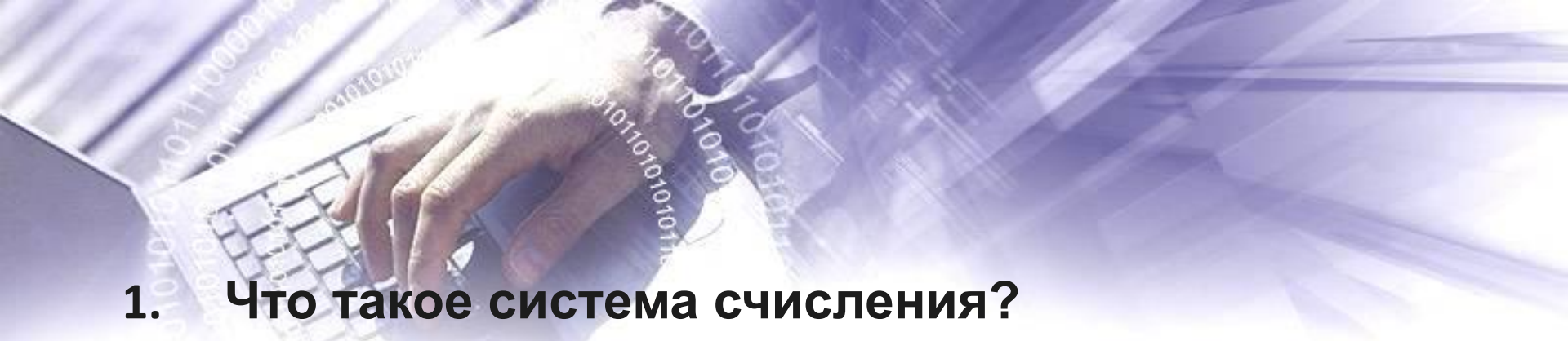


Представление чисел в памяти компьютера



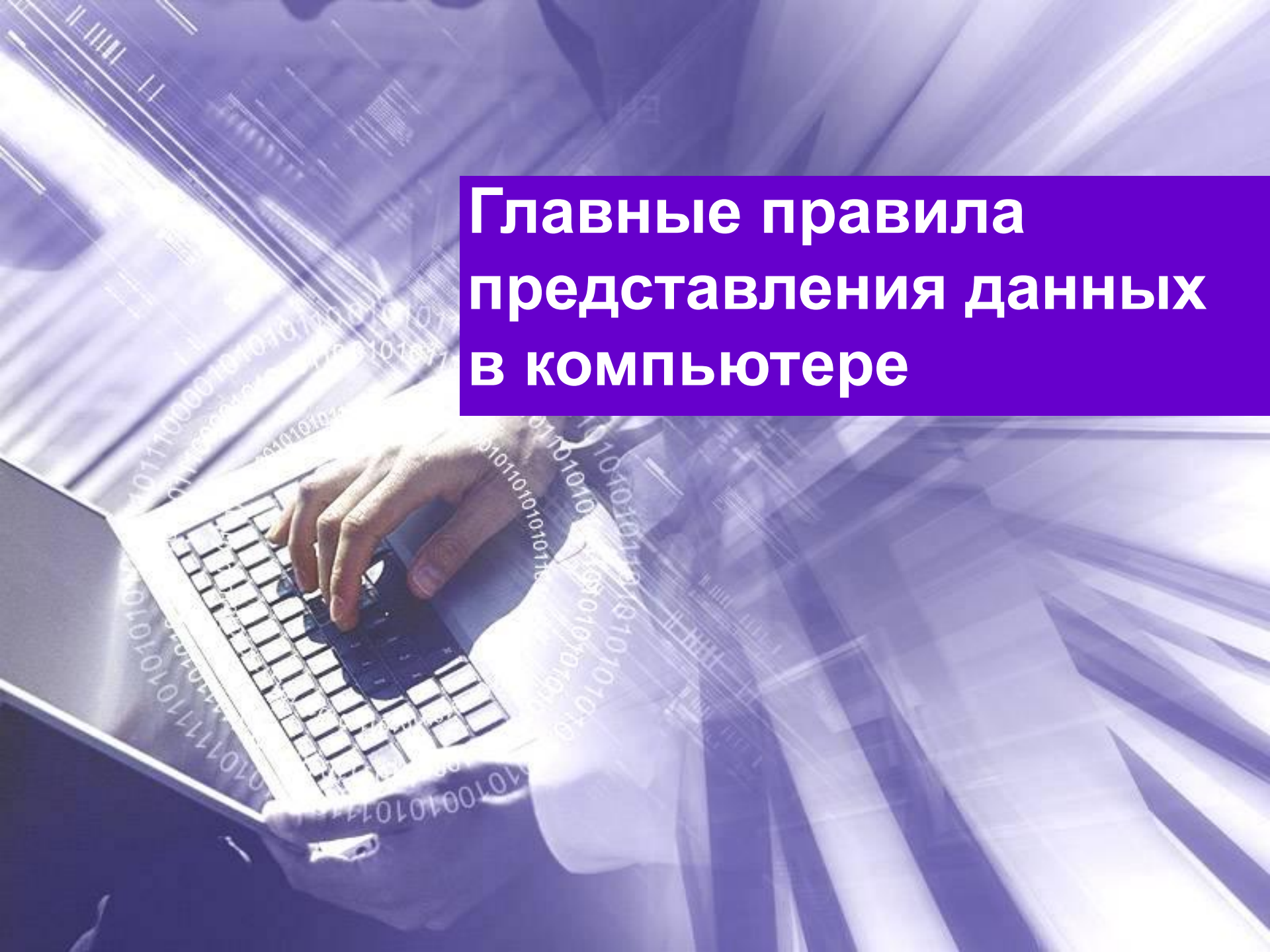
- 1. Что такое система счисления?**
- 2. Что такое основание системы счисления?**
- 3. Какие системы счисления используются в ПК?**
- 4. Какой алфавит и основание имеет двоичная система счисления?**
- 5. Какой алфавит и основание имеет десятичная система счисления?**
