

## Лабораторная работа №1. Представление данных в памяти ЭВМ

**Цели работы:** изучить методику двоичного кодирования числовой информации.

### Теоретическая часть

#### *Представление чисел в ЭВМ*

#### Представление чисел в формате с фиксированной точкой

**Положительные числа** в прямом, обратном и дополнительном кодах изображаются одинаково — двоичными кодами с цифрой 0 в знаковом разряде. Например:

Число  $1_{10}=1_2$   

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

  
Знак числа "+"

Число  $127_{10}=1111111_2$   

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

  
Знак числа "+"

**Отрицательные числа** в прямом, обратном и дополнительном кодах имеют разное изображение.

**1. Прямой код.** В знаковый разряд помещается цифра 1, а в разряды цифровой части числа — двоичный код его абсолютной величины. Например:

Прямой код числа - 1  

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

  
Знак числа "-"

Прямой код числа - 127  

1	1	1	1	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

  
Знак числа "-"

**1. Обратный код.** Получается инвертированием всех цифр двоичного кода абсолютной величины числа, включая разряд знака: нули заменяются единицами, а единицы — нулями. Например:

Число: -1  
Код модуля числа: 0 0000001  
Обратный код числа: 1 1111110  

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

Число: -127  
Код модуля числа: 0 1111111  
Обратный код числа: 1 0000000  

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

**3. Дополнительный код.** Получается образованием обратного кода с последующим прибавлением единицы к его младшему разряду. Например:

Дополнительный код числа - 1  

1	1	1	1	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Дополнительный код числа - 127  

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

Обычно отрицательные десятичные числа при вводе в машину автоматически преобразуются в обратный или дополнительный двоичный код и в таком виде хранятся, перемещаются и участвуют в операциях. При выводе таких чисел из машины происходит обратное преобразование в отрицательные десятичные числа.

### Представление чисел в формате с плавающей точкой

Для расширения диапазона рассматриваемых чисел по сравнению с естественной формой чисел используется формат с плавающей точкой или нормальная форма. Любое число в этом формате представляется, как

$$A = \pm m_a E^{\pm P_a},$$

где  $m_a$  - мантисса числа  $A$ ;

$E$  – основание системы счисления;

$\pm P_a$  - порядок.

Все эти величины – двоичные числа без знака. На рис. 2 приведен формат числа в нормальной форме. Старший разряд (нулевой) содержит знак мантиссы, первый разряд – знак порядка, 6 разрядов, со второго по седьмой, определяют значение порядка, а остальные – мантиссу. Нормальная форма может быть представлена коротким форматом  $E$  (4 байта), длинным форматом  $D$  (8 байт) и повышенной точности (16 байт). Во всех этих формах представления первый байт остается постоянным, изменяется только область, отведенная под мантиссу.

Знак $m_a$	Знак $P_a$	Порядок	Мантисса
Знак $m_a$	Знак $P_a$	$P_a$	$m_a$
0	1	2 ... 7	8 ... 31

Рис. 2. Нормальная форма числа

При таком представлении чисел 0 может быть записан 64 разными способами, т.к. для этого подходят любые значения порядков  $0 \cdot 2^0 = 0 \cdot 2^1 = \dots = 0 \cdot 2^{63}$ . А другие числа могут иметь много различных форм записи. Например,  $1536_{10} = 3 \cdot 2^9 = 6 \cdot 2^8 = \dots = 768 \cdot 2^1$ .

Для однозначного представления чисел мантиссу нормализуют, т.е. накладывают ограничение  $1/E \leq m < 1$ .

Это ограничение означает, что мантисса представляет собой правильную дробь и содержит хотя бы одну значащую цифру после запятой, отличную от нуля. Нормализованным представлением нуля является такое представление, при котором во всех разрядах находятся нули.

При использовании нормальной формы для части компьютеров характерно смещение оси порядков в область положительных значений. В этом случае арифметические действия производятся над порядками, не имеющими знака. В нормальной форме под значение порядка отводится 7 разрядов, один из них знаковый. Таким образом, значение порядка может лежать в интервале  $2^6 \leq P \leq 2^6 - 1$ , т.е. от -64 до 63.

