

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский университет ИТМО»

Факультет информационных технологий и программирования

Аппаратное обеспечение вычислительных систем

Домашнее задание No 1

«Выполнение арифметических операций с двоичными числами»

Выполнил студент:

Васильков Дмитрий Алексеевич

Группа: М3115

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2023

### Домашнее задание № 1

Выполнение арифметических операций с двоичными числами.

Цель задания - овладеть простейшими навыками перевода чисел в различные системы счисления и выявить ошибки, возникающие из-за их ограниченной разрядности.

1) По заданному варианту исходных данных получить набор десятичных чисел:  $X_1=A$ ,  $X_2=C$ ,  $X_3=A+C$ ,  $X_4=A+C+C$ ,  $X_5=C-A$ ,  $X_6=65536-X_4$ ,  $X_7=-X_1$ ,  $X_8=-X_2$ ,  $X_9=-X_3$ ,  $X_{10}=-X_4$ ,  $X_{11}=-X_5$ ,  $X_{12}=-X_6$ . Выполнить перевод десятичных чисел  $X_1, \dots, X_{12}$  в двоичную систему счисления, получив их двоичные эквиваленты  $B_1, \dots, B_{12}$  соответственно. Для представления двоичных чисел  $B_1, \dots, B_{12}$  использовать 16-разрядный двоичный формат со знаком. Для контроля правильности перевода выполнить обратный перевод двоичных чисел в десятичные и подробно проиллюстрировать последовательность прямого и обратного перевода для чисел  $X_1$ ,  $B_1$ ,  $X_7$  и  $B_7$ .

2) Выполнить следующие сложения двоичных чисел:  $B_1+B_2$ ,  $B_2+B_3$ ,  $B_7+B_8$ ,  $B_8+B_9$ ,  $B_2+B_7$ ,  $B_1+B_8$ . Для представления слагаемых и результатов сложения использовать 16-разрядный двоичный формат со знаком. Результаты сложения перевести в десятичную систему счисления, сравнить с соответствующими десятичными числами. Дать подробные комментарии полученным результатам.

#### Вариант 14:

Операнд  $A = 1978$

Операнд  $C = 15516$

#### Решение:

*Первая часть:*

$$X_1 = A = 1978$$

$$X_2 = C = 15516$$

$$X_3 = A + C = 17494$$

$$X_4 = A + C + C = 33010$$

$$X_5 = C - A = 13538$$

$$X_6 = 65536 - X_4 = 32526$$

$$X_7 = -X_1 = -1978$$

$$X_8 = -X_2 = -15516$$

$$X_9 = -X_3 = -17494$$

$$X_{10} = -X_4 = -33010$$

$$X_{11} = -X_5 = -13538$$

$$X_{12} = -X_6 = -32526$$

$B1 = 0000\ 0111\ 1011\ 1010 = 0 \cdot 2^{15} + 0 \cdot 2^{14} + 0 \cdot 2^{13} + 0 \cdot 2^{12} + 0 \cdot 2^{11} + 1 \cdot 2^{10} + 1 \cdot 2^9 + 1 \cdot 2^8 + 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 1978$   
 $B2 = 0011\ 1100\ 1001\ 1100 = 15516$   
 $B3 = 0100\ 0100\ 0101\ 0110 = 17494$   
 $B4 = 1000\ 0000\ 1111\ 0010 = -242$   
 $B5 = 0011\ 0100\ 1110\ 0010 = 13538$   
 $B6 = 0111\ 1111\ 0000\ 1110 = 32526$   
 $B7 = 1111\ 1000\ 0100\ 0110$  доп (0000 0111 1011 1010 прямой  $\Rightarrow$  1111 1000 0100 0101 обратный)  $= -30790$   
 $B8 = 1100\ 0011\ 0110\ 0100$  доп (0011 1100 1001 1100 прямой  $\Rightarrow$  1100 0011 0110 0011 обратный)  $= -17252$   
 $B9 = 1011\ 1011\ 1010\ 1010$  доп (0100 0100 0101 0110 прямой  $\Rightarrow$  1011 1011 1010 1001 обратный)  $= -15274$   
 $B10 = 1111\ 1111\ 0000\ 1110$  доп (1000 0000 1111 0010 прямой  $\Rightarrow$  0111 1111 0000 1101 обратный)  $= -32526$   
 $B11 = 1100\ 1011\ 0001\ 1110$  доп (0011 0100 1110 0010 прямой  $\Rightarrow$  1100 1011 0001 1101 обратный)  $= -19230$   
 $B12 = 1000\ 0000\ 1111\ 0010$  доп (0111 1111 0000 1110 прямой  $\Rightarrow$  1000 0000 1111 0001 обратный)  $= -242$

Обратный перевод:

$B1 = 0000\ 0111\ 1011\ 1010 = 0 \cdot 2^{15} + 0 \cdot 2^{14} + 0 \cdot 2^{13} + 0 \cdot 2^{12} + 0 \cdot 2^{11} + 1 \cdot 2^{10} + 1 \cdot 2^9 + 1 \cdot 2^8 + 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 1024 + 512 + 256 + 128 + 32 + 16 + 8 + 2 = 1978$

$B7 = 1111\ 1000\ 0100\ 0110$  в доп. коде  $\Rightarrow$  1111 1000 0100 0101 обратный код  $\Rightarrow$  0000 0111 1011 1010 (2)  $\Rightarrow$  1978(10) значит 1111 1000 0100 0110  $= -1978$

*Вторая часть:*

$B1 + B2 = 0100\ 0100\ 0101\ 0110 = 17494\ (17494)$   
 $0000\ 0111\ 1011\ 1010$   
 $+$   
 $0011\ 1100\ 1001\ 1100$   
 $-----$   
 $0100\ 0100\ 0101\ 0110$

$B2 + B3 = 1000\ 0000\ 1111\ 0010 = -242$  тк переполнение (33010)

0011 1100 1001 1100

+

0100 0100 0101 0110

-----

1000 0000 1111 0010

$B7 + B8 = 1011\ 1011\ 1010\ 1010 = -17494$  (-17494)

Обратный 1011 1011 1010 1001

Прямой 0100 0100 0101 0110

1111 1000 0100 0110

+

1100 0011 0110 0100

-----

1 1011 1011 1010 1010

$B8 + B9 = 0111\ 1111\ 0000\ 1110 = 242$ , тк переполнение (-33010)

Обратный 1111 1111 0000 1101

Прямой 0000 0000 1111 0010

1100 0011 0110 0100

+

1011 1011 1010 1010

-----

1 0111 1111 0000 1110

$B2 + B7 = 0011\ 0100\ 1110\ 0010 = 13538$  (13538)

0011 1100 1001 1100

+

1111 1000 0100 0110

-----

1 0011 0100 1110 0010

$B1 + B8 = 1100\ 1011\ 0001\ 1110 = -13538\ (-13538)$

Обратный 1100 1011 0001 1101

Прямой 0011 0100 1110 0010

0000 0111 1011 1010

+

1100 0011 0110 0100

-----

1100 1011 0001 1110