

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.
Шухова»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих
систем

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и
автоматизированных систем

Лабораторная работа №3

По дисциплине: Информатика

Тема: «Арифметические операции над числами в двоичной системе
счисления (умножение и деление)»

Выполнил: студент группы ВТ-231

Борченко Александр Сергеевич

Проверила: Бондаренко Татьяна Владимировна

Белгород 2023

Цель работы: изучить правила выполнения арифметических операций умножение и деление над числами в двоичной системе счисления.

Вариант №3

Задания к работе:

1. Выполнить перевод целых чисел E, F, X и вещественных чисел G, H, I и J в двоичную систему счисления «вручную». Действия по переводу расписать в отчете полностью.

2. Выполнить операцию умножения над числами F и X в двоичной системе счисления ($F * X$). Результат перевести в десятичную и шестнадцатеричную систему счисления. Выполнить умножение чисел F и X в десятичной системе и сравнить с полученным результатом.

3. Выполнить операцию деления с остатком над числами E и F в двоичной системе счисления (E / F). Представить неполное частное в прямом и обратном коде, и в десятичной системе счисления. Представить остаток от деления в прямом и дополнительном коде, и перевести в десятичную систему счисления. Выполнить деление чисел E и F в десятичной системе счисления и сравнить с полученным результатом.

4. Выполнить над двоичными числами G и H операцию умножения ($G * H$). Результат представить в нормализованном виде и в десятичной системе счисления. Выполнить умножение чисел G и H в десятичной системе и сравнить с 20 полученным результатом.

5. Выполнить над двоичными числами I и J операцию деления (I / J) с точностью 0,0001 (до 4 знаков после запятой). Результат представить в нормализованном виде и в десятичной системе счисления. Выполнить деление чисел I и J в десятичной системе и сравнить с полученным результатом.

Замечание. Действия над числами в двоичной системе счисления выполнять «в столбик» подробно и с указанием единиц переноса. Умножения и деление для вещественных двоичных чисел можно выполнять в нормализованном виде.

6. Разработать программу, моделирующую выполнение основных арифметических операций: умножение и деление над числами, представленными в двоичной системе счисления.

Задание №1

$$1. E = -1466_{10} = -1011011010_2$$

$$\begin{array}{r} 1466 \div 2 \\ \underline{-1466} \quad 733 \div 2 \\ \underline{-732} \quad 366 \div 2 \\ \underline{-366} \quad 183 \div 2 \\ \underline{-182} \quad 91 \div 2 \\ \underline{-90} \quad 45 \div 2 \\ \underline{-44} \quad 22 \div 2 \\ \underline{-22} \quad 11 \div 2 \\ \underline{-10} \quad 5 \div 2 \\ \underline{-4} \quad 2 \div 2 \\ \underline{-2} \quad 1 \div 2 \\ \underline{-1} \quad 0 \end{array}$$

$$F = -24_{10} = -11000_2$$

$$\begin{array}{r} 24 \div 2 \\ \underline{-24} \quad 12 \div 2 \\ \underline{-12} \quad 6 \div 2 \\ \underline{-6} \quad 3 \div 2 \\ \underline{-2} \quad 1 \div 2 \\ \underline{-1} \quad 0 \end{array}$$

$$X = -18_{10} = -10010_2$$

$$\begin{array}{r} 18 \div 2 \\ \underline{-18} \quad 9 \div 2 \\ \underline{-8} \quad 4 \div 2 \\ \underline{-4} \quad 2 \div 2 \\ \underline{-2} \quad 1 \div 2 \\ \underline{-1} \quad 0 \end{array}$$

$$G = 62, 435_{10} \approx 11110, 0110111010_2$$

$$1) \begin{array}{r|l} 62 & 2 \\ \hline 62 & 31 \\ \hline 0 & 15 \\ & 7 \\ & 3 \\ & 1 \end{array}$$

$$2) \begin{array}{r|l} 0 & 435 \\ \hline 0 & 870 \\ \hline 1 & 740 \\ \hline 1 & 480 \\ \hline 0 & 960 \\ \hline 1 & 920 \\ \hline 1 & 840 \\ \hline 1 & 680 \\ \hline 1 & 360 \\ \hline 0 & 720 \\ \hline 1 & 440 \\ \hline 0 & 880 \end{array}$$

$$3) 11110_2 + 0,0110111010_2 = 11110,0110111010_2$$

$$H = 46,875_{10} = 101110,111_2$$

$$1) \begin{array}{r|l} 46 & 2 \\ \hline 46 & 23 \\ \hline 0 & 11 \\ & 5 \\ & 2 \\ & 1 \end{array}$$

$$2) \begin{array}{r|l} 0 & 875 \\ \hline 1 & 750 \\ \hline 1 & 500 \\ \hline 1 & 0 \end{array}$$

$$3) 101110_2 + 0,111_2 = 101110,111_2$$

$$I = 4278,5_{10} = 1000010110110,1_2$$

$$1) \begin{array}{r|l} 4278 & 2 \\ \hline 4278 & 2139 \\ \hline 0 & 2138 \\ \hline & 1069 \\ \hline & 1068 \\ \hline & 534 \\ \hline & 267 \\ \hline & 133 \\ \hline & 66 \\ \hline & 33 \\ \hline & 16 \\ \hline & 8 \\ \hline & 4 \\ \hline & 2 \\ \hline & 1 \end{array}$$

