

# Представление чисел в памяти компьютера

10 класс

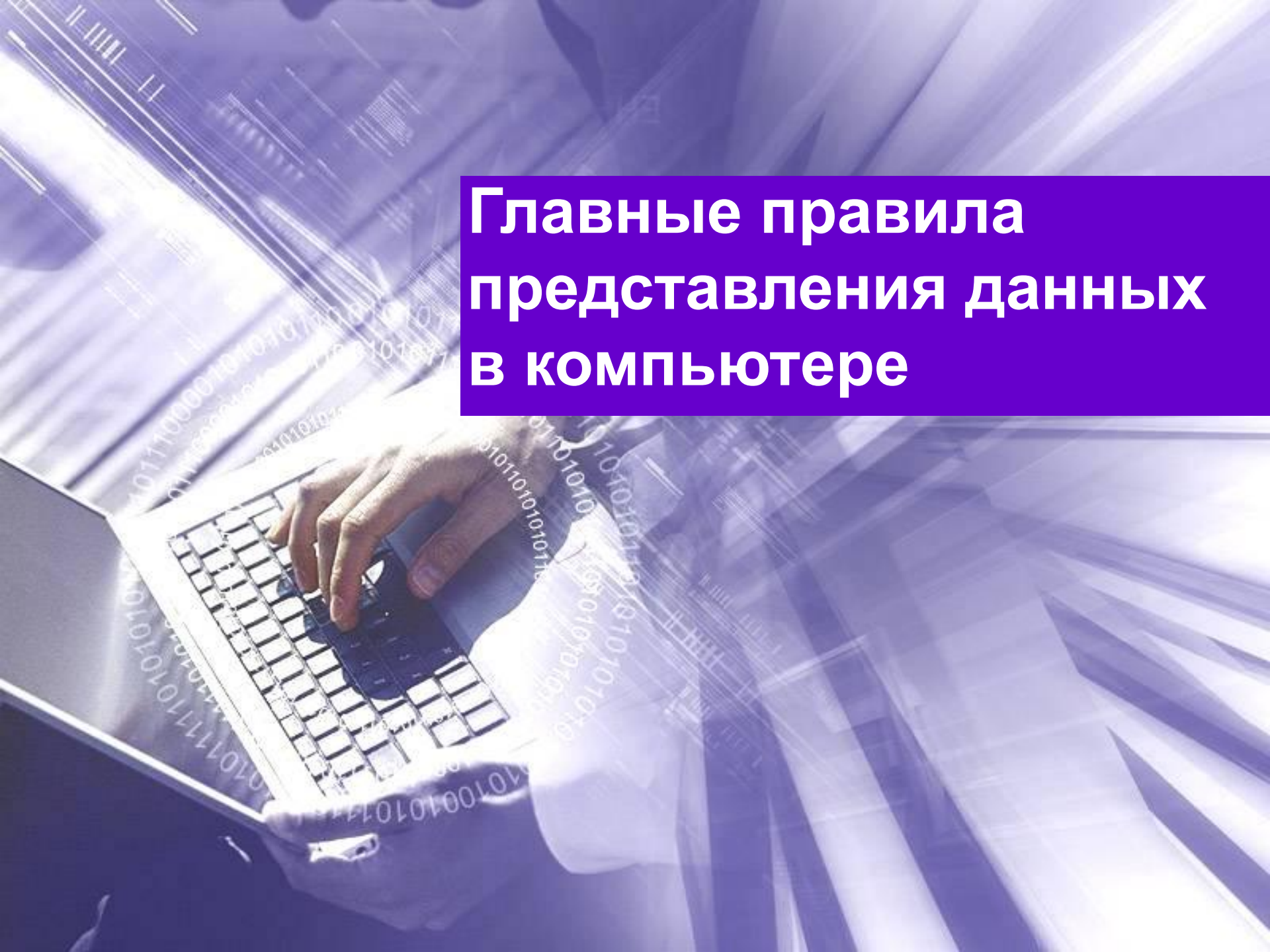


# Образ компьютерной памяти

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.*





Для представления чисел в памяти компьютера используются два формата: *формат с фиксированной точкой* и *формат с плавающей точкой*.