- 6. Как перевести число из двоичной системы счисления в десятичную?**
- 7. Как перевести число из десятичной системы счисления в двоичную?**
- 8. Каковы правила сложения двоичных чисел.**



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

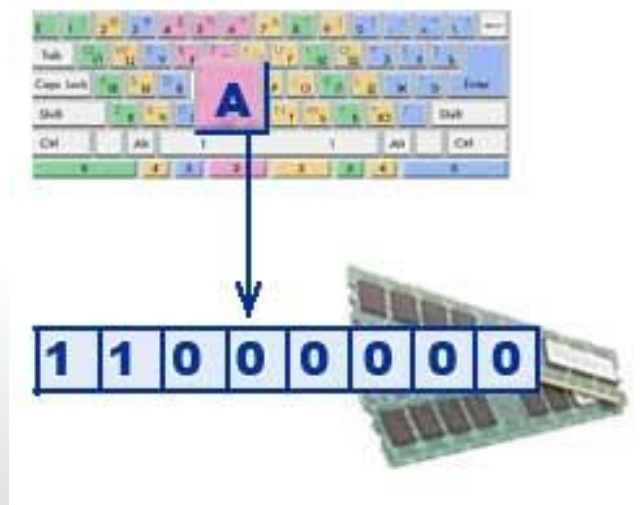
Главные правила представления данных в компьютере





