




# **Представление чисел в памяти компьютера**

Мурадинова И.И., 05-407гр.



# Образ компьютерной памяти

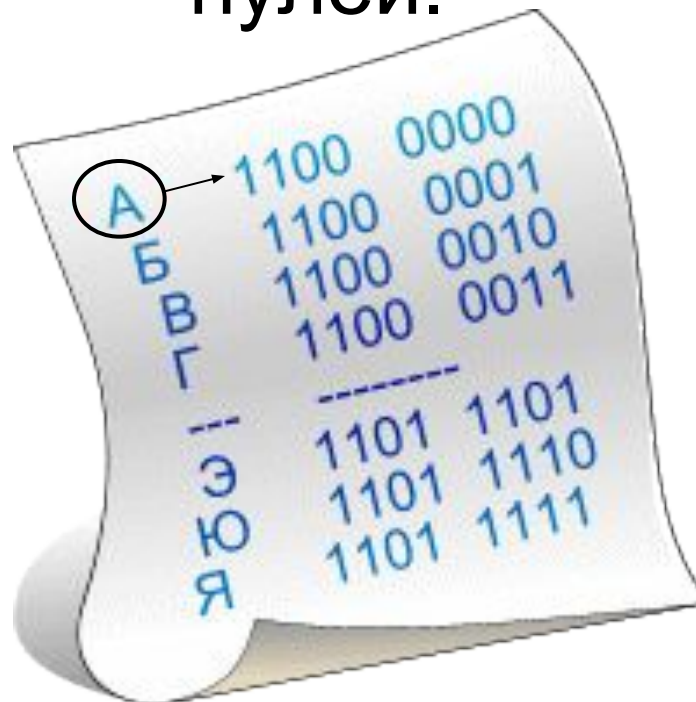
1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0
0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1
1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1
1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1
1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0
1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0
1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0
0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1
1	0	0	1	1	0	0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



# **Главные правила представления данных в компьютере**

# Правило 1

*Данные (и программы) в памяти компьютера хранятся в двоичном виде, т. е. в виде цепочек единиц и нулей.*



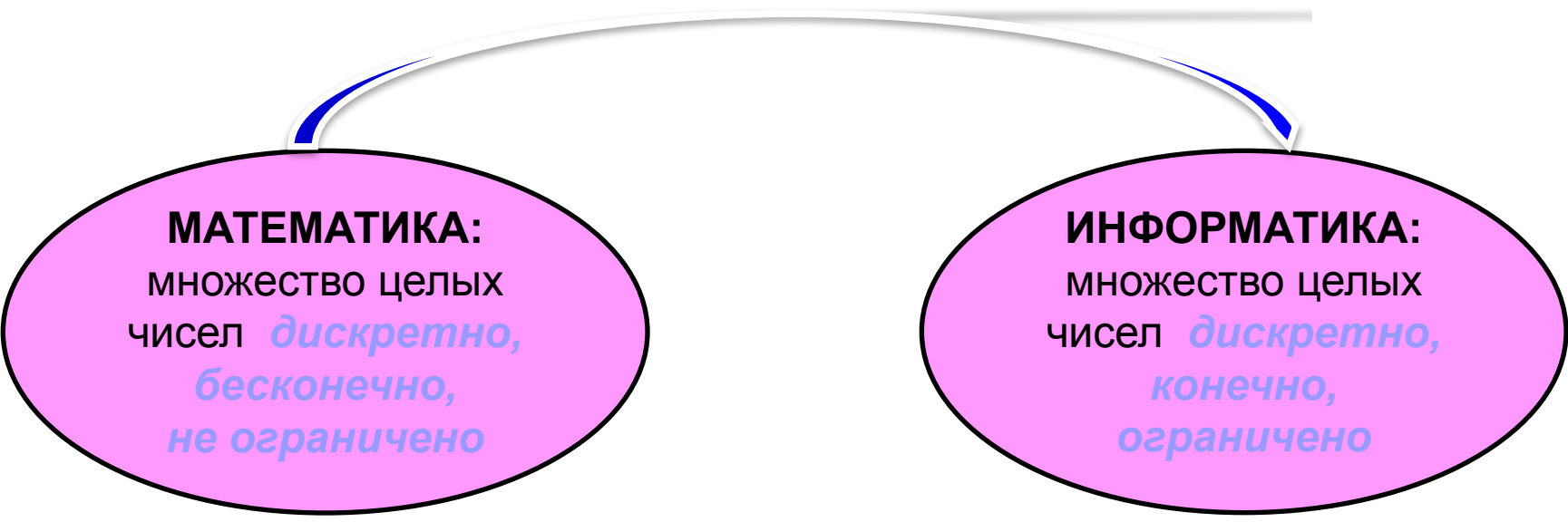
# Правило 2

*Представление данных в компьютере  
дискретно.*

Дискретное множество состоит из  
отделенных друг от друга элементов.