$$2) \begin{array}{c} 0 \\ 1 \end{array} 5 \mid \cdot 2$$

$$3) 1000010110110_2 + 0,1_2 = 1000010110110,1_2$$

$$J = -33,25_{10} = 100001,01_2$$

$$1) \begin{array}{r|l} 33 & 2 \\ \hline 32 & 16 \\ \hline 1 & 8 \\ \hline & 4 \\ \hline & 2 \\ \hline & 1 \end{array}$$

$$2) \begin{array}{c} 0 \\ 0 \\ 1 \end{array} 25 \mid \cdot 2$$

$$3) 100001_2 + 0,01_2 = 100001,01_2$$

Задание №2

$$2. F \cdot X = -24_{10} - (-18_{10}) = 432_{10}$$

$$F = -11000_2 = 1'11000_2$$

$$X = -10010_2 = 1'10010_2$$

$$\begin{array}{r} \times 1'11000_2 \\ 1'10010_2 \\ \hline 00000 \\ 11000 \\ 00000 \\ 00000 \\ 10000 \\ \hline \end{array}$$

$$0'110110000_2 \quad (0 \text{ т.к. знаки множителей совпадают})$$

$$F \cdot X = 0'110110000_2 = 2^8 + 2^7 + 2^5 + 2^4 = 432_{10} = 180_{16}$$

Задание №3

$$3. E / F = -1466_{10} : (-24_{10}) \approx 61,08_{10}$$

$$E = -1466_{10} = 1'10110111010_2$$

$$F = -24_{10} = 1'11000_2$$

$$\begin{array}{r}
 1'10110111010 \mid 1'11000 \\
 - 11000 \\
 \hline
 0101011 \\
 - 11000 \\
 \hline
 0100111 \\
 - 11000 \\
 \hline
 0011110 \\
 - 0011010 \\
 \hline
 00010
 \end{array} \Rightarrow 1'010 \text{ (ост.)}$$

Проверка:

$$\begin{aligned}
 \text{Целая часть} &= 111101_2 = 0'111101_2 \text{ (ПК)} \\
 &= 0'111101_2 \text{ (ЕК)} \\
 &= 0'11101_2 = 61_{10} \text{ (т.к. положительное)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Остаток от деления} &= 10_2 = 1'10_2 \text{ (ПК)} \\
 &= 1'01_2 \text{ (ЕК)} \\
 &= 1'10_2 \text{ (ДК)}
 \end{aligned}$$

$$1'10_2 = -2_{10}$$

$$E = -24_{10} \cdot (\text{Целая часть})_{10} + (\text{Остаток})_{10} =$$

$$= -24_{10} \cdot 61_{10} - 2_{10} = -1466_{10}$$

$$\text{Ответ: } 0'111101_2 (61_{10}) \text{ и остаток } 1'10_2 (-2_{10}).$$

Задание №4

$$4. G \cdot H = 62,435_{10} \cdot 46,875_{10} \approx 2926,6406_{10}$$

$$G = 62,435_{10} \approx 111110,0110_2 \text{ (точность } 0,0001)$$

$$H = 46,875_{10} = 101110,111_2$$

не совпали из-за округления до
4-х знаков после запятой.

Также число 62,435 нельзя
точно представить в двоичной
системе счисления, даже
увеличив точность до 11 знаков
после запятой мы не получим
точное число.

Задание №5

$$5. I/J (\text{с точностью } 0,0001) = 4278,5_{10} : (-33,25_{10}) \\ \approx -128,6767_{10}$$

$$I = 4278,5_{10} = 1000010110110,1_2$$

$$J = -33,25_{10} = -100001,01_2$$

$$\begin{array}{r} 0'1000010110110,10 \quad | \quad 1'100001,01 \\ - \quad 10000101 \\ \hline 0000000010110,100 \\ - \quad 10000101 \\ \hline 10111000 \\ - \quad 10000101 \\ \hline 1101100 \end{array} \quad \begin{array}{r} 10000000,1010 \\ \hline 10000000,1010 \end{array} \quad (\text{точность } 0,0001)$$

По формуле $N = \pm M \cdot p^{\pm k}$ представлю
число в нормализованном виде

$$1'10000000,1010_2 = 1'1,0000000101 \cdot 10^{III} \\ (p=2_{10}=10_2; k=7_{10}=111_2)$$

Проверка:

$$I/J = 1'10000000,1010_2 = 2^7 + 2^1 + 2^{-3} = \\ = 128 + 0,5 + 0,125 = 128,625$$

Деление без остатка в двоичной
системе счисления не совпало
с делением в десятичной системе
счисления (совпало только целая
часть).

Вывод: в ходе проведения лабораторной работы я научился выполнять операции умножения и деления в двоичной системе счисления. В заданиях №4 и №5 результат умножения и деления без остатка в двоичной системе счисления не совпал с результатами в десятичной системе счисления, так как число “62,435” из задания №4 невозможно точно представить в двоичном коде и точность была 4 знака после запятой. В задании №5 деление производилось с округлением и без остатка, и из-за этого совпала только целая часть числа (в похожем задании №3 «деление с остатком» число получилось точным). Также я научился представлять число в нормализованном виде и выполнять над ним различные арифметические операции.