Сместив порядок на  $2^6=64=40_{16}$ , мы получаем интервал возможных значений  $0 \leq P \leq 2^7-1=127$ . Смещенный порядок на  $40_{16}$  называется характеристикой и вычисляется как  $P_x = P + 40$ .

Если характеристика равна 40, то порядок равен 0; если характеристика меньше 40, то порядок отрицателен; если больше – то положителен.

Смещённый порядок всегда является положительным числом. В двоичном коде одинарной точности Single для записи порядка числа выделено восемь бит. Для него смещение порядка числа принято 127. Для смещённого порядка в двоичном коде числа с плавающей запятой двойной точности Double отводится 11 бит. В нем смещение порядка числа составляет — 1023. (Более подробно формат описан в стандарте IEEE 754)

### Постановка задачи

1. Записать код числа в формате со знаком и без знака, интерпретируя его как восьмибитовое целое.
2. Записать код числа в формате без знака, интерпретируя его как шестнадцатибитовое целое.
3. Записать в десятичной системе счисления целое число, если дан его дополнительный код.
4. Записать код действительного числа в формате с плавающей запятой, интерпретируя его как величину типа Single.
5. Записать код действительного числа в формате с плавающей запятой, интерпретируя его как величину типа Double. Преобразовать его в шестнадцатеричное число.
6. Дан код величины типа Double. Преобразовать его в десятичное число.
7. Разработать блок-схему и программу перевода числа из одной с/с в другую.

### Задания для самостоятельного выполнения

#### Вариант 1

1. а)  $115_{(10)}$ ; б)  $-34_{(10)}$ ; в)  $-70_{(10)}$ .
2. а)  $20850_{(10)}$ ; б)  $-18641_{(10)}$ .
3. а)  $0011010111010110$ ; б)  $1000000110101110$ .
4. а)  $-57,35$ ; б)  $78,35$ .
5. а)  $-578,375$ ; б)  $786,375$ .
6. а)  $408E130000000000$ ; б)  $C077880000000000$ .
7.  $2 \rightarrow 10$

#### Вариант 2

1. а)  $81_{(10)}$ ; б)  $-40_{(10)}$ ; в)  $-24_{(10)}$ .
2. а)  $28882_{(10)}$ ; б)  $-19070_{(10)}$ .
3. а)  $0110010010010101$ ; б)  $1000011111110001$ .
4. а)  $-36,15$ ; б)  $48,25$ .

5. а)  $-363,15625$ ; б)  $487,15625$ .
6. а) C075228000000000; б) 408B9B0000000000.
7.  $2 \rightarrow 8$

### Вариант 3

1. а)  $98_{(10)}$ ; б)  $-111_{(10)}$ ; в)  $-95_{(10)}$ .
2. а)  $18156_{(10)}$ ; б)  $-28844_{(10)}$ .
3. а) 0111100011001000; б) 1111011101101101.
4. а)  $33,12$ ; б)  $-36,15$ .
5. а)  $334,15625$ ; б)  $-367,15625$ .
6. а) C07C08C000000000; б) C0811B0000000000.
7.  $2 \rightarrow 16$

### Вариант 4

1. а)  $89_{(10)}$ ; б)  $-65_{(10)}$ ; в)  $-8_{(10)}$ .
2. а)  $23641_{(10)}$ ; б)  $-23070_{(10)}$ .
3. а) 0111011101000111; б) 1010110110101110.
4. а)  $21,15$ ; б)  $-14,37$ .
5. а)  $215,15625$ ; б)  $-143,375$ .
6. а) C071760000000000; б) 407FF28000000000.
7.  $8 \rightarrow 2$

### Вариант 5

1. а)  $64_{(10)}$ ; б)  $-104_{(10)}$ ; в)  $-47_{(10)}$ .
2. а)  $22583_{(10)}$ ; б)  $-28122_{(10)}$ .
3. а) 0100011011110111; б) 1011101001100000.
4. а)  $-90,54$ ; б)  $83,55$ .
5. а)  $-900,546875$ ; б)  $834,5$ .
6. а) 407C060000000000; б) C0610C0000000000.
7.  $8 \rightarrow 16$

### Вариант 6

1. а)  $55_{(10)}$ ; б)  $-89_{(10)}$ ; в)  $-22_{(10)}$ .
2. а)  $24255_{(10)}$ ; б)  $-26686_{(10)}$ .
3. а) 0000010101011010; б) 1001110100001011.
4. а)  $-96,15$ ; б)  $43,62$ .
5. а)  $-969,15625$ ; б)  $434,15625$ .
6. а) C082B30000000000; б) C086EB0000000000.
7.  $8 \rightarrow 10$

### Вариант 7

1. а)  $95_{(10)}$ ; б)  $-68_{(10)}$ ; в)  $-77_{(10)}$ .
2. а)  $31014_{(10)}$ ; б)  $-24013_{(10)}$ .

