

Представление чисел в памяти компьютера

10 класс. Профильный уровень

-
- Сегодня вы познакомитесь с алгоритмом представления целых чисел в компьютере;
 - *Развивающая:* способствовать развитию у учащихся интереса к теоретическим основам фундаментальных наук – теории информатики и математических основ информационных технологий.
 - *Воспитательная:* обеспечить условия для формирования у учащихся таких качеств как точность и внимательность.
-
- 

Перевести числа:

1. $156_{10} = ?_2$

2. $1110_2 = ?_{10}$

На выполнение задания 2 мин.

Проверка

1. $156_{10} = 10011100_2$

2. $1110_2 = 14_{10}$

Выполнить действия в двоичной системе счисления

□ $10011100 - 110000 =$

□ $1101100 + 11100 =$

□ $111101 - 1001011 =$

На выполнение задания 2 мин.



Проверка

□ 1101100

□ +11100

□ 10001000

□ 10011100

□ -110000

□ 1101100



▣ **Учебная задача:**

- научиться записывать целые отрицательные числа в машинных кодах,
- использовать полученные знания при сложении чисел с разными знаками.

Целые числа в памяти компьютера

- Целые числа

- без знака

- один байт

- $0 \dots 2^8 - 1$ (0 ... 255)

- от 0000000_2 до 1111111_2

- два байта

- $0 \dots 2^{16} - 1$ (0 ... 65 535)

- от 00000000_2 до 00000000_2

- до 11111111_2 до 11111111_2

- со знаком

- один байт

- $-2^7 \dots 2^7 - 1$ (-128 ... 127)

- два байта

- $-2^{15} \dots 2^{15} - 1$ (-32 768 ... 32 767)

- четыре байта

- $-2^{31} \dots 2^{31} - 1$

- (-2 147 483 648 ... 2 147 483 647)



формате с фиксированной запятой

- Для хранения целых неотрицательных чисел отводится одна ячейка памяти (8 бит).
- Минимальное число 00000000
- Число в n-разрядном представлении $2^n - 1$
- Максимальное число $2^8 - 1 = 255_{10}$ или 11111111



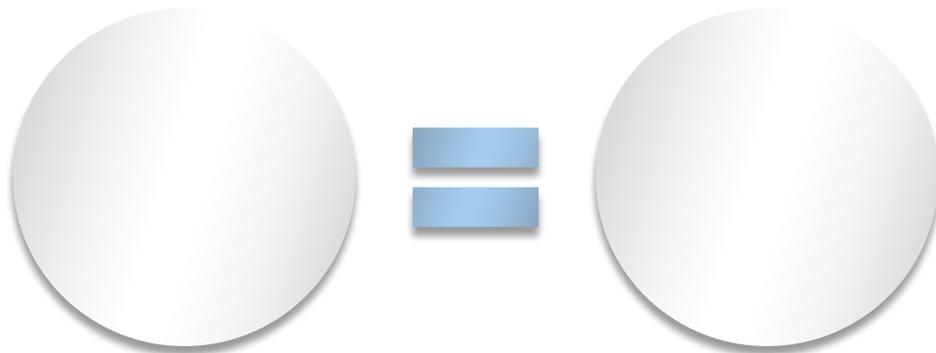
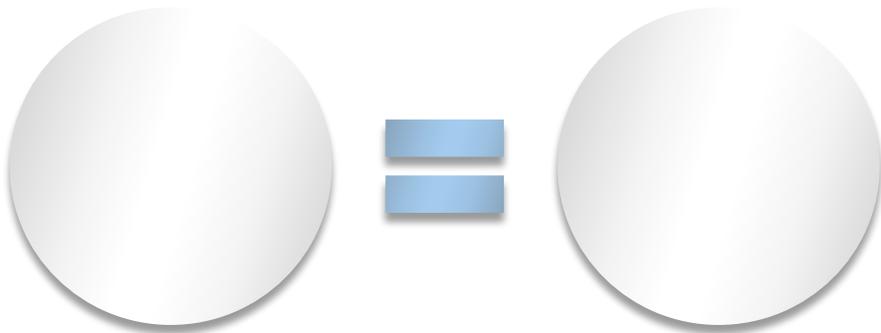
Хранение целых чисел со знаком

- Для хранения отводится 1 или 2 ячейки памяти (8 или 16 бит)
- Старший (левый) разряд отводится под знак.