# Правило 3

*Множество представимых в памяти компьютера величин **ограничено** и **конечно**.*



**МАТЕМАТИКА:**  
множество целых  
чисел **дискретно,**  
**бесконечно,**  
**не ограничено**

**ИНФОРМАТИКА:**  
множество целых  
чисел **дискретно,**  
**конечно,**  
**ограничено**

# Правило 4

*В памяти компьютера числа хранятся в двоичной системе счисления.*





# Числовые величины

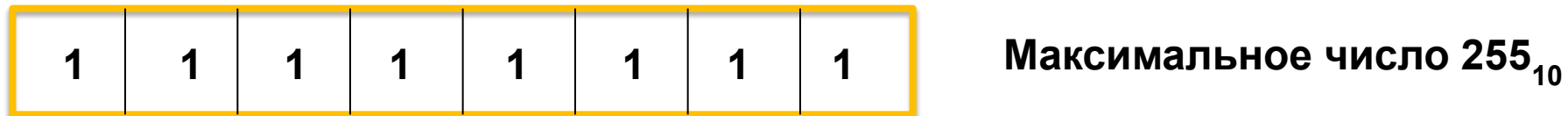
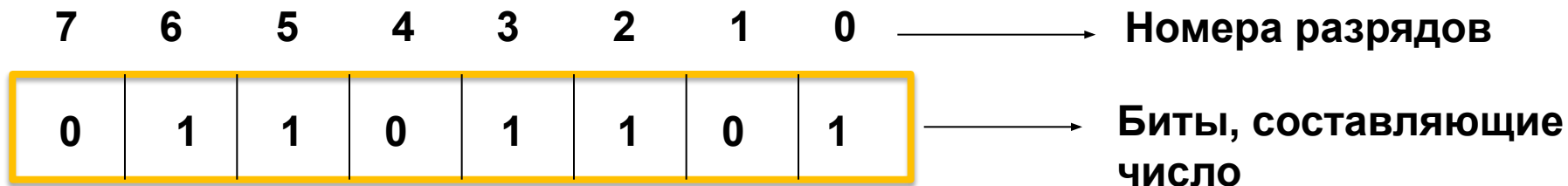
```
graph TD; A[Числовые величины] --> B[Целые  
(формат с фиксированной запятой)]; A --> C[Вещественные  
(формат с плавающей запятой)];
```

**Целые**  
(формат с  
фиксированной  
запятой)

**Вещественные**  
(формат с  
плавающей запятой)

# Целые числа без знака

Для хранения *целых неотрицательных чисел без знака* отводится **одна ячейка памяти (8 битов)**.



$$11111111_2 = 100000000_2 - 1 = 2^8 - 1 = 255_{10}$$

Для **n-разрядного** представления максимальное целое неотрицательное число равно  **$2^n - 1$** .

# Целые числа без знака

**Пример.** Представить число  $51_{10}$  в двоичном виде в восьмибитовом представлении в формате целого без знака.

Решение.

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

$$51_{10} = 110011_2$$

# Целые числа со знаком

Для хранения **целых чисел со знаком** отводится две ячейки памяти (16 битов).

**Старший разряд** числа определяет его знак. Если он равен 0, число положительное, если 1, то отрицательное.

$$51_{10} = 110011_2$$

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

$$-51_{10} = -110011_2$$

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

Такое представление чисел в компьютере называется **прямым кодом**.

# Целые числа со знаком

Для  $n$ -разрядного представления со знаком (с учетом выделения одного разряда на знак):

- минимальное отрицательное число равно  $-2^{n-1}$
- максимальное положительное число равно  $2^{n-1} - 1$ ,

Целые числа в памяти компьютера —  
это *дискретное, ограниченное и конечное*  
множество.

# Целые числа со знаком

Для представления отрицательных целых чисел используется **дополнительный код**.

Алгоритм получения дополнительного кода отрицательного числа:

1. Число записать **прямым кодом** в  $n$  двоичных разрядах.

2. Получить **обратный код** числа, для этого

представить число  $-2014_{10}$  в двоичном виде в шестнадцатибитном представлении и **значения всех битов инвертировать, кроме**

**старшего разряда.**

Прямой код	$-2014_{10}$	10000111 11011110 <sub>2</sub>
Обратный код	Инвертирование	11111000 00100001 <sub>2</sub>
	Прибавление единицы	11111000 00100001 <sub>2</sub> 00000000 00000001 <sub>2</sub>
Дополнительный код		11111000 00100010 <sub>2</sub>

# Целые числа со знаком

## Алгебраическое сложение двоичных чисел

1. Положительные слагаемые представить в прямом коде.
2. Отрицательные слагаемые – в дополнительном.
3. Найти сумму кодов, включая знаковые разряды, которые при этом рассматриваются как старшие разряды. При переносе из знакового разряда единицу переноса отбрасывают.

