Учреждение образования Республики Беларусь

«Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого»

Факультет автоматизированных и информационных систем

Кафедра «Информационные технологии»

Отчет по лабораторной работе №2

по дисциплине «Архитектура ЭВМ»

по теме «Логические и арифметические операции над двоичными числами»

Выполнил:

студент группы ИТП-21

Половцев М. С.

Проверил:

преподаватель

Савельев В. А.

Гомель, 2022

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

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

Логическое сложение возвращает в текущем разряде 0, если оба слагаемых равны 0. Во всех остальных случаях будет получена 1.

1 операнд: 340916 = 0011 0100 0000 10012

2 операнд: E45016 = 1110 0100 0101 00002

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

1111 0100 0101 10012 = 62 55310

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

Логическое сложение по модулю 2 возвращает в текущем разряде 0, если в двух разрядах содержатся одинаковые значения. В остальных случаях будет получена 1.

1 операнд: 3AA916 = 0011 1010 1010 10012

2 операнд: 981016 = 1001 1000 0001 00002

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

1010 0010 1011 10012 = 4165710

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

Логическое умножение возвращает 1, если в двух разрядах содержится 1. В остальных случаях будет получена 1.

1 операнд: 3AA916 = 0011 1010 1010 10012

2 операнд: 80EC16 = 1000 0000 1110 11002

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

1010 10002 = 16810

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

Cложение в двоичной системе счисления выполняется по тем же правилам, что и в десятичной. Два числа записываются в столбик с выравниванием по разделителю целой и дробной части и при необходимости дополняются справа незначащими нулями. Сложение начинается с крайнего правого разряда. Две единицы младшего разряда объединяются в единицу старшего.

1 слагаемое: 340916 = 0011 0100 0000 10012 = 1332110

2 слагаемое: E45016 = 1110 0100 0101 00002 = 5844810

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

1 0001 1000 0101 10012 = 71 76910

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

1 слагаемое: -34510

2 слагаемое: -598710

Перевод в дополнительный код:

Дополнительный код отрицательного числа дополнительный код образуется путем получения обратного кода и добавлением к младшему разряду единицы.

34510 = 0000 0001 0101 10012

Обратный код числа 0000 0001 0101 1001: 1111 1110 1010 0110

Обратный код + 1: 1111 1110 1010 0111

Следовательно, -34510 = 1111 1110 1010 01112

598710 = 0001 0111 0110 00112

Обратный код числа 0001 0111 0110 0011: 1110 1000 1001 1100

Обратный код + 1: 1110 1000 1001 1101

Следовательно, -598710 = 1110 1000 1001 11012

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

Обратный код: 1110 0111 0100 00112

Двоичный код числа 1110 0111 0100 0011: 0001 1000 1011 11002

0001 1000 1011 11002 = -633210

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

Умножение в двоичной системе производится по тому же принципу, что и в десятичной системе счисления, при этом используется таблица двоичного умножения: 0 \* 0 = 0, 0 \* 1 = 0, 1 \* 0 = 0, 1 \* 1 = 1

1 множитель: 7816 = 0111 10002 = 12010

2 множитель: 5B16 = 0101 10112 = 9110

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

10 1010 1010 10002 = 1092010

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

Деление в двоичной системе производится вычитанием делителя со сдвигом вправо, если остаток больше нуля.

Делимое: 2F7816 = 0010 1111 0111 10002 = 1215210

Делитель: 5B16 = 0101 10112 = 9110

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

Частное: 1000 01012 = 13310

Остаток: 00112 = 310

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

Представление двоичного числа с плавающей точкой в экспоненциальном нормализованном виде:

756,4510 = 1011110100.011100112

Сдвинем число на 9 разрядов вправо. В результате мы получили основные составляющие экспоненциального нормализованного двоичного числа:

Мантисса M = 1. 01111010001110011

Экспонента exp = 9

Преобразование двоичного нормализованного числа в 32 битный формат IEEE 754.

Первый бит отводится для обозначения знака числа. Поскольку число положительное, то первый бит равен 0.

Следующие 8 бит (с 2-го по 9-й) отведены под экспоненту. Для определения знака экспоненты, чтобы не вводить ещё один бит знака, добавляют смещение к экспоненте в половину байта +127. Таким образом, наша экспонента: 9 + 127 = 136. Переведем экспоненту в двоичное представление:

13610 = 1000 10002

Оставшиеся 23 бита отводят для мантиссы. У нормализованной двоичной мантиссы первый бит всегда равен 1, так как число лежит в диапазоне 1 ≤ M < 2. Для экономии, единицу не записывают, а записывают только остаток от мантиссы: 01111010001110011000000

В результате число 1011110100.01110011, представленное в IEEE 754 c одинарной точностью, равно 01000100001111010001110011000000.

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

Представление шестнадцатеричного числа в двоичном виде:

87AA097116 = 1000 0111 1010 1010 0000 1001 0111 00012

Первый бит отводится для обозначения знака числа. Поскольку первый бит равен 1, то число отрицательное.

Следующие 8 бит (с 2-го по 9-й) отведены под экспоненту. Таким образом, наша экспонента:

000011112 = 15

Оставшиеся 23 бита отводят для мантиссы. У нормализованной двоичной мантиссы первый бит всегда равен 1, так как число лежит в диапазоне 1 ≤ M < 2. Для экономии, единицу не записывают, а записывают только остаток от мантиссы: 010 1010 0000 1001 0111 0001. Следовательно, мантисса равна 1.010 1010 0000 1001 0111 0001.

Сдвинем число на 15 разрядов вправо. В результате получим число: 1010101000001001.01110001.

Переведем число в 10 систему:

1010101000001001.011100012 = -43529.4414062510

**Вывод:** Логическое сложение соответствует операции логическое “или”, логическое сложение по модулю 2 соответствует операции логическое “ исключающее или”, логическое умножение соответствует операции логическое “и”. Cложение, вычитание, умножение и деление в двоичной системе счисления выполняются по тем же правилам, что и в десятичной. Для перевода числа в стандарт IEEE754, необходимо найти мантиссу, экспоненту и бит знака.