В формате с фиксированной точкой представляются только целые числа,

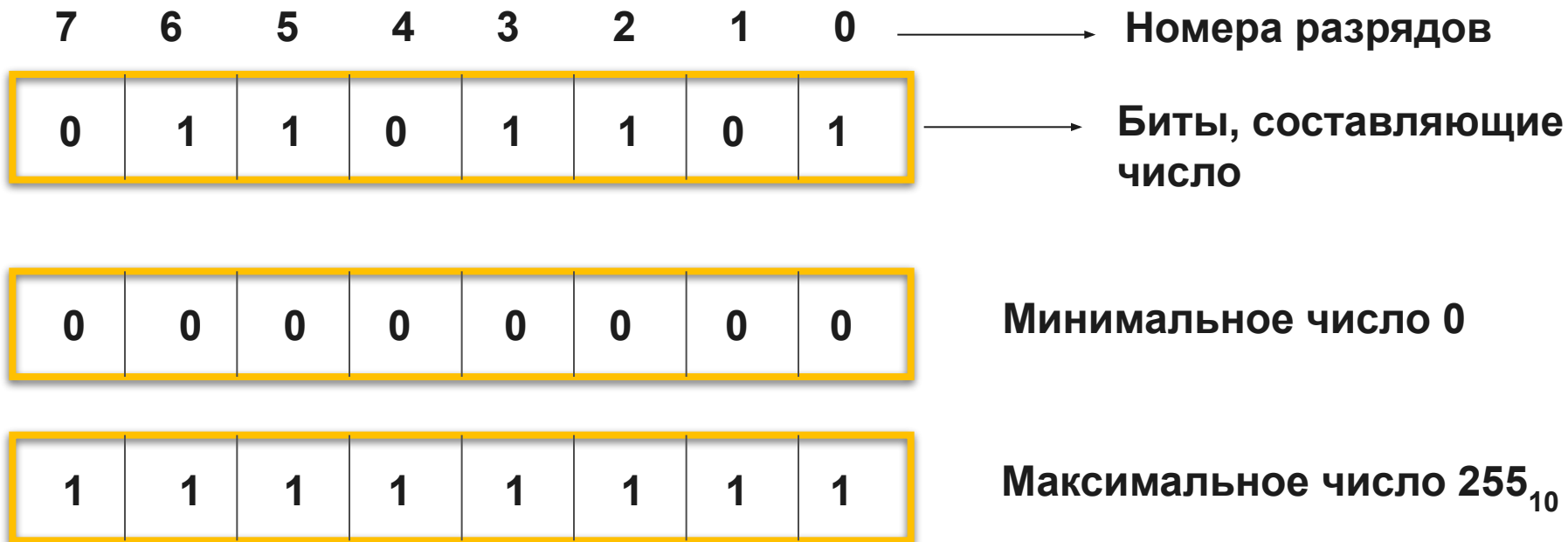
в формате с плавающей точкой — вещественные числа (целые и дробные).

Целые числа могут представляться в компьютере со знаком или без знака.



# Целые числа без знака

Для хранения *целых чисел без знака* (неотрицательные числа) отводится **одна ячейка памяти (8 битов) или две ячейки памяти (16 битов)**.



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.

