишите следующие числа в естественной форме:

а)  $0,3800456 \cdot 10^2$ ;

б)  $0,245 \cdot 10^{-3}$ ;

в)  $1,256900E+5$ ;

г)  $9,569120E-3$ .

5. Запишите число  $2010,0102_{10}$  пятью различными способами в нормальной форме.

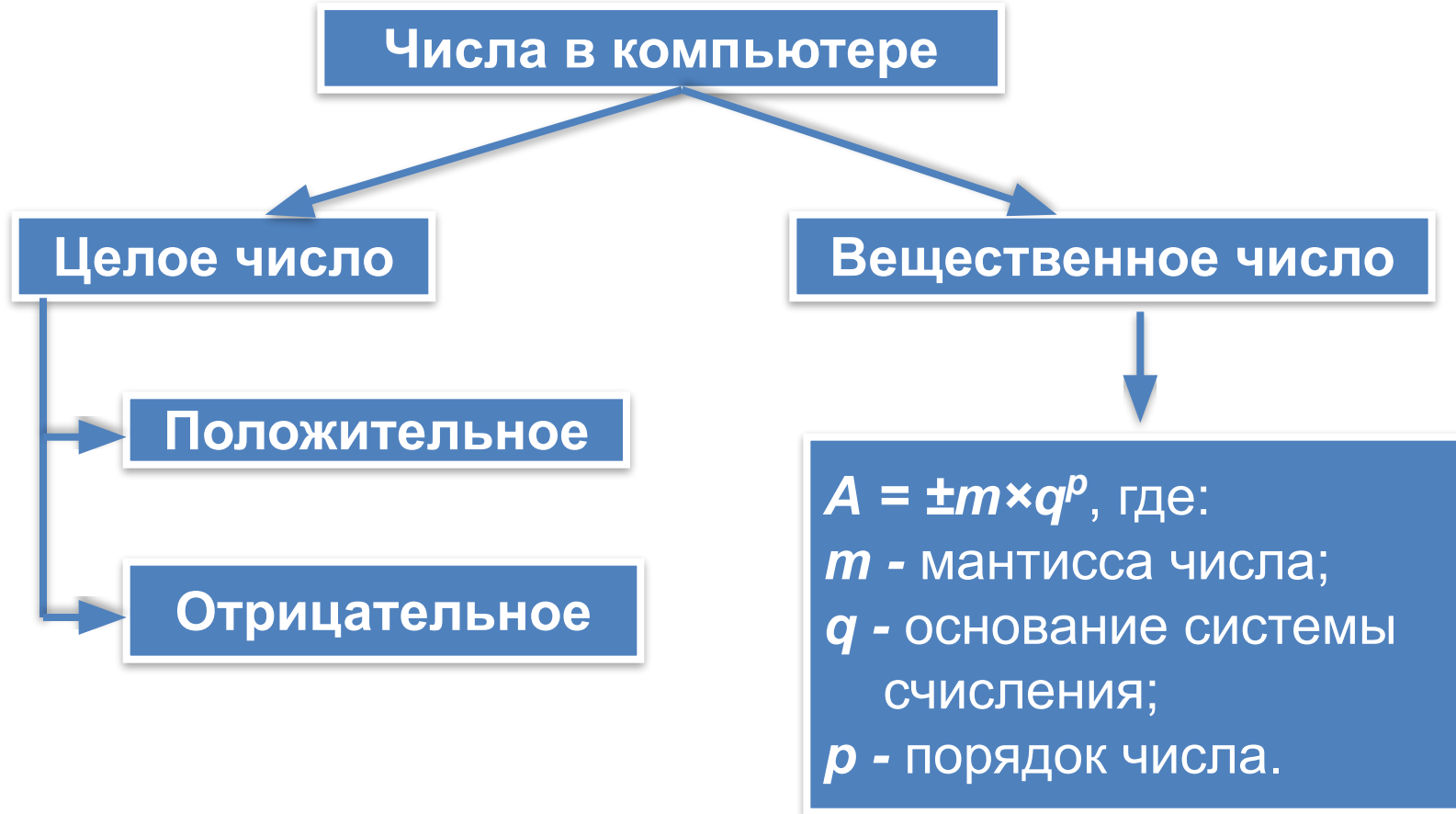
6. Запишите следующие числа в нормальной форме с нормализованной мантиссой – правильной дробью, имеющей после запятой цифру, отличную от нуля:

а)  $217,93410$ ;

б)  $7532110$ ;

в)  $0,0010110$ .

# Опорный конспект



# Электронные образовательные ресурсы

[http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/d26ca47b-943d-4dec-a853-a32844cdc101/9\\_117.swf](http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/d26ca47b-943d-4dec-a853-a32844cdc101/9_117.swf) - Числа в памяти компьютера

[http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/ecf4ab69-d8ac-40a8-b26a-2780aa70b33d/9\\_118.swf](http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/ecf4ab69-d8ac-40a8-b26a-2780aa70b33d/9_118.swf) - Представление чисел в памяти компьютера

# Домашнее задание

§ 1.2.2;

№ 62, 63, 64, 67, 74, 75 в рабочей тетради

Самостоятельная работа