

Представление числовой информации в компьютере

Информатика
10 класс

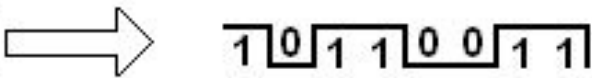
Человек использует десятичную систему счисления, а компьютер – двоичную систему счисления. Поэтому возникает необходимость перевода чисел из десятичной системы в двоичную и наоборот.

- 1. Как перевести целое десятичное число в двоичное?
- 2. Как перевести целое двоичное число в десятичное?
Двоичная система удобна для компьютера, но неудобна для человека. Для внешнего представления данных и для работы с памятью компьютера используются еще две системы счисления – восьмеричная и шестнадцатеричная.
- 3. Как называются системы счисления с основаниями 2 и 8 или 2 и 16?
- 4. Как переводятся числа в смешанных системах счисления?
- 5. Как мы можем использовать эти замечательные свойства смешанных систем счисления?

Фронтальный опрос

Информация в компьютере представлена в **двоичном коде**, алфавит которого состоит из двух цифр (0 и 1)

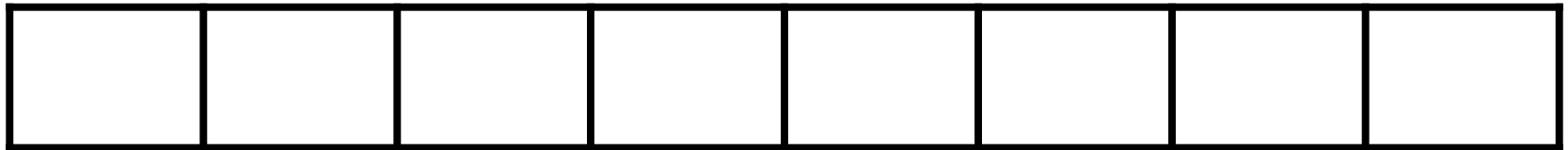
**Двоичное кодирование информации
в компьютере**

Вид информации	Двоичный код
Числовая	
Текстовая	
Графическая	
Звуковая	
Видео	

Ячейка – это часть памяти компьютера, вмещающая в себя информацию, доступную для обработки **отдельной командой** процессора.

n - 1 разряд

0 разряд



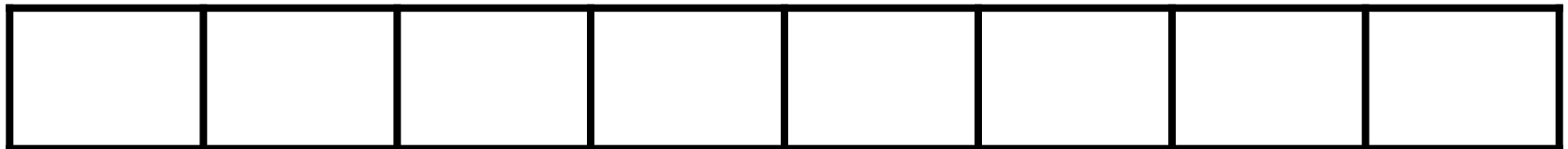
ячейка из **n** разрядов

Содержимое ячейки памяти называется **МАШИНЫМ СЛОВОМ**.

Ячейка памяти разделяется на **разряды**, в каждом из которых хранится разряд числа.

$n - 1$ разряд

0 разряд



ячейка из **n** разрядов

Единицы измерения объема информации

Количество информации, хранящейся в ЭВМ, измеряется ее «объемом», который выражается в **битах** (от английского **binary digit** — двоичная цифра).

Битом также называют **разряд** ячейки памяти ЭВМ.

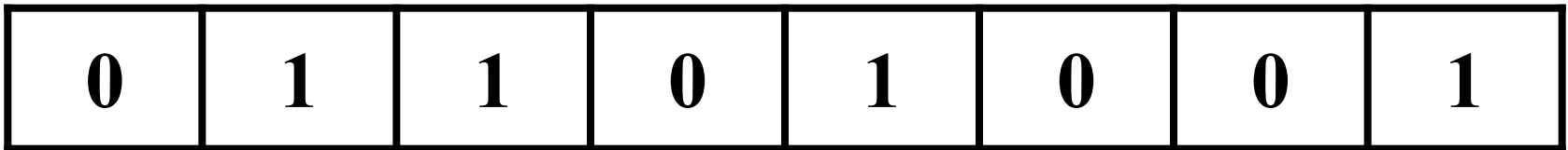
8 бит = 1 байт

Байт - основная единица представления данных.