1) Перевести число 51 из 10 в 2 систему счисления

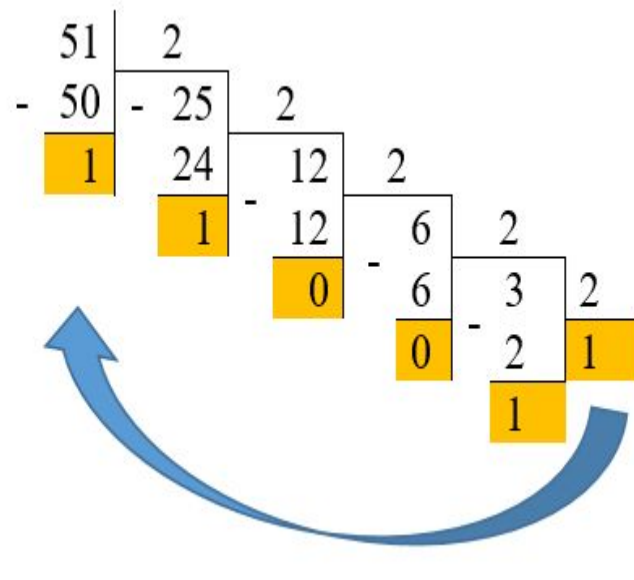
$$51_{10} = 110011_2$$

2) Записать число в разрядную сетку, начиная младшего разряда

3) Незаполненные старшие разряды заполнить нулями

1 1 0 0 1 1

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



# Целые числа со знаком

Для хранения **целых чисел со знаком** отводится одна, две или четыре ячейки памяти (8, 16, 32 битов соответственно).

**Старший разряд** числа определяет его знак.

Если он равен 0, число положительное, если 1, то отрицательное.



## Алгоритм

- 1) Перевести модуль числа в 2 систему счисления
- 2) Записать число в разрядную сетку, начиная с младшего разряда
- 3) В старший разряд записать знак числа ( 0 или 1)
- 4) Пустые разряды заполнить 0





## Целые числа со знаком

Для **n-разрядного** представления целого числа 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.

# Упражнение 1

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

## Решение

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

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

В ЭВМ в целях упрощения выполнения арифметических операций применяют **специальные коды** для представления **целых чисел**

```
graph TD; A[Прямой код числа] --> B[Обратный код числа]; B --> C[Дополнительный код числа];
```

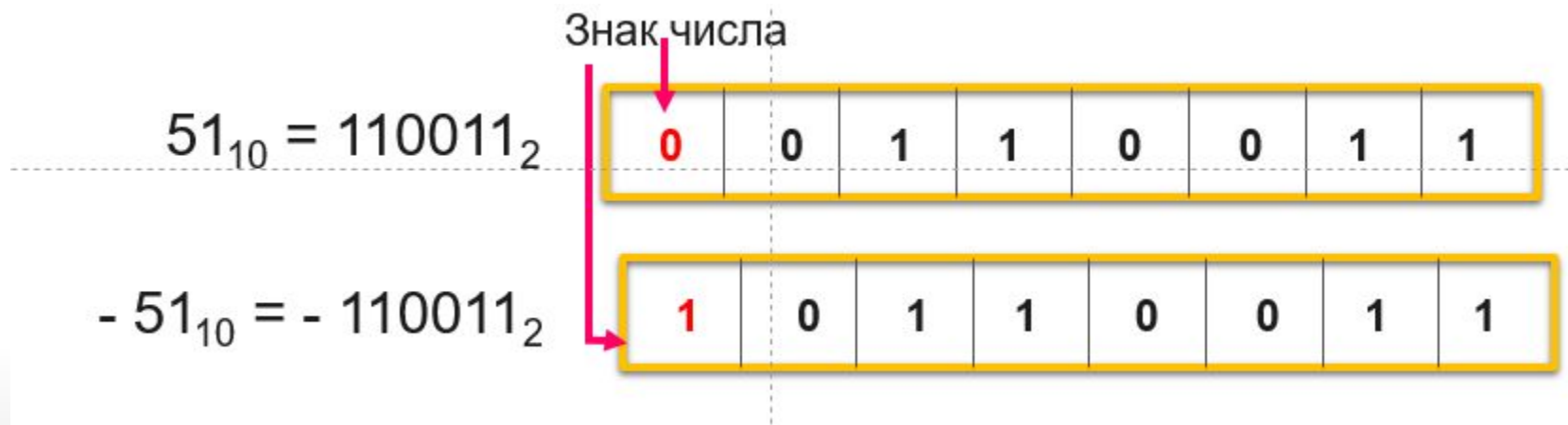
Прямой код числа

Обратный код числа

Дополнительный код числа



**Прямой код** – это представление числа в двоичной системе счисления, при этом первый разряд отводится под знак числа. Если число положительное, то в первом разряде находится 0, если число отрицательное, в первом разряде указывается 1.



**Обратный код** для положительного числа в двоичной системе счисления совпадает с прямым кодом. Для отрицательного числа все цифры числа заменяются на противоположные (1 на 0, 0 на 1), а в знаковый разряд заносится единица.

