Информатика

# ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЧИСЕЛ В КОМПЬЮТЕРЕ

## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ В КОМПЬЮТЕРЕ

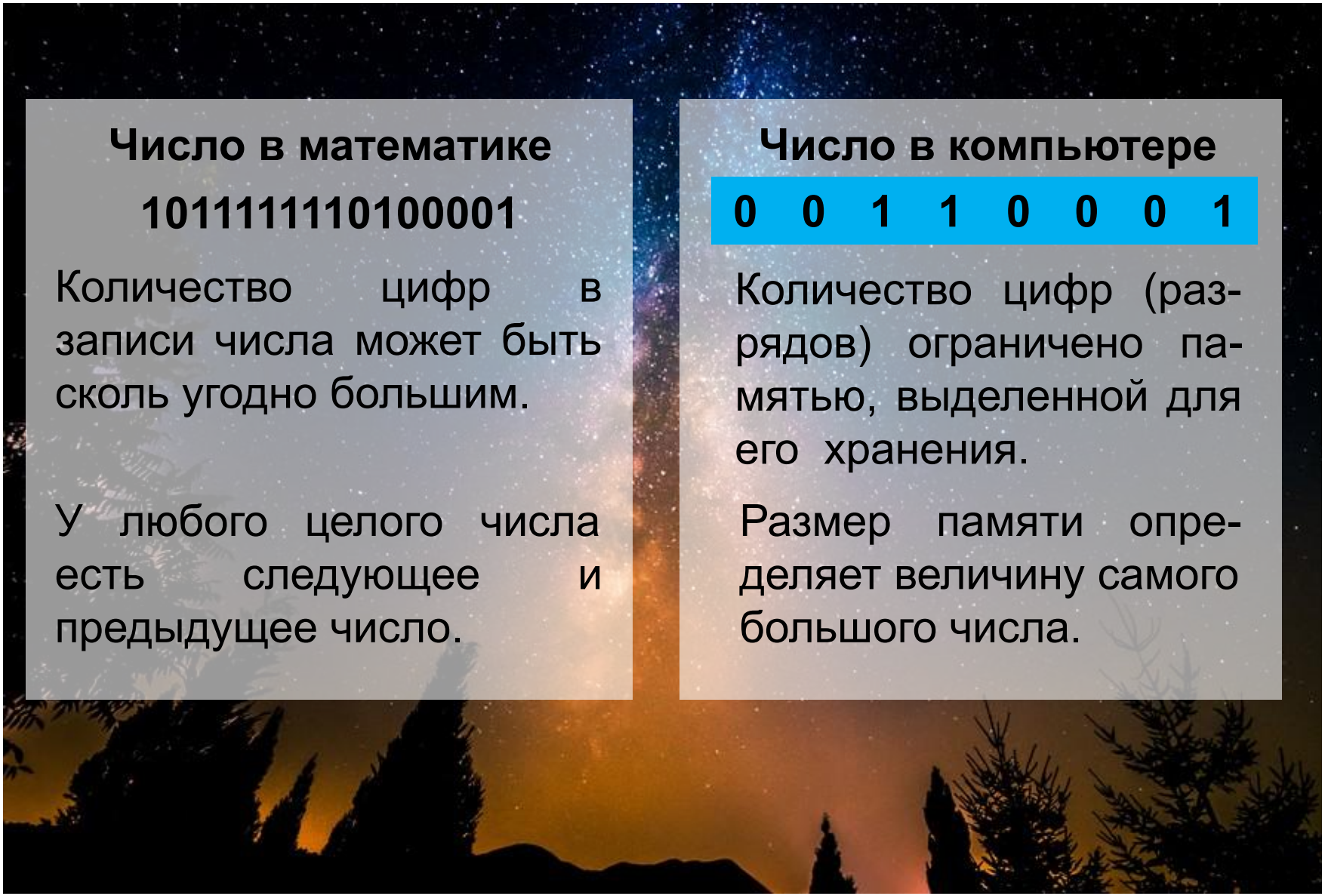
10 класс

ИЗДАТЕЛЬСТВО БИНОМ

# 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.

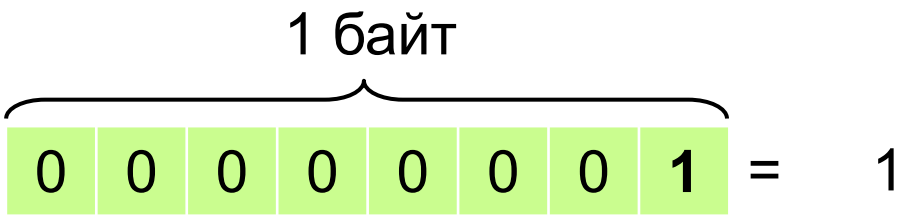
**Число в компьютере**

| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

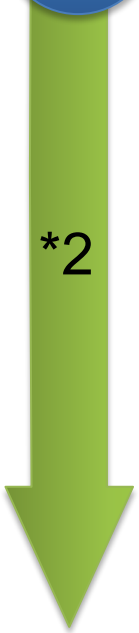
Количество цифр (разрядов) ограничено памятью, выделенной для его хранения.

Размер памяти определяет величину самого большого числа.

# Представление целых чисел



Что напечатает программа?




```
Var x: byte;
Begin
   x:=131;
   x:=x*2;
   write(x);
End.
```

Решение

Правильный выбор памяти для данных – задача программиста.

# Представление целых чисел

**Решение**:

Что напечатает данная программа?

```
Var x: byte;
Begin
  x:=131;
  x:=x*2;
  write(x);
End.
```