Числа со знаком

Если самый левый (старший) разряд содержит информацию о знаке числа



Формы записи целых чисел со знаком

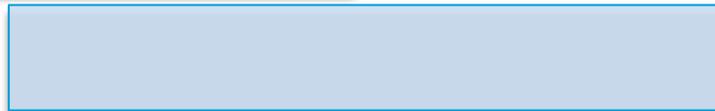
Прямой код



Обратный код



Дополнительный код



Прямой код числа

Это -представление в компьютере
положительных чисел с использованием
формата «знак – величина».

Пример: $2002_{10} = 1111010010_2$

В 16-ти разрядном представлении

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



**При представлении целых чисел в
n-разрядном представлении со
знаком максимальное
положительное число**

$$A=2^{n-1} - 1$$



Формы записи чисел целых чисел со знаком

- Положительное число
 - прямой
 - код
 - обратный
 - код
 - дополнительный код

имеют одинаковое представление

Число $19_{10} = 10011_2$

прямой, обратный и дополнительный код

0	0	0	1	0	0	1	1
«+»							

Число $127_{10} = 1111111_2$

прямой, обратный и дополнительный код

0	1	1	1	1	1	1	1
«+»							

Формы записи чисел целых чисел со знаком

- Отрицательное число
 - прямой код
 - код
 - обратный код
 - код
 - дополнительный код

имеют разное представление

Прямой код числа -19:

1	0	0	1	0	0	1	1
«-»							

Прямой код числа -127:

1	1	1	1	1	1	1	1
«-»							



Формы записи чисел целых чисел со знаком

- **Обратный код** получается инвертированием всех цифр двоичного кода абсолютной величины числа, включая разряд знака: нули заменяются единицами, а единицы – нулями.

Число -19:

Код модуля числа: 0 0010011

Обратный код числа: 1 1101100

1 1 1 0 1 1 0 0

Число -127:

Код модуля числа: 0 1111111

Обратный код числа: 1 0000000

1 0 0 0 0 0 0 0

- **Дополнительный код** получается «-» образованием обратного кода с последующим прибавлением единицы к его младшему разряду.

Дополн. код числа -19:

1 1 1 0 1 1 0 1

«-»

Дополн. код числа -127:

1 0 0 0 0 0 0 1

«-»

Дополнительный код

- Используется для представления отрицательных чисел
- Позволяет заменить арифметическую операцию вычитания операцией сложения, что упрощает работу процессора и увеличивает его быстродействие.
- Дополнительный код отрицательного числа A , хранящегося в n – ячейках, равен $2^n - |A|$



Арифметические действия

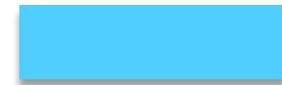
В большинстве компьютеров операция

вычитания не выполняется. Вместо неё производится сложение уменьшаемого с обратным или дополнительным кодом вычитаемого.



При сложении

дополнительных кодов чисел A и B могут возникнуть четыре случая.



Арифметические действия

□ I) ***A и B положительные:***

Десятичная			Двоичные коды:							
	5	$A_{ПК}$	0	0	0	0	0	1	0	1
+										
	7	$B_{ПК}$	0	0	0	0	0	1	1	1
	12	$C_{ПК}$	0	0	0	0	1	1	0	0



Арифметические действия

- 2) A – положительное, B – отрицательное, $|B| > |A|$

Десятичная			Двоичные коды:							
	5	$A_{ПК}$	0	0	0	0	0	1	0	1
+										
	-12	$B_{дк}$	1	1	1	1	0	1	0	0
	-7	$C_{дк}$	1	1	1	1	1	0	0	1

При переводе в прямой код биты цифровой части результата инвертируются и к младшему разряду прибавляется единица:

$$10000110 + 1 = 10000111 = -7_{10}$$



Арифметические действия

- 3) A – положительное, B – отрицательное, $|B| < |A|$

Десятичная			Двоичные коды:							
	12	$A_{ПК}$	0	0	0	0	1	1	0	0
+	-5	$B_{дк}$	1	1	1	1	1	0	1	1
	7	$C_{ПК}$	0	0	0	0	0	1	1	1
			Перенос отбрасывается							

Единицу переноса из знакового разряда компьютер отбрасывает.



