



Тематический модуль 4. «Представление чисел в компьютере»

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЧИСЕЛ В КОМПЬЮТЕРЕ

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

10 класс



ИЗДАТЕЛЬСТВО

БИНОМ

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.
```

*2

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**.

0 1 0 1 1 0 0 0

1 1 0 1 1 0 0 0

Количество разрядов	Диапазон чисел
алгоритмов: 8	[-128; 127]
• для действия «вычитание»;	
• для особой обработки знакового разряда: 16	[-32 768; 32 767]
В прямом 32-битовом коде можно хранить целые числа, но для работы с ними требуется более сложная архитектура центрального процессора. 64	[-9 223 372 036 854 775 808; 9 223 372 036 854 775 807]

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?

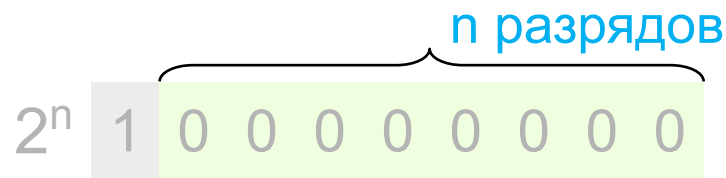
1

-  0

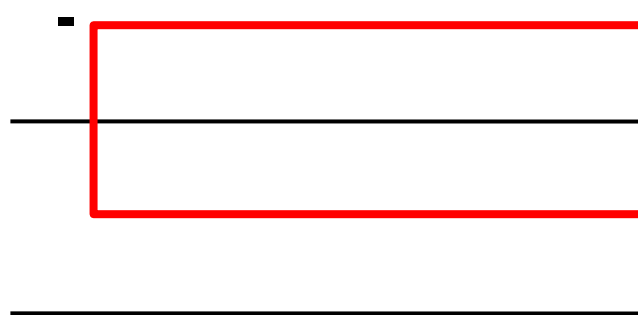
Отрицательное число
Дополнительный код

Представление целых чисел

Дополнительный n -разрядный код отрицательного числа



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 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

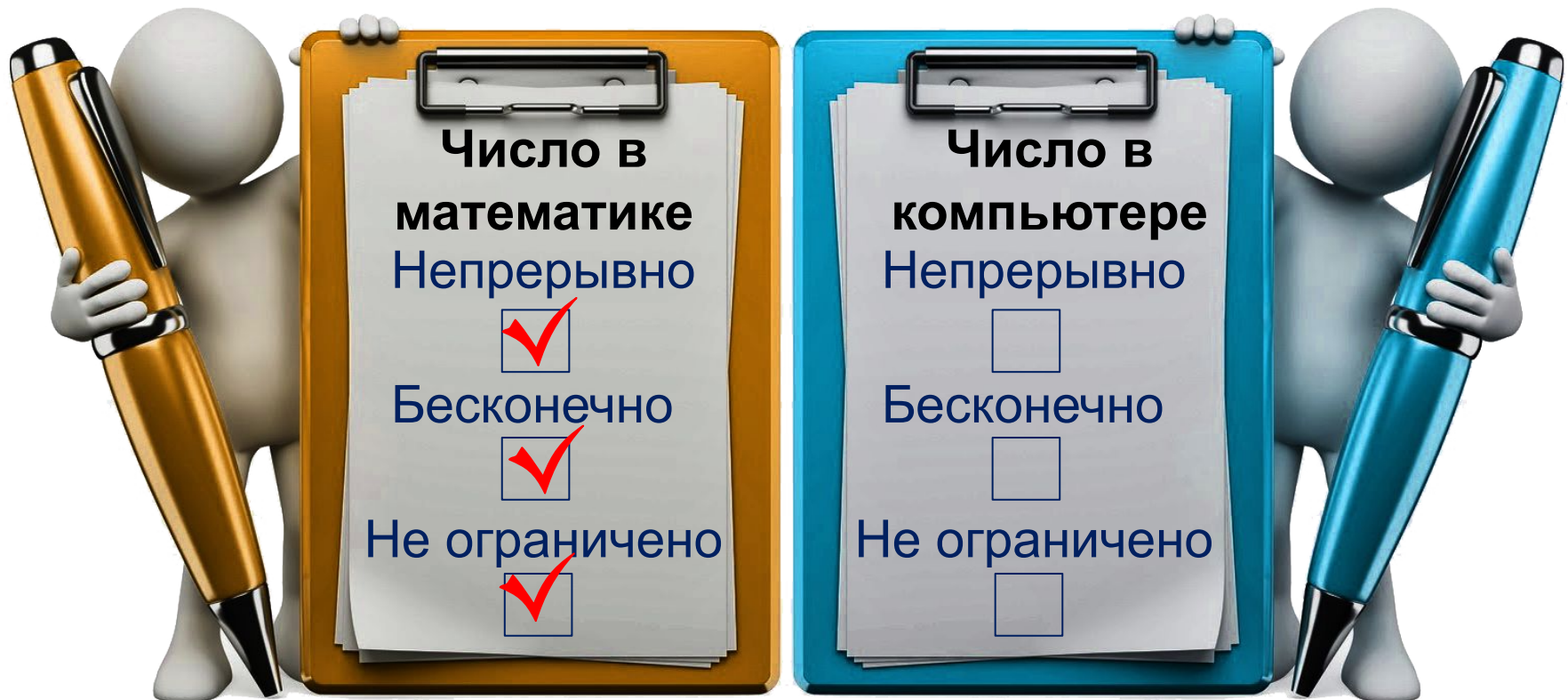
Экспоненциальная
форма
вещественного
числа

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

мантисса

порядок числа

основание
системы счисления



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. $1 \leq t < q$.



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 ($1 \leq m < q$).



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?

$$-12,145 \cdot 10^3$$

$$1,2145 \cdot 10^0 \checkmark$$

$$-1,2145 \cdot 10^3 \checkmark$$

$$-0,2145 \cdot 10^3$$

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

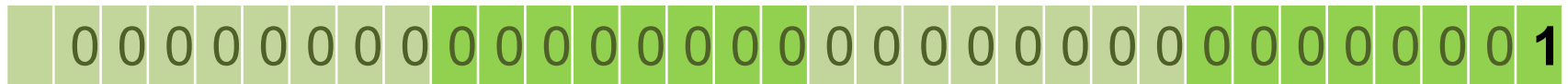
8. Переменная А – целое неотрицательное число, занимающее в памяти 4 байта. Какую самую большую степень числа 4 можно вычислить?

Решение

Вопросы и задания



8. Переменная А – 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