**Ответ**: **6**

*При каком самом большом значении целой переменной x эта программа выведет правильный ответ?*

Ответ

# Представление целых чисел

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

| 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] |

**Способ представления целых чисел обеспечивает:**

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

# 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**.

| Количество разрядов | Диапазон чисел |
|---|---|
| 8 | [-128; 127] |
| 16 | [-32 768; 32 767] |
| 32 | [-2 147 483 648; 2 147 483 647] |
| 64 | [-9 223 372 036 854 775 808; 9 223 372 036 854 775 807] |

алгоритмов:

- для действия «вычитание»;
- для особой обработки знакового разряда.

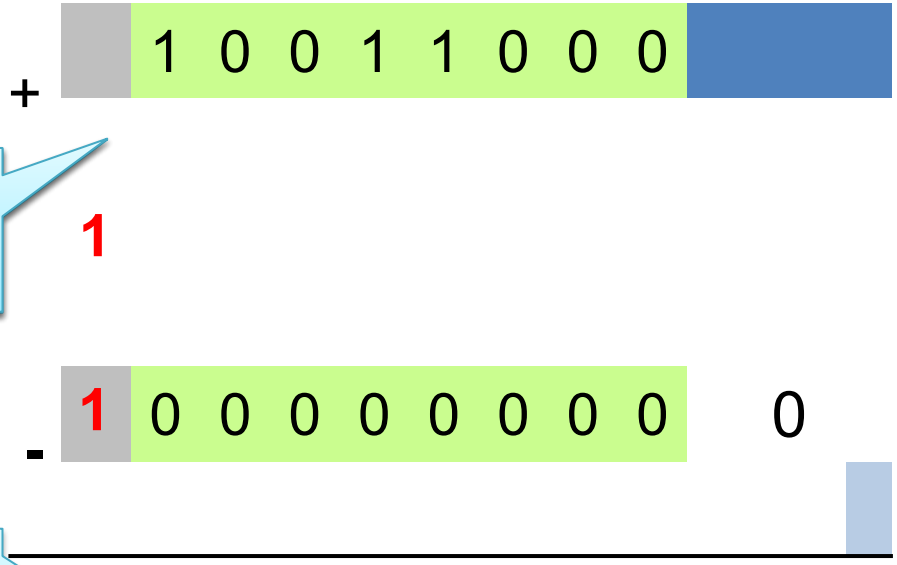
В прямом коде можно хранить числа, с которыми требует более сложной архитектуры центрального процессора.

# Дополнительный код числа

Сумма отрицательного числа и его модуля равна 0.

