

# Лекция 2

## Введение в Архитектуру ЭВМ

*Берленко Т.А. СПбГЭТУ “ЛЭТИ”, ФКТИ, МОЭВМ*

Как устроена вычислительная система

# Формат представления данных на компьютере

ASCII (American Standard Code for Information Interchange, ASCII)

Американским стандартным кодом для обмена информацией

ASCII — 7-битовая кодировка, доступно 128 символов.

Unicode — 16-битовая кодировка, доступно 65 536 символа.

# Формат представления чисел на компьютере

Числа конечной точности - числа, представляемые в фиксированном количестве разрядов.

Арифметические операции с числами конечной точности имеют ограничения и могут вызвать **переполнение**.

# Формат представления целых чисел

Беззнаковые:

123:

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

Диапазон значений:

$0 \dots 2^n - 1$ , где  $n$  - разрядность архитектуры

# Формат представления целых чисел

## Знаковые:

- Прямой код ( $-2^{n-1} + 1 \dots 2^{n-1} - 1$ )

-123: 

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

- Обратный код ( $-2^{n-1} + 1 \dots 2^{n-1} - 1$ )

-123: 

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

- Дополнительный код ( $-2^{n-1} \dots 2^{n-1} - 1$ )

-123: 

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

# Примеры диапазонов

| Число бит | Диапазон беззнаковых чисел         | Диапазон знаковых чисел<br>(дополнительный код)            |
|-----------|------------------------------------|--|
| 8         | От 0 до 255                        | От -128 до 127   |
| 32        | От 0 до 4 294 967 295              | От -2 147 483 648 до 2 147 483 647                         |
| 64        | От 0 до 18 446 744 073 709 551 615 | От -9 223 372 036 854 775 808 до 9 223 372 036 854 775 807 |

# Формат представления чисел с плавающей точкой

Стандарт IEEE 754:

- одинарная точность (single precision) - 4 байта.  
float в C  
примерно от  $10^{-38}$  до  $10^{38}$
- двойная точность (double precision) - 8 байт.  
double в C,  
float в Python  
примерно от  $10^{-308}$  до  $10^{308}$



# Одинарная точность

- 1 бит - знак (0 - положительные числа, 1 - отрицательные)
- 8 бит - порядок
- 23 бита - дробная значащая часть числа - мантисса
- 127 - смещение

$$111,1101 = 1,111101 * 2^2$$

1,111101 - мантисса, записывается только дробная часть

2 - *истинный* порядок, 129 - *смещенный* порядок

| знак | порядок |   |   |   |   |   |   |   | мантисса |   |     |   |   |   |
|------|---------|---|---|---|---|---|---|---|----------|---|-----|---|---|---|
| 0    | 1       | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1        | 1 | ... | 0 | 0 | 0 |

# Одинарная точность

Специальные случаи:

- Если порядок и мантисса равны 0, число равно 0.
- Если порядок равен 255 и мантисса равна 0, число в зависимости от знака  $-\infty$  или  $+\infty$ .
- Если порядок равен 255 и мантисса не равна 0, значение считается недопустимым числом и является NaN (Not a Number).

| знак | порядок |   |   |   |   |   |   |   | мантисса |   |   |     |   |   |   |
|------|---------|---|---|---|---|---|---|---|----------|---|---|-----|---|---|---|
| 0    | 0       | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1        | 1 | 1 | ... | 0 | 0 | 0 |

# Двойная точность

- 1 бит - знак (0 - положительные числа, 1 - отрицательные)
- 11 бит - порядок
- 52 бита - дробная значащая часть числа - мантисса
- 1023 - смещение

$$111,1101 = 1,111101 * 2^2$$

1,111101 - мантисса

2 - *истинный* порядок, 1025 - *смещенный* порядок

| знак | порядок |   |   |     |   |   |   | мантисса |   |   |     |   |   |   |
|------|---------|---|---|-----|---|---|---|----------|---|---|-----|---|---|---|
| 0    | 0       | 1 | 0 | ... | 0 | 0 | 1 | 1        | 1 | 1 | ... | 0 | 0 | 0 |

# Сравнение чисел с плавающей точкой

# ИСТОЧНИКИ

1. <https://www.lektorium.tv/lecture/14649> Курс лекций об архитектуре ЭВМ и основам ОС
2. Э. Таненбаум “Архитектура Компьютера”
3. Ч. Петцольд “Код”