



**ИНФОРМАТИКА**

**10**  
класс

# ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЧИСЕЛ В КОМПЬЮТЕРЕ

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ В КОМПЬЮТЕРЕ

# КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- ◆ беззнаковое представление
- ◆ прямой код
- ◆ дополнительный код
- ◆ нормализованная запись
- ◆ мантисса

# ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЦЕЛЫХ ЧИСЕЛ

## Число в математике

1011111110100001

Количество цифр в записи числа может быть сколь угодно большим.

У любого целого числа есть следующее и предыдущее число.

## Число в компьютере

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

Количество цифр (разрядов) ограничено памятью, выделенной для его хранения.

Размер памяти определяет величину самого большого числа.

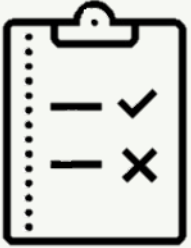


# ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЦЕЛЫХ ЧИСЕЛ



Правильный выбор памяти для данных – задача программиста.





# ЧТО НАПЕЧАТАЕТ ДАННАЯ ПРОГРАММА?

```
Var x: byte; ←
```

```
Begin
```

```
  x:=131;
```

```
  x:=x*2;
```

```
  write(x);
```

```
End.
```

**Ответ: 6**



# ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЦЕЛЫХ ЧИСЕЛ

**Беззнаковое представление** можно использовать только для неотрицательных целых чисел.

**Способ представления целых чисел обеспечивает:**

- ◆ эффективное расходование памяти
- ◆ повышение быстродействия
- ◆ повышение точности вычислений за счёт введения операции деления нацело с остатком

Количество разрядов	Диапазон чисел
8	[0; 255]
16	[0; 65 535]
32	[0; 4 294 967 295]
64	[0; 18 446 744 073 709 551 615]

# ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЦЕЛЫХ ЧИСЕЛ

Представление числа в привычной для человека форме «знак – величина», при которой старший разряд ячейки отводится под знак, а остальные разряды — под цифры числа, называется **прямым кодом**.

0 1 0 1 1 0 0 0

1 1 0 1 1 0 0 0

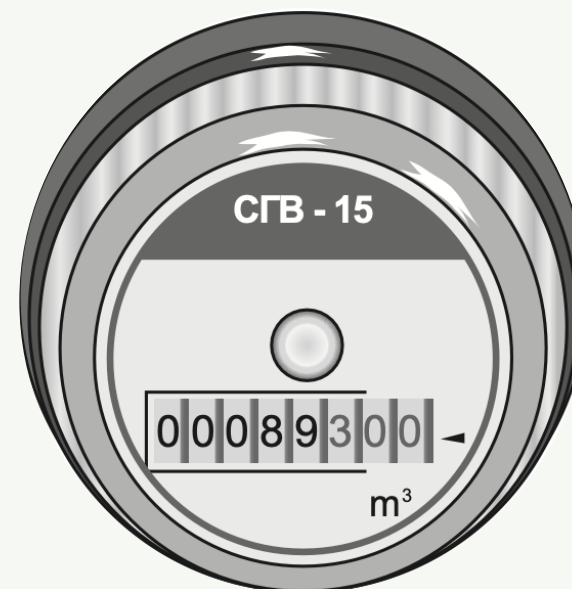
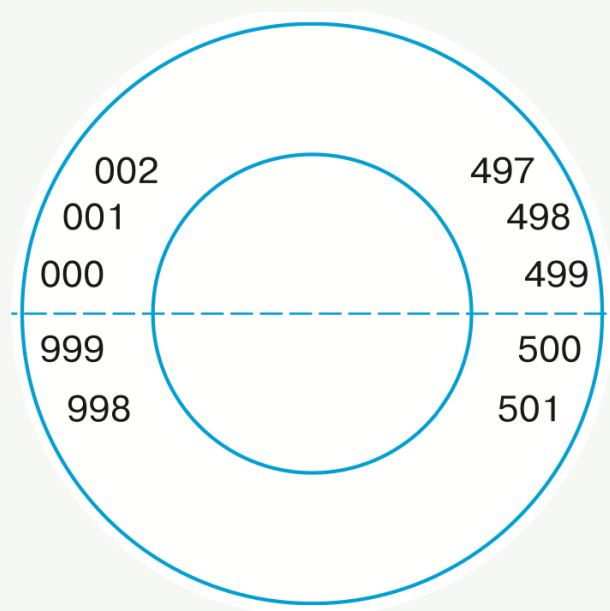
Работа	Количество разрядов	Диапазон чисел
♦ для дей	8	[-128; 127]
♦ для осо	16	[-32 768; 32 767]
В прям	32	[-2 147 483 648; 2 147 483 647]
архитектур	64	[-9 223 372 036 854 775 808; 9 223 372 036 854 775 807]