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

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

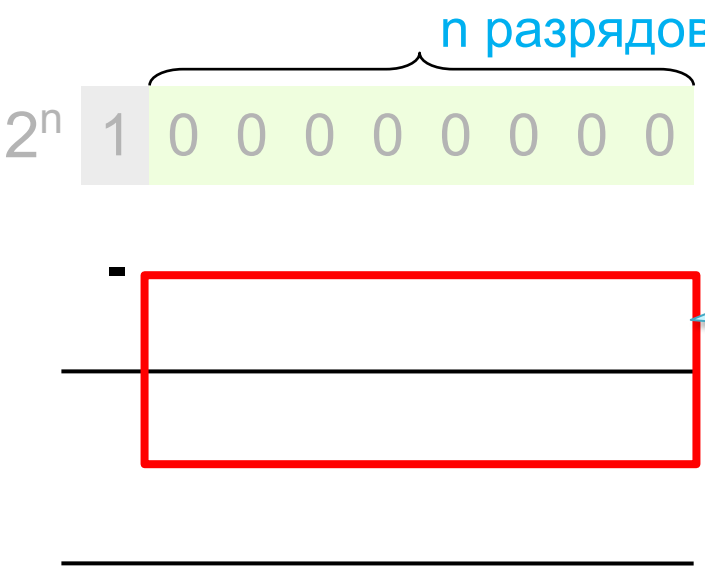



Сколько надо прибавить, чтобы получить 0?

Отрицательное число **Дополнительный код**

# Представление целых чисел

Дополнительный *n*-разрядный код отрицательного числа




**Алгоритм**

Найдите n отличий

- 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 восьмиразрядный дополнительный код числа **-24.**

**Решение:** $24=16+8=11000_2$

0 0 0 1 1 0 0 0 ← 8 разрядов

---

**Ответ: 11101000**

# Представление целых чисел

Определить значение по восьми-разрядному коду.

1 0 0 1 1 0 0 0

**Решение:**

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

**Ответ: 104**

# Представление вещественных чисел

**Экспоненциальная форма вещественного числа**

$$a = \pm m \cdot q^p$$

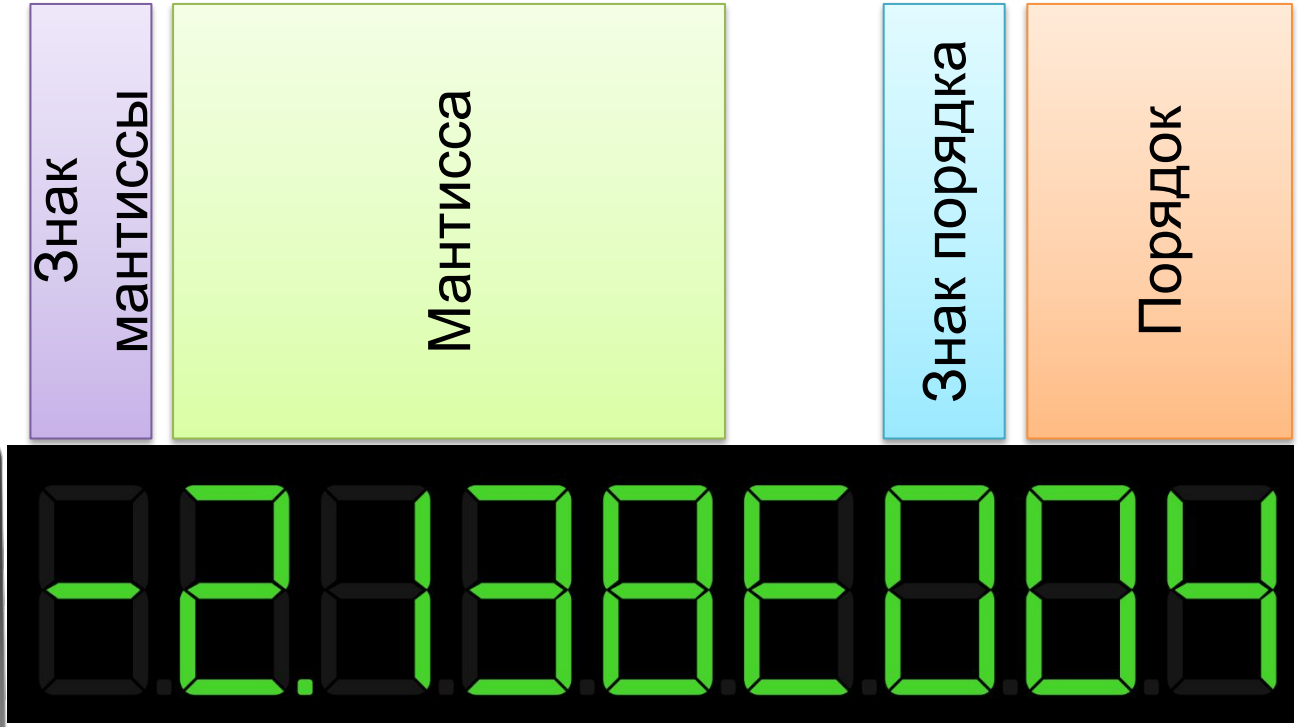
порядок числа

мантисса

основание системы счисления

# Представление вещественных чисел

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



# Самое главное

В математике множество целых чисел дискретно, бесконечно и не ограничено. Компьютерное представление целых чисел дискретно, конечно и ограничено. Для компьютерного представления целых чисел используется 8, 16, 32 или 64 разряда. Для записи знака выделен один знаковый разряд.