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

Прямой код

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

Обратный код

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

Прямой код

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

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

Обратный код

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



**Дополнительный код** используют в основном для представления в компьютере отрицательных чисел.

## Алгоритм получения дополнительного кода для отрицательного числа

1. Найти прямой код числа ( перевести число в двоичную систему счисления число без знака)
2. Получить обратный код. Поменять каждый ноль на единицу, а единицу на ноль ( инвертировать число). В знаковом разряде 1.
3. К обратному коду прибавить 1



# Упражнение 2

Найти дополнительный код десятичного числа **-47**  
( в 16-битном коде)

1. Перевести модуль числа -47 в двоичную систему счисления

$$47_{10} = 101111_2 \text{ (прямой код)}$$

2. Записать число в разрядную сетку, начиная с младшего разряда  
3. Т.к. число отрицательное в старший разряд записать знак числа.  
4. Пустые разряды заполнить 0

Прямой код

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1

2. Инвертируем это число. В знаковом разряде 1. ( обратный код)

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

3. Прибавим к младшему разряду обратного кода 1 и получим запись этого числа в оперативной памяти

+1  
↓

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

# 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

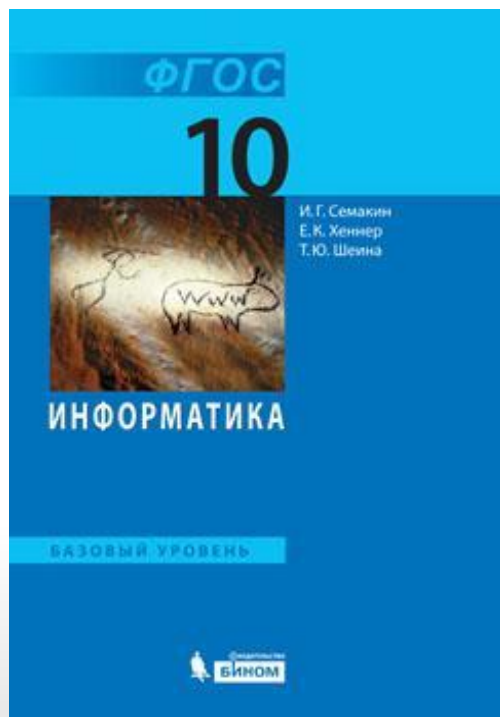
- Например,  $123,45 = 0,12345 \cdot 10^3$
- Порядок указывает, на какое количество позиций и в каком направлении должна сместиться десятичная запятая в мантиссе.
- Число в формате с плавающей запятой может занимать в памяти 4 байта (обычная точность) или 8 байтов (двойная точность).
- При записи числа выделяются разряды для хранения знака мантиссы, знака порядка, порядка и мантиссы.
- Мантисса  $M$  и порядок  $n$  определяют диапазон изменения чисел и их точность.



## Система основных понятий

Представление чисел			
Целые числа		Вещественные числа	
<i>В математике:</i>	<i>В компьютере (информатике):</i>	<i>В математике:</i>	<i>В компьютере (информатике):</i>
- десятичное представление;	- двоичное представление;	- десятичное представление;	- двоичное представление;
- множество: дискретно, бесконечно, не ограничено	- множество: дискретно, конечно, ограничено	- множество: непрерывно, бесконечно, не ограничено	- множество: дискретно, конечно, ограничено
Представление целых чисел в компьютере		Представление вещественных чисел в компьютере	
Со знаком (положительные и отрицательные)	Без знака (положительные)	$M \times 2^P$ $M$ — двоичная мантисса, $P$ — двоичный целый порядок	
Диапазон: $[-2^{N-1}, 2^{N-1}-1]$	Диапазон: $[0, 2^N]$	Диапазон ограничен максимальными значениями $M$ и $P$	
Формат с фиксированной запятой		Формат с плавающей запятой	

# Домашнее задание



•§ 5

# Практическая работа №3 «Представление чисел»

## Задание 1.

Записать внутреннее представление следующих десятичных чисел со знаком, используя 8 – разрядную ячейку:

$64_{10}$

--	--	--	--	--	--	--	--

$-120_{10}$

Прямой код								
Обратный код								
Дополнительный код								