# Вещественные числа

Вещественные числа хранятся и обрабатываются в компьютере в формате *с плавающей запятой*, использующем экспоненциальную форму записи чисел.

$$A = M \square q^n$$

$M$  – мантисса числа (правильная отличная от нуля дробь),

$q$  – основание системы счисления,

$n$  – порядок числа.

Диапазон ограничен максимальными значениями  $M$  и  $n$ .



# Вещественные числа

Например,  $123,45 = 0,12345 \cdot 10^3$

Порядок указывает, на какое количество позиций и в каком направлении должна сместиться десятичная запятая в мантиссе.

Число в формате с плавающей запятой может занимать в памяти 4 байта (*обычная точность*) или 8 байтов (*двойная точность*).

При записи числа выделяются разряды для хранения знака мантиссы, знака порядка, порядка и мантиссы.

Мантисса **M** и порядок **n** определяют диапазон изменения чисел и их точность.

# ПРАВИЛО ПОЛУЧЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО КОДА

Для получения дополнительного кода отрицательного числа можно использовать довольно простой алгоритм:

1. Модуль числа записать *прямым кодом* в  $n$  двоичных разрядах;
2. Получить *обратный код* числа, для этого значения всех бит инвертировать (все единицы заменить на нули и все нули заменить на единицы);
3. К полученному *обратному коду* прибавить единицу.

# ПРИМЕР ЗАПИСАТЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ КОД ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ЧИСЛА -2002 ДЛЯ 16-ТИ РАЗРЯДНОГО КОМПЬЮТЕРНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА.

Прямой код	$ -2002_{10} $	$0000011111010010_2$
Обратный код	инвертирование	$11111000000101101_2$
	прибавление единицы	$11111000000101101_2$ $+ 00000000000000001_2$
Дополнительный код		$11111000000101110_2$

При  $n$ -разрядном представлении отрицательного числа  $A$  дополнительным кодом старший разряд выделяется для хранения знака числа (единицы). В остальных разрядах записывается положительное число:  $2^{n-1} - |A|$ .

Чтобы число было положительным должно выполняться условие:

$$|A| \leq 2^{n-1}$$

Следовательно, максимальное значение модуля числа  $A$  в  $n$ -разрядном представлении равно:  $|A| = 2^{n-1}$

Тогда, минимальное отрицательное число равно:  $A = -2^{n-1}$



## **Закрепление знаний.**

1. Какие типы величин хранятся в памяти компьютера?
2. Как записываются в памяти компьютера целые числа без знака и со знаком?
3. Как записываются в памяти компьютера вещественные числа?

# Практическое закрепление знаний.

3. Получите внутреннее представление числа 157 в 8-разрядной ячейке памяти в формате со знаком.
4. Получите внутреннее представление числа  $-157$  в 8-разрядной ячейке памяти в формате со знаком.

1. Выписать алфавиты 2-ичной, 5-ричной, 8-ричной, 16-ричной систем счисления.

2. Перевести числа в десятичную систему счисления.

$$\begin{array}{lll} \text{а) } A_8 = 341; & \text{б) } A_6 = 341; & \text{в) } A_{16} = 341; \\ \text{г) } A_5 = 34,1; & \text{д) } A_{16} = E41A,12 & \end{array}$$

# Домашнее задание.

## Задание 1

Перевести целые числа из десятичной системы счисления в двоичную, восьмеричную и шестнадцатеричную системы:

а) 856; б) 664; в) 5012; г) 6435; д) 78.

## Задание 2

Перевести десятичные дроби в двоичную и восьмеричную системы счисления, оставив пять знаков в дробной части нового числа.

а) 21,5; б) 432,54; в) 678,333.

## Задание 3

Составить таблицы сложения и умножения в двоичной системе счисления и выполнить вычисления:

а)  $1110 + 101$ ; б)  $10101 - 11$ ; в)  $101 \cdot 11$ ; г)  $1110 / 10$ .

#### **Задание 4**

Представить числа в двоичном виде в восьмибитовой ячейке в формате

а) 5; б) 17; в) 64; г) 255.

#### **Задание 5**

Представить числа в двоичном виде в восьмибитовой ячейке в формате целого со знаком.

а) 56; б) -56; в) 127; г) -127.

#### **Задание 6 \***

Представить вещественные числа в четырёхбайтовой ячейке памяти в формате с плавающей точкой.

а) 0,5; б) 25,12; в) -25,12; г) -3456,1.