сложной



# ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ КОД

**Дополнительный код** положительного числа совпадает с этим числом, а для отрицательного числа он равен дополнению его величины до числа  $q^n$ , возникающего при переполнении разрядной сетки. Здесь  $q$  — основание системы счисления,  $n$  — число разрядов в разрядной сетке.



# АЛГОРИТМ ПОЛУЧЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО $n$ -РАЗРЯДНОГО КОДА ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ЧИСЛА

- 1) модуль числа представить прямым кодом в  $n$  двоичных разрядах;
- 2) значения всех разрядов инвертировать (все нули заменить единицами, а единицы — нулями);
- 3) к полученному представлению, рассматриваемому как  $n$ -разрядное неотрицательное двоичное число, прибавить единицу.





# ПРИМЕР 1

Найдем 16-разрядный дополнительный код отрицательного числа  $-152_{10}$ .

$$x + |x| = 0, \quad x < 0 \quad -152 + |-152| = 0$$

Выделим под значение  $|x|$  один байт памяти компьютера.

+ 

	1	0	0	1	1	0	0	0	x
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Сколько надо прибавить,  
чтобы получить 0?

1

- 

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

Отрицательное число  
Дополнительный код



# ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЦЕЛЫХ ЧИСЕЛ

Дополнительный  $n$ -разрядный код отрицательного числа равен  $2^n - |x|$ .



## Алгоритм

Найдите  $n$  отличий  $|x|$

- Инвертировать  $0 \leftrightarrow 1$
- Прибавить 1

Дополнительный  $n$ -разрядный код  $2^n - |x|$



# Представление целых чисел

Алгоритм

- ◆ Записать прямой  $n$ -разрядный код  $|x|$
- ◆ Инвертировать  $0 \leftrightarrow 1$
- ◆ Прибавить 1

Определить восьмизрядный дополнительный код числа **-24**.

**Решение:**  $24 = 16 + 8 = 11000_2$

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

 ← 8 разрядов

---

**Ответ: 11101000**



## ПРИМЕР 2

Определить значение по восьмиразрядному коду.

1 0 0 1 1 0 0 0

В старшем разряде 1, значит число меньше 0.

### Обратный алгоритм

- Вычесть 1 из двоичного числа
- Инвертировать  $0 \leftrightarrow 1$

### Прямой алгоритм

- Инвертировать  $0 \leftrightarrow 1$
- Прибавить 1 к двоичному числу

Перевести в 10-ую систему счисления

# ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННЫХ ЧИСЕЛ

В экспоненциальной форме вещественное число  $a$  представляется как  $a = \pm t \cdot q^p$ , где  $t$  — мантисса числа,  $q$  — основание системы счисления,  $p$  — порядок числа.

Длину отрезка, равного 47,8 см, можно записать так:

- 1)  $478 \cdot 10^{-1}$  см;
- 2)  $47,8 \cdot 10^0$  см;
- 3)  $4,78 \cdot 10^1$  см;
- 4)  $0,478 \cdot 10^2$  см;
- 5)  $0,000478 \cdot 10^5$  см.

# ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННЫХ ЧИСЕЛ

**Нормализованная запись** вещественного числа – это запись в виде  $a = \pm t \cdot q^p$ , где  $p$  – целое число,  $q$  – система счисления,  $t$  – дробь, целая часть которой содержит одну значащую цифру, т. е.  $1 \leq t < q$ .

примеры нормализации чисел:

- 1)  $31,415926 = 3,1415926 \cdot 10^1$ ;
- 2)  $1000 = 1,0 \cdot 10^3$ ;
- 3)  $0,123456789 = 1,23456789 \cdot 10^{-1}$ ;
- 4)  $0,0000107_8 = 1,07_8 \cdot 10_8^{-5}$ ;
- 5)  $1000,0001_2 = 1,0000001_2 \cdot 10_2^{11}$ ;
- 6)  $6) \text{AB,CDEF}_{16} = \text{A,BCDEF}_{16} \cdot 10_{16}^1$ .