3. а) 0001101111111001; б) 1011101101001101.
4. а)  $-80,65$ ; б)  $72,35$ .
5. а)  $-802,15625$ ; б)  $172,375$ .
6. а) C085EB0000000000; б) C07D428000000000.
7.  $10 \rightarrow 2$

### Вариант 8

1. а)  $82_{(10)}$ ; б)  $-13_{(10)}$ ; в)  $-77_{(10)}$ .
2. а)  $19518_{(10)}$ ; б)  $-16334_{(10)}$ .
3. а) 0000110100001001; б) 1001110011000000.
4. а)  $63,52$ ; б)  $-55,25$ .
5. а)  $635,5$ ; б)  $-555,15625$ .
6. а) C07848C000000000; б) C085394000000000.
7.  $10 \rightarrow 8$

### Вариант 9

1. а)  $74_{(10)}$ ; б)  $-43_{(10)}$ ; в)  $-21_{(10)}$ .
2. а)  $31397_{(10)}$ ; б)  $-21029_{(10)}$ .
3. а) 0110101101111000; б) 1110100100110101.
4. а)  $11,54$ ; б)  $-74,75$ .
5. а)  $110,546875$ ; б)  $-743,375$ .
6. а) C08B794000000000; б) 407CB28000000000.
7.  $10 \rightarrow 16$

### Вариант 10

1. а)  $44_{(10)}$ ; б)  $-43_{(10)}$ ; в)  $-94_{(10)}$ .
2. а)  $21481_{(10)}$ ; б)  $-20704_{(10)}$ .
3. а) 0001101010101010; б) 1011110111001011.
4. а)  $-14,37$ ; б)  $14,35$ .
5. а)  $-141,375$ ; б)  $145,375$ .
6. а) 408EA14000000000; б) C07B128000000000.
7.  $16 \rightarrow 2$

### Вариант 11

1. а)  $122_{(10)}$ ; б)  $-97_{(10)}$ ; в)  $-82_{(10)}$ .
2. а)  $23008_{(10)}$ ; б)  $-23156_{(10)}$ .
3. а) 0010111101000000; б) 1011001101110001.
4. а)  $57,37$ ; б)  $-90,37$ .
5. а)  $576,375$ ; б)  $-99,375$ .
6. а) 40864B0000000000; б) C047140000000000.
7.  $16 \rightarrow 8$

### Вариант 12

1. а)  $91_{(10)}$ ; б)  $-7_{(10)}$ ; в)  $-95_{(10)}$ .
2. а)  $25879_{(10)}$ ; б)  $-27169_{(10)}$ .

3. а) 0001111001010100; б) 1011010001110010.
4. а)  $-79,45$ ; б)  $32,27$ .
5. а)  $-796,15625$ ; б)  $325,15625$ .
6. а) 4060B00000000000; б) C0846C60000000000.
7.  $16 \rightarrow 10$

### Вариант 13

1. а)  $89_{(10)}$ ; б)  $-90_{(10)}$ ; в)  $-34_{(10)}$ .
2. а)  $27435_{(10)}$ ; б)  $-22433_{(10)}$ .
3. а) 0111110101101100; б) 1111011001100010.
4. а)  $-14,35$ ; б)  $55,15$ .
5. а)  $-142,375$ ; б)  $565,15625$ .
6. а) C0864940000000000; б) C083DC60000000000.
7.  $2 \rightarrow 3$

### Вариант 14

1. а)  $57_{(10)}$ ; б)  $-31_{(10)}$ ; в)  $-109_{(10)}$ .
2. а)  $26493_{(10)}$ ; б)  $-30785_{(10)}$ .
3. а) 0010110001100110; б) 1010001111010000.
4. а)  $-50,12$ ; б)  $61,15$ .
5. а)  $-550,15625$ ; б)  $616,15625$ .
6. а) 407C360000000000; б) 408B5940000000000.
7.  $2 \rightarrow 4$