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

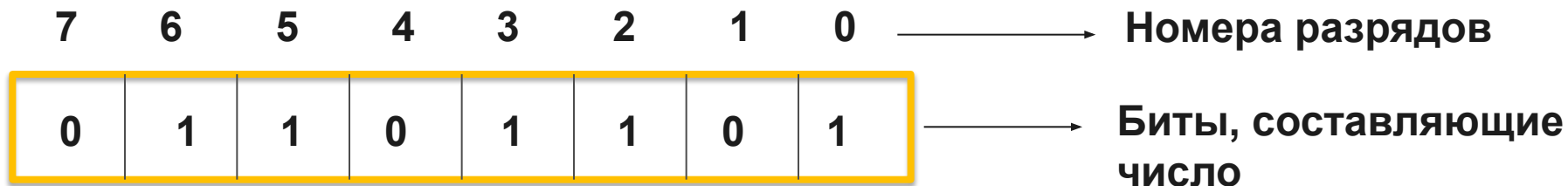
```
graph TD; A[Числовые величины] --> B[Целые  
(формат с фиксированной запятой)]; A --> C[Вещественные  
(формат с плавающей запятой)];
```

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.

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

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



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 значения всех битов инвертировать, кроме старшего разряда.
3. К полученному обратному коду **прибавить единицу**.

Представить число -2014_{10} в двоичном виде в шестнадцатибитном представлении в формате целого со знаком.

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



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.
4. В результате получают алгебраическую сумму в прямом коде, если эта сумма положительная, и в дополнительном, если сумма отрицательная.

Целые числа со знаком

Пример 1. Найти разность $13_{10} - 12_{10}$ в восьмибитном представлении.

	13_{10}	-12_{10}
Прямой код	00001101	10001100
Обратный код	–	11110011
Дополнительный код	–	11110100

$$\begin{array}{r} 00001101 \\ + 11110100 \\ \hline 10000001 \end{array}$$

Так как произошел перенос из знакового разряда, первую единицу отбрасываем, и в результате получаем 00000001.



Целые числа со знаком

Пример 2. Найти разность $8_{10} - 13_{10}$ в восьмибитном представлении.

	8_{10}	-13_{10}
Прямой код	00001000	10001101
Обратный код	–	11110010
Дополнительный код	–	11110011

$$\begin{array}{r} + \quad 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \\ \quad 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \\ \hline 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \end{array}$$

Целые числа со знаком

Пример 2. Найти разность $8_{10} - 13_{10}$ в восьмибитном представлении.

$$\begin{array}{r} + \quad 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \\ \quad 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \\ \hline 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \end{array}$$

В знаковом разряде стоит 1, значит результат получен в дополнительном коде. Прейдем от дополнительного кода к обратному, вычтя единицу:

$$\begin{array}{r} 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \\ - \quad 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \\ \hline 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \end{array}$$

Прейдем от обратного кода к прямому, инвертируя все цифры, за исключением знакового (старшего) разряда: $10000101_2 = 5_{10}$.



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

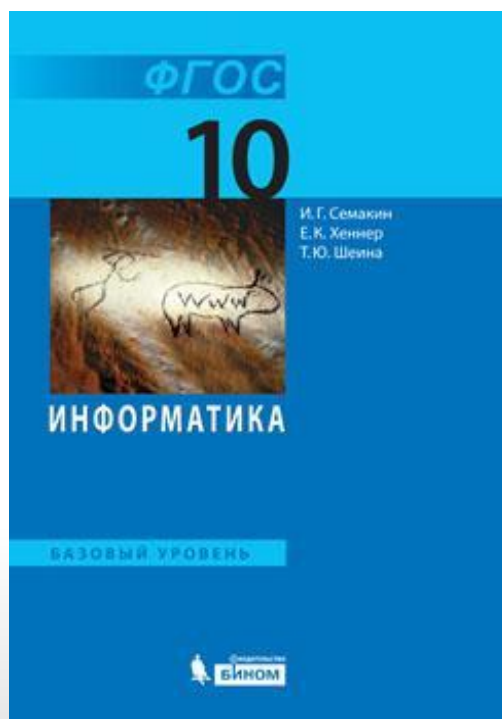
Порядок указывает, на какое количество позиций и в каком направлении должна сместиться десятичная запятая в мантиссе.

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.

Домашнее задание



- § 5
- Задания № 3, 4 стр. 43