**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**

**ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П. О. СУХОГО**

Факультет автоматизированных и информационных систем

Кафедра «Информационные технологии»

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №2

по дисциплине «Архитектура ЭВМ»

на тему: «Логические и арифметические

операции над двоичными числами»

Выполнил: студент гр. ИТП-21

Воробьев В. А.

Принял: преподаватель

Савельев В. А.

Гомель 2022

**Цель работы:** получение навыков выполнения арифметических и логических операций над двоичными числами.

**Ход работы**

**Задание 1.** Выполнить логическое сложение двоичных чисел, представленных в шестнадцатеричном коде.

Первое число A = 9FD, второе число B = 567D. А в двоичной = 100111111101, B = 10101100111101. Результат логического сложения представлен ниже:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| B | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| A | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| C | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |

В результате получилось число С = 10101111111101, которое равно 2BFD.

**Задание 2**. Выполнить логическое сложение по модулю 2 двоичных чисел, представленных в шестнадцатеричном коде.

Первое число A = EE2D, второе число B = 529D. А в двоичной = 1110111000101101, B = 101001010011101. Результат логического сложения по модулю 2 представлен ниже:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| B | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| A | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| C | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

В результате получилось число С = 1011110010110000, которое равно BCB0.

**Задание 3.** Выполнить логическое умножение двоичных чисел, представленных в шестнадцатеричном коде.

Первое число A = EE2D, второе число B = 56BD. А в двоичной = 1110111000101101, B = 101011010111101. Результат логического умножения представлен ниже:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| B | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| C | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

В результате получилось число С = 100011000100001, которое равно 4621.

**Задание 4.** Выполнить сложение целых двоичных чисел без знака, представленных в шестнадцатеричном коде. Все операнды перевести в десятичный код.

Первое число A = 9FD, второе число B = 567D. А в двоичной = 100111111101, B = 101011001111101. Результат сложения представлен ниже:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| B | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| A | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| C | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |

В результате получилось число С = 110000001111010, которое равно 607A.

**Задание 5.** Выполнить сложение целых двоичных чисел со знаком (в дополнительном коде), представленных в десятичном коде. Все операнды перевести в десятичный код.

Первое число A = 797, второе число B = -16000. А в двоичной = 1100011101, B = 11 1110 1000 0000 без знака. Чтобы представить число со знаком, нам необходимо перевести его в двоичную систему, поменять 1 на 0, 0 на 1, и прибавить 1. Если проинверсировать наше число, то мы получим 1.00000101111111 результат перевода представлен ниже:

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

В результате получилось число 1.00000110000000, и если его сложить с А, то в итоге мы получим:

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

А теперь от полученного числа необходимо отнять единицу:

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

Теперь в полученной числе нужно поменять 0 на 1, 1 на 0 и в итоге получим искомое число: 11101101100011, которое если перевести в 10 систему будет равно 15203 и с учетом знака -15203, что равно результату 797 – 16000.

**Задание 6**. Выполнить умножение целых двоичных чисел без знака, представленных в шестнадцатеричном коде. Все операнды перевести в десятичный код.

Первое число A = 67, второе число B = 9A. А в двоичной = 01100111, B = 10011010.

При умножении мы получим примерно следующее

С =

0000 0000 1001 1010 +

0000 0001 0011 0100 +

0000 0010 0110 1000 +

0000 0000 0000 0000 +

0000 0000 0000 0000+

0000 1001 10100 0000 +

0010 0110 1000 0000 +

0000 0000 0000 0000

-----------------------------

111110001010011.

**Задание 7.** Выполнить деление целых двоичных чисел без знака, представленных в шестнадцатеричном коде. Все операнды перевести в десятичный код.

Первое число A = FF67, второе число B = 9A. А в двоичной = 1111111101100111, B = 10011010. Процесс деления представлен ниже:

Шаг 1:

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

Шаг 2:

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

Шаг 3:

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

Шаг 4:

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

Шаг 5:

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

Берем остатки от деления при каждом шаге и в итоге получаем число 110101001, которое равно 425, и это результат деления 65383 на 154.

**Задание 8.** Записать дробное число, представленное в десятичной форме, в шестнадцатеричной форме в стандарте IEEE754 (32 бита с плавающей точкой).

Число A = 32,54.

Отводится 1 бит под знак, 8 бит на экспоненту, которая также имеет знак, и чтобы не вводить еще один бит под ее знак, к ней добавляют смещение +127, и наконец оставшиеся 23 бита под мантису.

Для этого переведем число в двоичное представление.  
32=100000. Для перевода дробной части числа последовательно умножаем дробную часть на основание 2. В результате каждый раз записываем целую часть произведения:

0.54\*2 = 1.08  
(целая часть **1**)  
0.08\*2 = 0.16  
(целая часть **0**)  
0.16\*2 = 0.32  
(целая часть **0**)  
0.32\*2 = 0.64  
(целая часть **0**)  
0.64\*2 = 1.28  
(целая часть **1**)  
0.28\*2 = 0.56  
(целая часть **0**)  
0.56\*2 = 1.12  
(целая часть **1**)  
0.12\*2 = 0.24  
(целая часть **0**)  
0.24\*2 = 0.48  
(целая часть **0**)  
0.48\*2 = 0.96  
(целая часть **0**)  
0.96\*2 = 1.92  
(целая часть **1**)  
0.92\*2 = 1.84  
(целая часть **1**)  
0.84\*2 = 1.68  
(целая часть **1**)  
0.68\*2 = 1.36  
(целая часть **1**)  
0.36\*2 = 0.72  
(целая часть **0**)  
0.72\*2 = 1.44  
(целая часть **1**)  
0.44\*2 = 0.88  
(целая часть **0**)  
0.88\*2 = 1.76  
(целая часть **1**)  
0.76\*2 = 1.52  
(целая часть **1**)  
0.52\*2 = 1.04  
(целая часть **1**)  
0.04\*2 = 0.08  
(целая часть **0**)  
0.08\*2 = 0.16  
(целая часть **0**)  
0.16\*2 = 0.32  
(целая часть **0**)

Получаем число в 2-ой системе счисления: 10001010001111010111000. В итоге получаем число: 100000.10001010001111010111000. Сдвинем наше число на 5 разрядов влево, чтобы получить основные составляющие экспоненциального нормализованного числа, тогда

M = 1.0000010001010001111010111000, exp = 5. Теперь переведем экспоненту в двоичное представление: exp = 5 + 127 = 10000100. Далее берем остаток от мантисы в 23 бита: 0000010001010001111. Тогда наше число согласно формата IEEE754 равно: 01000010000000100010100011110101.

**Задание 9.** Записать число, представленное в шестнадцатеричной форме в стандарте IEEE754 (32 бита с плавающей точкой) в десятичной форме.

A = 05457600..

Для начала переведем наше число в двоичную систему счисления: 0 000 0101 010 0 0101 0111 0110 0000 0000. Сдвинем наше число на 1 разряда вправо и получим:

M = 1.01010001010111011000000000, exp = -1. Переведем нашу экспоненту в двоичную систему счисления: -1 + 128 = 127 = 1111111. И тогда число в формате IEEE754 равно: 00111111101010001010111011000000.

**Вывод:** в ходе работы были получены навыки выполнения арифметических и логических операций над двоичными числами.