### Вариант 15

1. а)  $53_{(10)}$ ; б)  $-24_{(10)}$ ; в)  $-110_{(10)}$ .
2. а)  $24236_{(10)}$ ; б)  $-30388_{(10)}$ .
3. а) 0100101101100011; б) 1001001000101100.
4. а)  $24,156$ ; б)  $-68,37$ .
5. а)  $84,15625$ ; б)  $-681,375$ .
6. а) 4075E28000000000; б) C07E9800000000000.
7.  $2 \rightarrow 5$

### Вариант 16

1. а)  $64_{(10)}$ ; б)  $-104_{(10)}$ ; в)  $-47_{(10)}$ .
2. а)  $22583_{(10)}$ ; б)  $-28122_{(10)}$ .
3. а) 0100011011110111; б) 1011101001100000.
4. а)  $-92,54$ ; б)  $66,35$ .
5. а)  $-923,546875$ ; б)  $666,5$ .
6. а) 408C060000000000; б) C0710C00000000000.
7.  $2 \rightarrow 6$

### Вариант 17

1. а)  $55_{(10)}$ ; б)  $-89_{(10)}$ ; в)  $-22_{(10)}$ .
2. а)  $24255_{(10)}$ ; б)  $-26686_{(10)}$ .

3. а) 0000010101011010; б) 1001110100001011.
4. а)  $-82,15$ ; б)  $44,62$ .
5. а)  $-828,15625$ ; б)  $444,15625$ .
6. а) B082B30000000000; б) C086EB0000000000.
7.  $2 \rightarrow 7$

### Вариант 18

1. а)  $95_{(10)}$ ; б)  $-68_{(10)}$ ; в)  $-77_{(10)}$ .
2. а)  $31014_{(10)}$ ; б)  $-24013_{(10)}$ .
3. а) 0001101111111001; б) 1011101101001101.
4. а)  $-83,225$ ; б)  $67,37$ .
5. а)  $-832,15625$ ; б)  $167,375$ .
6. а) C086EB0000000000; б) C07C428000000000.
7.  $3 \rightarrow 10$

### Вариант 19

1. а)  $82_{(10)}$ ; б)  $-13_{(10)}$ ; в)  $-77_{(10)}$ .
2. а)  $19518_{(10)}$ ; б)  $-16334_{(10)}$ .
3. а) 0000110100001001; б) 1001110011000000.
4. а)  $55,52$ ; б)  $-83,16$ .
5. а)  $555,5$ ; б)  $-583,15625$ .
6. а) C07778C000000000; б) C075494000000000.
7.  $4 \rightarrow 10$

### Вариант 20

1. а)  $63_{(10)}$ ; б)  $-44_{(10)}$ ; в)  $-180_{(10)}$ .
2. а)  $34336_{(10)}$ ; б)  $-20378_{(10)}$ .
3. а) 0100100001100011; б) 1001000001101100.
4. а)  $84,16$ ; б)  $-94,32$ .
5. а)  $84,546875$ ; б)  $-681,125$ .
6. а) C075E10000000000; б) C07E980000000000.
7.  $5 \rightarrow 10$

### Вариант 21

1. а)  $94_{(10)}$ ; б)  $-47_{(10)}$ ; в)  $-121_{(10)}$ .
2. а)  $31257_{(10)}$ ; б)  $-21669_{(10)}$ .
3. а) 1100001101111000; б) 0101000100110101.
4. а)  $41,59$ ; б)  $-94,65$ .
5. а)  $180,546875$ ; б)  $-643,365$ .
6. а) C08B784000000000; б) 407CB25000000000.
7.  $6 \rightarrow 10$

### Вариант 22

1. а)  $84_{(10)}$ ; б)  $-63_{(10)}$ ; в)  $-104_{(10)}$ .
2. а)  $21241_{(10)}$ ; б)  $-31704_{(10)}$ .