Байт (от английского *byte* - слог) – часть машинного слова, состоящая из *8 бит*, обрабатываемая в ЭВМ как одно целое.

7 разряд

0 разряд



ячейка из 8 разрядов

Форматы данных

7 0



Байт = 8 бит

15 8 7 0



Полуслово = 2 байта = 16 бит

Слово = 4 байта = 32 бита

31 24 23 16 15 8 7 0



Двойное слово = 8 байт = 64 бита

63 56 55 8 7 0



Производные единицы измерения объема информации

1 Килобайт (*Кбайт*) = 1024 байт = 2^{10} байт;

1 Мегабайт (*Мбайт*) = 1024 Кбайт = 2^{20} байт;

1 Гигабайт (*Гбайт*) = 1024 Мбайт = 2^{30} байт;

1 Терабайт (*Тбайт*) = 1024 Гбайт = 2^{40} байт;

1 Петабайт (*Пбайт*) = 1024 Тбайт = 2^{50} байт.

$$2^{10} = 1024$$

Специальные типы для **целых чисел** вводятся для:

- *эффективного расходования памяти;*
- *повышения быстродействия;*
- *введения операции деления нацело с остатком;*
- *решения задач экономического характера;*
- *обозначения даты и времени;*
- *нумерации различных объектов.*

Форматы представления чисел

целочисленный

целые положительные
числа

целые числа со
знаком

вещественные

с фиксированной
точкой

с плавающей точкой

Целочисленный формат

(Формат с фиксированной запятой) используется для представления в компьютере целых положительных и отрицательных чисел.

Для этого, как правило, используются форматы, кратные байту: 1, 2, 4 байта.

Однobaйтовое представление применяется только для положительных целых чисел. Наибольшее положительное целое число, которое может быть записано в 1 байтовом формате 255 или 11111111.

Для положительных и отрицательных целых чисел обычно используется 2 и 4 байта, при этом старший бит выделяется под знак числа: 0 – плюс, 1 – минус.

Самое большое число, которое может поместиться в 2 – байтовом формате это 0 11111111 11111111 или 32 767

Формат с плавающей точкой

Используется в компьютере для представления действительных чисел.

Числа с плавающей точкой размещаются, как правило, в 4 или 8 байтах.

Алгоритм представления целого положительного числа в компьютере в двух байтовом формате

1. Число переводится в двоичную систему счисления;
2. Результат дополняется нулями слева в пределах выбранного формата;
3. Последний разряд является знаковым, в положительном числе он равен 0, а в отрицательном 1.

Пример:

представить десятичное число – 18 в двухбайтовом формате.

1. Переведем – 18 в двоичную систему счисления

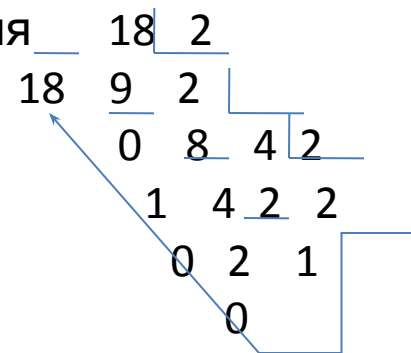
$$18 = 10010$$

2. Запишем в старший разряд знак числа

- 1

1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0

2 – й байт (8 бит) 1 – й байт (8 бит)



Максимальное положительное число (с учетом выделения одного разряда на знак) для целых чисел со знаком в n-разрядном представлении равно:

$$2^{n-1} - 1.$$

Для представления отрицательных чисел используется *дополнительный код*.

Дополнительный код позволяет заменить арифметическую операцию вычитания операцией сложения, что существенно упрощает работу процессора и увеличивает его быстродействие.

Дополнительный код отрицательного числа A, хранящегося в n ячейках, равен

$$2^n - |A|.$$

Дополнительный код

Алгоритм

Для получения дополнительного кода отрицательного числа можно использовать довольно простой :

1. Модуль числа записать в прямом коде в n двоичных разрядах.
2. Получить обратный код числа, для этого значения всех битов инвертировать (все единицы заменить на нули и все нули заменить на единицы).
3. К полученному коду прибавить единицу.