Арифметические действия

4) *A* и *B* отрицательные

Десятичная			Двоичные коды:							
	-5	$A_{\text{дк}}$	1	1	1	1	1	0	1	1
+	-7	$B_{\text{дк}}$	1	1	1	1	1	0	0	1
	-12	$C_{\text{дк}}$	1	1	1	1	0	1	0	0
			Перенос отбрасывается							

При переводе в прямой код биты цифровой части результата инвертируются и к младшему разряду прибавляется единица:

$$10001011 + 1 = 10001100 = -12_{10}$$



Целые числа в памяти компьютера

- Целые числа

- без знака

- один байт

- $0 \dots 2^8 - 1$ (0 ... 255)

- от 0000000_2 до 1111111_2

- два байта

- $0 \dots 2^{16} - 1$ (0 ... 65 535)

- от 00000000_2 до 00000000_2

- до 11111111_2 до 11111111_2

- со знаком

- один байт

- $-2^7 \dots 2^7 - 1$ (-128 ... 127)

- два байта

- $-2^{15} \dots 2^{15} - 1$ (-32 768 ... 32 767)

- четыре байта

- $-2^{31} \dots 2^{31} - 1$

- (-2 147 483 648 ... 2 147 483 647)



Вернемся к заданию №2.

□ Решите данный пример

□ $111101 - 1001011$



Проверка

- 111101
- -1001011

	61	$A_{ПК}$	0	0	1	1	1	1	0	1
+	-75	$B_{ДК}$	1	0	1	1	0	1	0	1
	-14	$C_{ДК}$	1	1	1	1	0	0	1	0

При переводе в прямой код биты цифровой части результата инвертируются и к младшему разряду прибавляется единица:

$$10001101 + 1 = 10001110 = -14_{10}$$



Упражнение 1

- ▣ **Определить максимальное положительное число, которое может храниться в оперативной памяти в формате *целое число со знаком в двухбайтном представлении.***



Решение

$$A = 2^{n-1} - 1$$

$$A_{10} = 2^{15} - 1 = 32767_{10}$$



Упражнение 2.

- **Получить 8-разрядный дополнительный код числа -52:**



Решение.

- ▣ **00110100** - число $|-52|=52$ в прямом коде
- ▣ **11001011** - число **-52** в обратном коде
- ▣ **11001100** - число **-52** в дополнительном коде



Практическая работа

- Задание.
- Получить прямой, обратный и дополнительный коды для числа -536 в формате «Знак» – «величина» в 16-разрядном представлении
- Провести проверку решения на калькуляторе.



Практическая работа

- Решение.
- модуль числа -536 будет равен 0000001000011000 ,
- обратный код – 111110111100111 ,
- дополнительный код – 111110111101000 .



Практическая работа

- Проверка на калькуляторе.
- Ввести значение модуля числа -536, т. е. число 536 в строку ввода
- с помощью опционной кнопки **Bin** преобразуем это число, представленное в десятичной системе счисления, в двоичную систему, предварительно установив опционную кнопку **2 байта**.
- Нажав кнопку **Not** калькулятора, получим обратный код числа.
- прибавив к обратному коду двоичную единицу, – дополнительный код.
- Получился окончательный результат



Калькулятор

Правка Вид Справка

1111110111101000

Hex Dec Oct Bin

8 байт 4 байта 2 байта 1 байт

Inv

Нур

Backspace

CE

C

Sta

F-E

(

)

MC

7

8

9

/

Mod

And

Ave

dms

Exp

ln

MR

4

5

6

*

Or

Xor

Sum

sin

x^y

log

MS

1

2

3

-

Lsh

Not

s

cos

x^3

n!

M+

0

+/-

,

+

=

Int

Dat

tg

x^2

1/x

pi

A

B

C

D

E

F

Практическая работа

- Проверка на калькуляторе.
- Можно поступить еще проще: набрав на калькуляторе число -536 и активизировав кнопку **Bin**, получить дополнительной код этого числа в двоичной системе счисления.