3. а) 1100101010101010; б) 010110111001011.
4. а)  $-17,97$ ; б)  $74,39$ .
5. а)  $-161,75$ ; б)  $545,375$ .
6. а) 408E814000000000; б) C07B120000000000.
7.  $7 \rightarrow 10$

### Вариант 23

1. а)  $112_{(10)}$ ; б)  $-90_{(10)}$ ; в)  $-72_{(10)}$ .
2. а)  $23118_{(10)}$ ; б)  $-24556_{(10)}$ .
3. а) 0010110101000000; б) 1100111101110001.
4. а)  $67,32$ ; б)  $-77,37$ .
5. а)  $576,375$ ; б)  $-99,35$ .
6. а) 4086480000000000; б) C047440000000000.
7.  $3 \rightarrow 10$

### Вариант 24

1. а)  $88_{(10)}$ ; б)  $-75_{(10)}$ ; в)  $-45_{(10)}$ .
2. а)  $25239_{(10)}$ ; б)  $-18169_{(10)}$ .
3. а) 0010011001010100; б) 1110010001110010.
4. а)  $-59,415$ ; б)  $82,17$ .
5. а)  $-596,625$ ; б)  $329,155$ .
6. а) 4060B30000000000; б) C0844C6000000000.
7.  $4 \rightarrow 8$

### Вариант 25

1. а)  $99_{(10)}$ ; б)  $-110_{(10)}$ ; в)  $-38_{(10)}$ .
2. а)  $27215_{(10)}$ ; б)  $-31433_{(10)}$ .
3. а) 0110010101101100; б) 1110001001100010.
4. а)  $-54,3$ ; б)  $25,115$ .
5. а)  $-342,375$ ; б)  $465,15$ .
6. а) C084494000000000; б) C0834C6000000000.
7.  $4 \rightarrow 16$

### Вариант 26

1. а)  $53_{(10)}$ ; б)  $-91_{(10)}$ ; в)  $-89_{(10)}$ .
2. а)  $26465_{(10)}$ ; б)  $-30345_{(10)}$ .
3. а) 0010110001111001; б) 1010001111001110.
4. а)  $-90,12$ ; б)  $63,15$ .
5. а)  $-350,15625$ ; б)  $416,15625$ .
6. а) 407C860000000000; б) 408B494000000000.
7.  $8 \rightarrow 4$

### Вариант 27

1. а)  $68_{(10)}$ ; б)  $-74_{(10)}$ ; в)  $-117_{(10)}$ .
2. а)  $26583_{(10)}$ ; б)  $-25222_{(10)}$ .



3. а) 0000011011110111; б) 1111101001100000.
4. а)  $-62,54$ ; б)  $86,31$ .
5. а)  $-923,546$ ; б)  $666,5$ .
6. а) 408C460000000000; б) C0712C0000000000.
7.  $16 \rightarrow 4$

### Вариант 28

1. а)  $95_{(10)}$ ; б)  $-99_{(10)}$ ; в)  $-43_{(10)}$ .
2. а)  $24545_{(10)}$ ; б)  $-23486_{(10)}$ .
3. а) 0000011100011010; б) 1111000100001011.
4. а)  $-92,35$ ; б)  $84,61$ .
5. а)  $-528,15625$ ; б)  $344,15625$ .
6. а) B088B30000000000; б) C0867B0000000000.
7.  $3 \rightarrow 12$

### Вариант 29

1. а)  $90_{(10)}$ ; б)  $-58_{(10)}$ ; в)  $-87_{(10)}$ .
2. а)  $31254_{(10)}$ ; б)  $-27613_{(10)}$ .
3. а) 0000001111111001; б) 1110011101001101.
4. а)  $-53,22$ ; б)  $88,34$ .
5. а)  $-532,15625$ ; б)  $367,375$ .
6. а) C085EB0000000000; б) C078428000000000.
7.  $12 \rightarrow 3$

### Вариант 30

1. а)  $79_{(10)}$ ; б)  $-23_{(10)}$ ; в)  $-87_{(10)}$ .
2. а)  $19348_{(10)}$ ; б)  $-16624_{(10)}$ .
3. а) 0000111110001001; б) 1000011011000000.
4. а)  $58,57$ ; б)  $-93,15$ .
5. а)  $535,56$ ; б)  $-529,625$ .
6. а) C07878C000000000; б) C074494000000000.
7.  $3 \rightarrow 9$