- ◆ 6 знако-мест отводится под мантиссу (одно знакоместо отводится под знак мантиссы, четыре — под цифры мантиссы, одно — под точку, разделяющую целую и дробную части мантиссы);
- ◆ одно знако-место отводится под символ «Е»;
- ◆ три знако-места отводятся под порядок (одно — под знак порядка, два — под цифры порядка)



В математике множество целых чисел дискретно, бесконечно и не ограничено.

Для компьютерного представления целых чисел используется несколько различных способов, отличающихся друг от друга количеством разрядов (8, 16, 32 или 64 разряда) и наличием или отсутствием знакового разряда. В любом случае компьютерное представление целых чисел дискретно, конечно и ограничено.

В математике множество вещественных чисел непрерывно, бесконечно и не ограничено.

Для компьютерного представления вещественных чисел используется нормализованная запись вещественного числа  $a = \pm m \cdot q^p$ , где  $q$  — основание системы счисления,  $p$  — целое число (положительное, отрицательное или ноль),  $m$  — дробь, целая часть которой содержит одну значащую (ненулевую) цифру, т.е.  $1 \leq m < q$ .

Компьютерное представление вещественных чисел дискретно, конечно и ограничено.



# ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Представьте в восьмиразрядном формате прямые коды десятичных чисел:

а) 64;

б) 58;

в) 72;

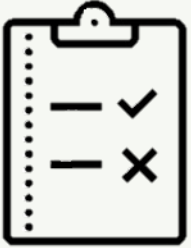
г) -96.



# ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Можно ли числа  $43_{16}$ ,  $101010_2$ ,  $129_{10}$  и  $-52_{10}$  сохранить в однобайтовом формате?

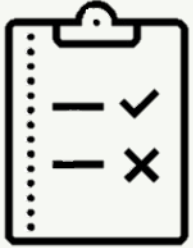




# ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Почему множество целых чисел, представимых в памяти компьютера, дискретно, конечно и ограничено?





# ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Представьте в восьмиразрядном формате дополнительные коды двоичных чисел:

а)  $+1010$ ;

б)  $-1001$ ;

в)  $-11$ ;

г)  $-11011$ .





# ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Найдите десятичные эквиваленты чисел, представленных в прямом коде:

а) 00000100;

б) 00001001;

в) 10000011;

г) 10000110.



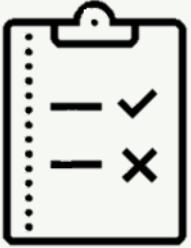
# ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Найдите десятичные эквиваленты чисел, представленных в дополнительном коде:

а) 00000100;

б) 11111001.



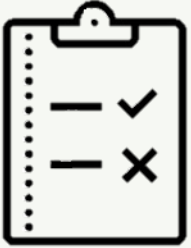


# ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Для хранения целого числа со знаком в компьютере используется два байта. Сколько единиц содержит внутреннее представление числа  $-101$ , записанного:

- 1) в прямом коде;
- 2) в дополнительном коде?





## ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

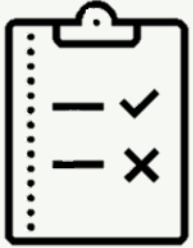
Вычислите с помощью калькулятора (приложение Windows) в режиме *Программист* следующие примеры:

а)  $111011101_2 - 1101110110_2;$

б)  $1101101001_2 - 11000100100_2.$

Как вы можете объяснить полученные результаты?





# ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Запишите десятичные числа в нормализованной форме:

а) 217,934;

б) 75321;

в) 10,0101;

г) 200450.



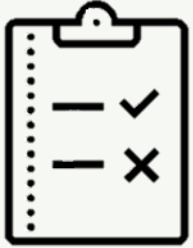
# ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Сравните следующие числа:

а)  $318,4785 \cdot 10^9$  и  $3,184785 \cdot 10^{11}$ ;

б)  $218,4785 \cdot 10^{-3}$  и  $1847,85 \cdot 10^{-4}$ .





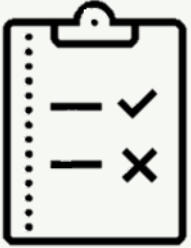
# ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Выполните операцию сложения:

а)  $0,397621 \cdot 10^3 + 0,2379 \cdot 10^1$ ;

б)  $0,251452 \cdot 10^{-3} + 0,125111 \cdot 10^{-2}$ .





# ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Почему множество вещественных чисел, представимых в памяти компьютера, дискретно, конечно и ограничено?

