

**Липецкий Государственный Технический Университет**

**Факультет автоматизации и информатики**

**Кафедра автоматизированных систем управления**

**Лабораторная работа №1**  
**по программированию**  
**основы машинной арифметики,**  
**системы счисления**

Выполнил: студент гр. АС-21-1

Станиславчук С. М

“18” сентября 2021г.

Проверил

“ ”

2021

Липецк 2021

## **2.Цель работы.**

Изучить основы машинной арифметики, представления чисел в прямом, обратном и дополнительном кодах и арифметических операций над ними.

### **3.Краткая теория.**

Различают **прямой, обратный и дополнительный** коды.

**Прямой код целого числа.** Под прямым кодом двоичного числа понимают запись самого числа. Значение знакового разряда для положительных чисел определяют равным нулю, для отрицательных чисел - единице

**Обратный код целого числа.** Обратный код целого положительного числа совпадает с его прямым кодом. Для отрицательного числа обратный код строится заменой каждого незнакового байта его представления в прямом коде на противоположный, знаковый разряд не изменяется.

**Дополнительный код целого числа.** Дополнительный код положительного числа совпадает с его прямым кодом. Для отрицательного числа дополнительный код образуется путем получения обратного кода и добавлением к младшему разряду единицы.

#### 4.Ход работы.

1.  $X = -1010111$ ;  $Y = 11100$

Перевод в 1) прямой код:  $X = 1,1010111$ ;  $Y = 0,0011100$

2) обратный код:  $X = 1,0101000$ ;  $Y = 0,0011100$

3) дополнительный код:  $X = 1,0101001$ ;  $Y = 0,0011100$

Сложим числа, пользуясь:

Правилами двоичной арифметики	Обратным кодом	Дополнительным кодом
$X = -1010111$ + $y = 0011100$ $x+y = 11000101$	$X_{\text{обр}} = 1,0101000$ + $Y_{\text{обр}} = 0,0011100$ $(x+y)_{\text{обр}} = 1,1000100$	$X_{\text{доп}} = 1,0101001$ + $Y_{\text{доп}} = 0,0011100$ $(x+y)_{\text{доп}} = 1,1000101$

Переведём результат в прямой код:

- из обратного кода:  $(X+Y)_{\text{обр}} = 1,1000100 \Rightarrow (x+y)_{\text{пр}} = 1,0111011$
- из дополнительного кода  $(x+y)_{\text{доп}} = 1,1000101 \Rightarrow (x+y)_{\text{пр}} = 1,0111010 + 0,0000001 = 1,0111011$
- Переведём результат сложения  $x$  и  $y$  (1 столбик) в обратный код  $\Rightarrow 0111010$  и добавим 1  $\Rightarrow 0111011$ , результат совпадает с суммой, полученной по правилам двоичной арифметики.

2.Изменим число  $Y$ , добавив в конец две единицы:

$Y = 11111$ ;  $X = -1010111$

Обычная запись	Обратный код	Модифицированный обратный код	Дополнительный код	Модифицированный дополнительный код
$x = -1010111$  $Y = 11111$	$x = 1,0101000$  $Y = 0,0011111$	$x = 10,101000$  $y = 00,011111$	$x = 1,0101001$  $y = 0,001111$	$x = 10,101001$  $y = 00,011111$

Сложим числа, пользуясь:

Правилами двоичной арифметики	Модифицированным обратным кодом	Модифицированным дополнительным кодом
$x = -1010111$ $+$ $y = 11111$ $x+y = 11001000$	$X_{\text{обр}}^{\text{мод}} = 10,101000$ $+$ $Y_{\text{обр}}^{\text{мод}} = 00,011111$ $(x+y)_{\text{обр}}^{\text{мод}} = 11,000111$	$X_{\text{обр}}^{\text{мод}} = 10,101001$ $+$ $Y_{\text{обр}}^{\text{мод}} = 00,011111$ $(x+y)_{\text{обр}}^{\text{мод}} = 11,001000$

Переведём результат в прямой код:

- из обратного кода:  $(X+Y)_{\text{обр}}^{\text{мод}} = 11,000111 \Rightarrow (x+y)_{\text{пр}}^{\text{мод}} = 10,111000$
- из дополнительного кода  $(x+y)_{\text{доп}}^{\text{мод}} = 11,001000 \Rightarrow (x+y)_{\text{пр}}^{\text{мод}} = 10,110111 + 0,0000001 = 10,111000$
- Переведём результат сложения  $x$  и  $y$  (1 столбик) в обратный код  $\Rightarrow 00110111$  и добавим 1  $\Rightarrow 0111000$ , результат совпадает с суммой, полученной по правилам двоичной арифметики.

## Вариант 12

№ Вари- анта	$A_{10}$	$B_8$	$C_{16}$	Основание системы счисления(D)	$E_{10}$	$F_{10}$
12	49	124	8F	3	26,5339	0,083

1) Преобразовать числа в двоичную систему счисления:

$$A_{10} = 49_{10} = \underline{110001}_2; \quad B_8 = 124_8 = 1 \cdot 8^2 + 2 \cdot 8^1 + 4 \cdot 1 = 84_{10} = \underline{1010100}_2;$$

49/2 = 24, остаток: 1  
24/2 = 12, остаток: 0  
12/2 = 6, остаток: 0  
6/2 = 3, остаток: 0  
3/2 = 1, остаток: 1  
1/2 = 0, остаток: 1

84/2 = 42, остаток: 0  
42/2 = 21, остаток: 0  
21/2 = 10, остаток: 1  
10/2 = 5, остаток: 0  
5/2 = 2, остаток: 1  
2/2 = 1, остаток: 0  
1/2 = 0, остаток: 1

$$C_{16} = 8F_{16} = 8 \cdot 16^1 + 15 \cdot 1 = 143_{10} = \underline{10001111}_2$$