В математике множество вещественных чисел непрерывно, бесконечно и не ограничено. Компьютерное представление вещественных чисел дискретно, конечно и ограничено. Вещественные числа в компьютере представлены нормализованной записью $a = \pm m \cdot q^p$, где $p$– целое число, $m$ – дробь, целая часть которой содержит одну значащую цифру ($1 \le m < q$).

# Вопросы и задания

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

2. Какие из чисел можно сохранить в однобайтном знаковом формате?

$-55_{10}$ ✓ $-100_{10}$ ✓ $200_8$

$93_{16}$ $93_{10}$ ✓ $-200_8$ ✓

Ответ

3. Представить числа в однобайтовом беззнаковом формате:

$43_{16}$= 0 1 0 0 0 0 1 1 $11101_2$= 0 0 0 1 1 1 0 1

Ответ

# Вопросы и задания

4. Запишите числа в прямом однобайтном коде:

$58_{16}$= 0 1 0 1 1 0 0 0 $-43_{16}$= 1 1 0 0 0 0 1 1

$100_{8}$= 0 1 0 0 0 0 0 0 $-100_{10}$= 1 1 1 0 0 1 0 0

Ответ

5. Какие числа представлены в нормализованной записи?

$-12{,}145 \cdot 10^{3}$ $1{,}2145 \cdot 10^{0}$ ✓

$-1{,}2145 \cdot 10^{3}$ ✓ $-0{,}2145 \cdot 10^{3}$

Ответ

# Вопросы и задания

6. Представьте дополнительные коды чисел в восьмиразрядном формате:

-73= 1 0 1 1 0 1 1 1

-32= 1 1 1 0 0 0 0 0

-56= 1 1 0 0 1 0 0 0

Ответ

7. Определить десятичное число по дополнительному коду:

-63= 1 1 0 0 0 0 0 1

-118= 1 0 0 0 1 0 1 0

14= 0 0 0 0 1 1 1 0

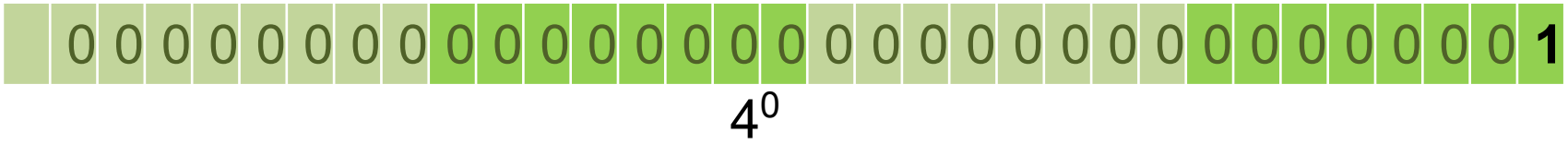
Ответ

8. Переменная A – целое неотрицательное число, занимающее в памяти 4 байта. Какую самую большую степень числа 4 можно вычислить?

Решение

# Вопросы и задания

8. Переменная A – целое неотрицательное число, занимающее в памяти 4 байта. Какую самую большую степень числа 4 можно вычислить?




$4^0$

$4^1$

$4^{15}$

**Решение**:

4 байта = 32 бита.

Единица в старшем разряде соответствует числу $2^{31}$.

$2^{31} = 2 \cdot 2^{15 \cdot 2} = 2 \cdot 4^{15}$

**Ответ: 15**

# Информационные источники


- http://www.novoboi.ru/wallpapers/large/19443.jpg
- https://otvet.imgsmail.ru/download/875a8375f91de049494d6073098e8a2f_828e3f9191049e0e415d927865313858.jpg
- http://1.bp.blogspot.com/-45Gc5Bt4WbI/Ulbu1FqTNII/AAAAAAAABR0/kB9M7OYTV1E/s1600/1aisC89.jpg
- http://www.kelownadivorce.ca/wp-content/uploads/2012/07/MySupportCalculator-837x1024.jpg