



ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЧИСЕЛ В КОМПЬЮТЕРЕ

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ В КОМПЬЮТЕРЕ

10 класс

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.

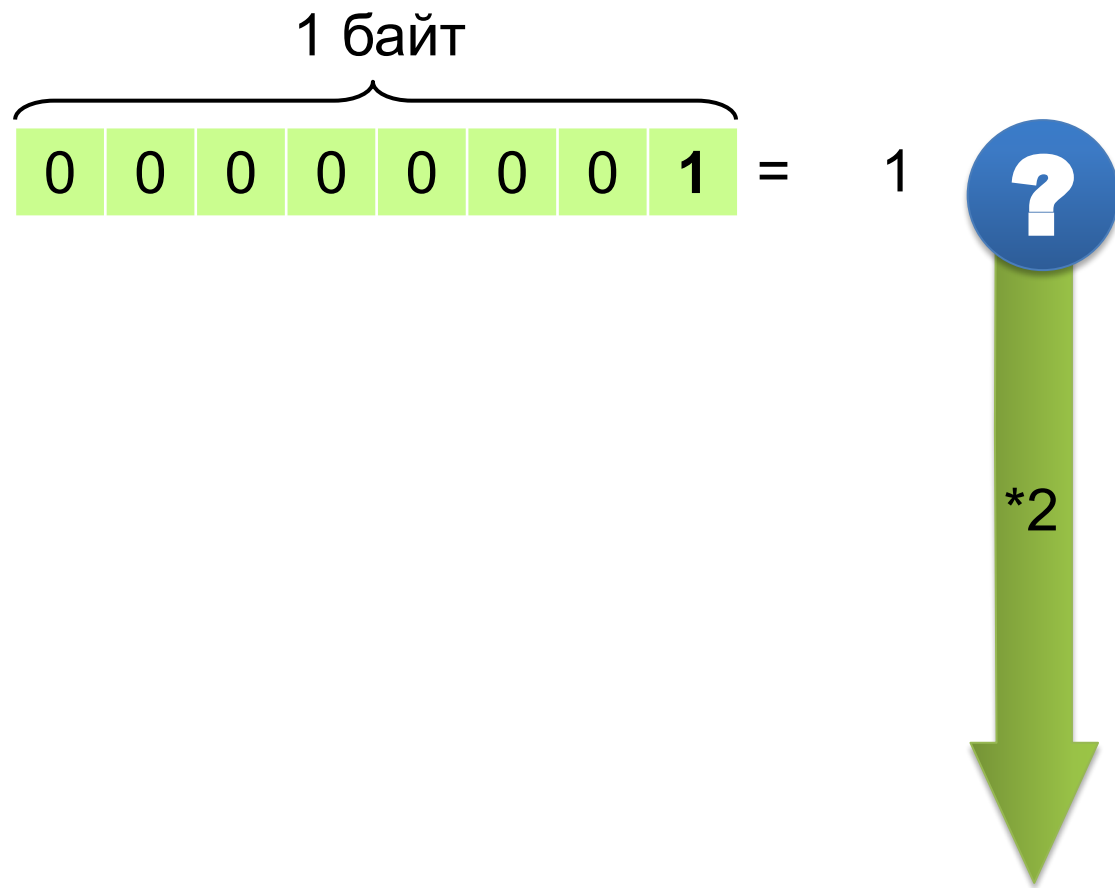
Число в компьютере

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



1

Правильный выбор памяти для данных – задача программиста.

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:	[-32 768; 32 767]
В прямом 16-битном коде можно хранить 147 483 648, 2 147 483 647	
требуется более сложной архитектуры центрального процессора.	[-9 223 372 036 854 775 808; 9 223 372 036 854 775 807]
64	

Дополнительный код числа

Сумма отрицательного числа и его модуля равна 0.

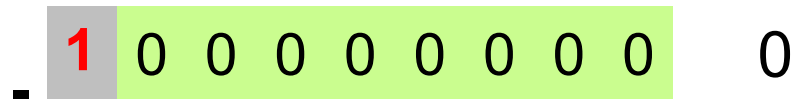
$$x + |x| = 0, \quad x < 0 \quad \text{Например: } -152 + |-152| = 0$$

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



Сколько надо прибавить,
чтобы получить 0?

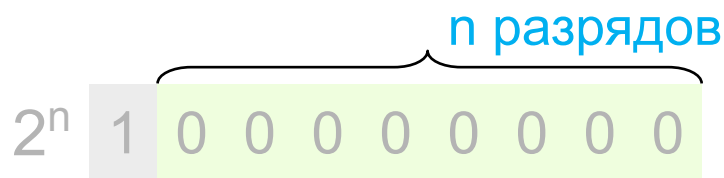
1



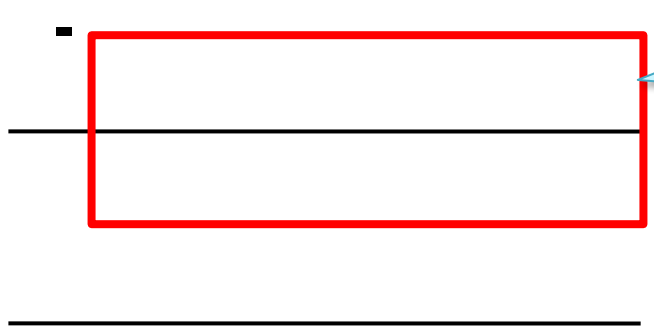
Отрицательное число
Дополнительный код

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 $a = \pm m \cdot q^p$, где p – целое число, q – система счисления, m – дробь, целая часть которой содержит одну значащую цифру, т. е. $1 \leq m < q$.



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 ($1 \leq m < q$).



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?

$$-55_{10} \checkmark$$

$$-100_{10} \checkmark$$

$$200_8$$

$$93_{16}$$

$$93_{10} \checkmark$$

$$-200_8 \checkmark$$

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

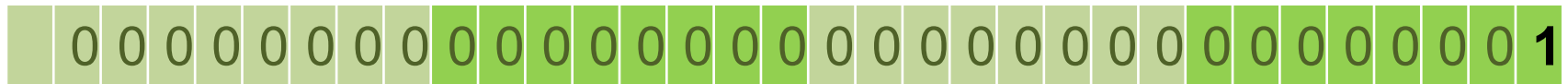
8. Переменная А – целое неотрицательное число, занимающее в памяти 4 байта. Какую самую большую степень числа 4 можно вычислить?

Решение

Вопросы и задания



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



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/-45Gc5Bt4Wbl/UIbu1FqTNII/AAAAAAAAABR0/kB9M7OYTV1E/s1600/1aisC89.jpg>
- <http://www.kelownadivorce.ca/wp-content/uploads/2012/07/MySupportCalculator-837x1024.jpg>