143/2 = 71, остаток: 1  
71/2 = 35, остаток: 1  
35/2 = 17, остаток: 1  
17/2 = 8, остаток: 1  
8/2 = 4, остаток: 0  
4/2 = 2, остаток: 0  
2/2 = 1, остаток: 0  
1/2 = 0, остаток: 1

$$2) A_2 + B_2 = 00110001 + 01010100 = \underline{10000101}$$

$$A_2 + C_2 = 00110001 + 10001111 = \underline{011000000}$$

$$B_2 + C_2 = 01010100 + 10001111 = \underline{011100011}$$

$$A_2 - B_2 = 00110001 - 01010100 = 0,000000000110001 + 1111111110101100 = 1111111111011101 = \underline{-000000000100010}$$

$$A_2 - C_2 = 00110001 - 10001111 = 0000000000110001 + 11111111101110001 = 11111111110100010 = \underline{-000000001011110}$$

$$B_2 - C_2 = 01010100 - 10001111 = 0,0000000001010100 + 1,111110011100001 = 1111110100110101 = \underline{-0000010111001011}$$

$$A_2 * B_2 = 00110001 * 01010100 = \underline{0001111010100}$$

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

$$A_2 * C_2 = 00110001 * 10001111 = \underline{001101101011111}$$

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

$$B_2 * C_2 = 01010100 * 10001111 = \underline{01011011101100}$$

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

$$3) A_{10} = 49_{10} = \underline{061}_8$$

$49 \div 8 = 6$	$49 \bmod 8 = 1$
$6 \div 8 = 0$	$6 \bmod 8 = 6$
$0 \div 8 = 0$	$0 \bmod 8 = 0$

$$A_{10} = 49_{10} = \underline{031}_{16}$$

$49 \div 16 = 3$	$49 \bmod 16 = 1$
$3 \div 16 = 0$	$3 \bmod 16 = 3$
$0 \div 16 = 0$	$0 \bmod 16 = 0$

$$A_{10} = 49_{10} = \underline{1211}_3$$

$49 \div 3 = 16$	$49 \bmod 3 = 1$
$16 \div 3 = 5$	$16 \bmod 3 = 1$
$5 \div 3 = 1$	$5 \bmod 3 = 2$
$1 \div 3 = 0$	$0 \bmod 3 = 0$

$$B_8 = 124_8 = 1 \cdot 8^2 + 2 \cdot 8^1 + 4 \cdot 1 = \underline{84}_{10}$$

$$B_8 = 124_8 = 001010100_2 = 0000\ 0101\ 0100 = \underline{054}_{16}$$

$$B_8 = 124_8 = 1 \cdot 8^2 + 2 \cdot 8^1 + 4 \cdot 8^0 = 64 + 16 + 4 = 84_{10} = \underline{10010}_3$$

$84 \div 3 = 28$	$84 \bmod 3 = 0$
$28 \div 3 = 9$	$28 \bmod 3 = 1$
$9 \div 3 = 3$	$9 \bmod 3 = 0$
$3 \div 3 = 1$	$3 \bmod 3 = 0$
$1 \div 3 = 0$	$1 \bmod 3 = 0$

$$C_{16} = 8F_{16} = 8 \cdot 16^1 + 15 \cdot 1 = \underline{143}_{10}$$

$$C_{16} = 8F_{16} = 8 \cdot 16^1 + 15 \cdot 1 = 143_{10} = 10001111_2 = 010\ 001\ 111_2 = \underline{217}_8$$



$$C_{16} = 8F_{16} = 143_{10} = \underline{12022}_3$$

$143 \div 3 = 47$	$143 \bmod 3 = 2$
$47 \div 3 = 15$	$47 \bmod 3 = 2$
$15 \div 3 = 5$	$15 \bmod 3 = 0$
$5 \div 3 = 1$	$5 \bmod 3 = 2$
$1 \div 3 = 0$	$1 \bmod 3 = 0$

$$4) A_3 + B_3 = 1211_3 + 10010_3 = \underline{11221}_3$$

$$A_3 + C_3 = 1211_3 + 12022_3 = \underline{13233}_3$$

$$B_3 + C_3 = 10010_3 + 12022_3 = \underline{22032}_3$$

$$5) E: 26,5339; 26 = 11010_2; 0.5339 = 10001000_2;$$

$$11010,10001000_2$$

$$M = 1,101010001000 * 2^4$$

$$101010001000; 4_{10} = 100_2; \text{Смещенный порядок} = 100_2 + 01111111_2 = 10000011_2$$

$26 \div 2 = 13$	$26 \bmod 2 = 0$
$13 \div 2 = 6$	$13 \bmod 2 = 1$
$6 \div 2 = 3$	$6 \bmod 2 = 0$
$3 \div 2 = 1$	$3 \bmod 2 = 1$
$1 \div 2 = 0$	$1 \bmod 2 = 0$

$$0.5339 * 2 = 1.068$$

$$0.068 * 2 = 0.136$$

$$0.136 * 2 = 0.272$$

$$0.272 * 2 = 0.544$$

$$0.544 * 2 = 1.088$$

$$0.088 * 2 = 0.176$$

$$0.176 * 2 = 0.352$$

$$0.352 * 2 = 0.704$$

$$\underline{010000011 \ 101010001000000000000000}$$



## **5. Вывод:**

В ходе выполненной работы, изучил основы машинной арифметики, производил операции сложения прямого, обратного и дополнительного кодов, научился переводить из одного вида кода в другой, познакомился с модифицированными видами кодов. Выполнял операции сложения, вычитания, умножения чисел в двоичном коде, преобразовывали числа с плавающей точкой в формат стандарта IEEE 754.