Запишем дополнительный код отрицательного числа -2002 для 16-разрядного компьютерного представления:

Прямой код модуля	$ -2002_{10} $	0000011111010010_2
Обратный код	Инвертирование	1111100000101101_2
	Прибавление единицы	1111100000101101_2 $+ 0000000000000001_2$
Дополнительный код		1111100000101110_2

Представление вещественного числа в компьютере

С фиксированной точкой $10^2 25.43$

С плавающей точкой – $0.2543 * 10^2$; $2.543 * 10^1$; $254.3 * 10^{-1}$

С плавающей запятой удобно представлять числа очень близкие к нулю.

Любое число с плавающей запятой можно представить в виде $N = m * g^p$, где m – мантисса, представляющая собой правильную дробь ($0,1 < m < 1$)

g -основание системы счисления;

p – порядок числа, указывающий порядок запятой в числе.

Например : $25.324 = 0.25324 * 10^2$

$m = 0.25324$

$g = 10$

$P = 2$

В двух байтовом формате представление вещественного числа первые байт и три разряда второго байта выделяются для размещения мантиссы, в остальных разрядах второго байта размещаются порядок числа, знаки числа и порядка.

1-й байт							0-й байт							
Знак числа	Знак порядка	Порядок			Мантисса									

В 4-байтовом формате представления вещественного числа первые три байта выделяются для размещения мантиссы, в четвертом байте размещаются порядок числа, знаки числа и порядка.

3-й байт				2-й байт				1-й байт				0-й байт				
Знак числа	Знак порядка	Порядок			Мантисса											

Пример

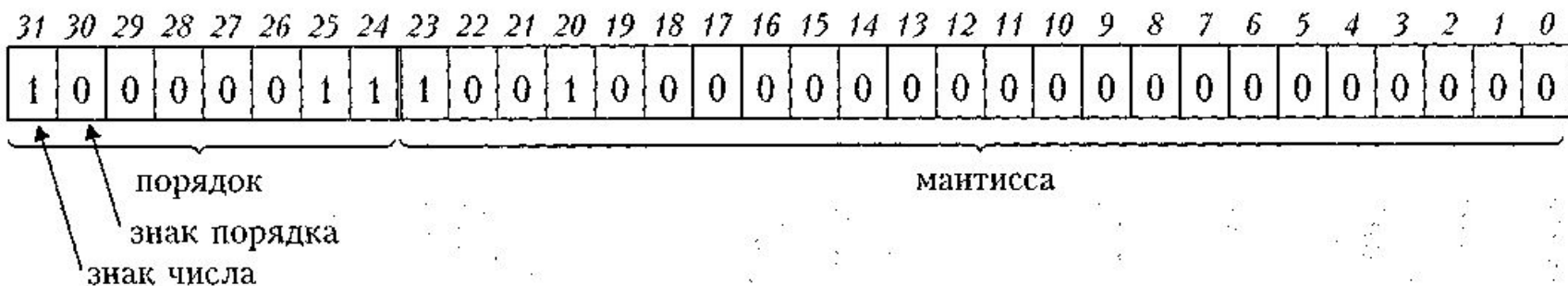
$$\begin{aligned}n &= -100,1_2 = -0,1001 \cdot 2^{11} \\m &= -0.1001 \\q &= 2 \\p &= 11 (3_{10} = 11_2).\end{aligned}$$

Данное число может быть представлено в четырехбайтовом формате (32 бита) следующим образом (см. рис.).

На мантиссу отводится 23 бита, поэтому максимальная величина мантиссы равна $2^{23} - 1 = 8\,388\,607$, т.е. 7 десятичных цифр.

Компьютер при вычислениях отбрасывает лишние цифры в мантиссе, поэтому все вычисления с вещественными числами всегда выполняются приближенно (с ошибкой). Вещественные числа обрабатываются в компьютере медленнее, чем целые.

Представление числа в четырехбайтовом формате



Выполни задание

1. Представьте десятичное число 29 в двухбайтовом формате.
2. Представьте десятичное число 40 в двухбайтовом формате.
3. Представьте двоичное число $11011,11$ в четырехбайтовом формате. Представьте число сначала в форме с плавающей запятой.
4. Представьте двоичное число $1110,101$ в четырехбайтовом формате. Представьте число сначала в форме с плавающей запятой.