

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 №2

По дисциплине: Информатика

Тема: «Арифметические операции над числами в двоичной системе
счисления (сложение и вычитание)»

Выполнил: студент группы ВТ-231

Борченко Александр Сергеевич

Проверила: Бондаренко Татьяна Владимировна

Белгород 2023

Цель работы: изучить способы перевода чисел из одной позиционной системы счисления в другую; способы представления знаковых чисел в прямом, обратном и дополнительном коде; способы выполнения арифметических операций сложение и вычитание над числами в двоичной системе счисления.

Вариант №3

Задания к работе:

1. Выполнить перевод десятичных целых знаковых чисел А и В в двоичную систему счисления (действия по переводу выполнять «вручную», записывать последовательность выполненных действий полностью). Выполнить операции сложения ($A + B$) и вычитания ($A - B$) над двоичными числами, представленными в обратном коде. Результаты представить в прямом и дополнительном коде, в десятичной системе счисления и в системе счисления с основанием 8. Выполнить сложение и вычитание чисел А и В в десятичной системе и сравнить с полученными результатами.

2. Выполнить перевод десятичных целых знаковых чисел С и D в двоичную систему (действия по переводу выполнять «вручную», записывать последовательность выполненных действий полностью). Выполнить операции сложения ($C + D$) и вычитания ($C - D$) над двоичными числами, представленными в дополнительном коде. Результаты представить в прямом и обратном кодах, в десятичной системе и в системе счисления с основанием 16. Выполнить сложение и вычитание чисел С и D в десятичной системе и сравнить с полученными результатами.

3. Выполнить перевод десятичных вещественных чисел G и H в двоичную систему (действия выполнять «вручную», записывать последовательность выполненных действий полностью). Выполнить над числами операции сложения ($G + H$) и вычитания ($G - H$) в двоичной форме. Выполнить сложение и вычитание чисел G и H в десятичной системе и сравнить с полученными результатами (точность 0,0001).

Замечание. Действия над числами в двоичной системе счисления выполнять «в столбик» с указанием единиц переноса, записывать соответствующие разряды операндов строго друг под другом.

4. Разработать программу, моделирующую выполнение основных арифметических операций сложение и вычитание над числами, представленными в p -ой системе счисления, $p = 2, 8, 16$.

Задание №1

1. $A = -213_{10} = 11010101_2$

$$B = -723_{10} = -1011010011_2$$

Handwritten work on grid paper showing a sequence of long division problems, likely for the fraction $\frac{1}{2}$. The problems are arranged diagonally from top-left to bottom-right:

- $2 \overline{) 13} \rightarrow 2$ (remainder 9)
- $2 \overline{) 12} \rightarrow 6$ (remainder 0)
- $1 \overline{) 106} \rightarrow 106$ (remainder 0)
- $2 \overline{) 106} \rightarrow 53$ (remainder 0)
- $5 \overline{) 52} \rightarrow 10$ (remainder 2)
- $2 \overline{) 26} \rightarrow 13$ (remainder 0)
- $1 \overline{) 12} \rightarrow 12$ (remainder 0)
- $2 \overline{) 6} \rightarrow 3$ (remainder 0)
- $2 \overline{) 3} \rightarrow 1$ (remainder 1)
- $2 \overline{) 2} \rightarrow 1$ (remainder 0)

A large checkmark is drawn at the bottom right, indicating the process is complete.

Handwritten long division of 723 by 2 on grid paper:

$$\begin{array}{r}
 723 \overline{) 2} \\
 \underline{722} \\
 1 \overline{) 361} \\
 \underline{360} \\
 1 \overline{) 180} \\
 \underline{180} \\
 0 \overline{) 90} \\
 \underline{90} \\
 0 \overline{) 45} \\
 \underline{44} \\
 1 \overline{) 22} \\
 \underline{22} \\
 0 \overline{) 11} \\
 \underline{11} \\
 0 \overline{) 5} \\
 \underline{4} \\
 1 \overline{) 2} \\
 \underline{2} \\
 0 \overline{) 1} \\
 \underline{0} \\
 1
 \end{array}$$

A large arrow points from the final remainder '1' towards the bottom right corner of the page.

A: $PK = 1'11010101_2$

$$OK = 1'00101010_2$$

$$B: PK = 1'1011010011_2$$

$$OK = 1'0100101100_2$$

$$A+B = 1'1100101010_2 \quad (OK) \quad (-2B)$$

$$+ 1'0100101100_2$$

$$\underline{1'0001010110_2}$$

$$+ 1'0001010111_2 \quad (OK)$$

$$1'1110101000_2 \quad (PK)$$

$$A+B = -723_{10} + (-213_{10}) = 1110101000_2 = -936_{10} = -1650_8$$

$$A-B = 1'1100101010_2$$

$$+ 0'1011010011_2$$

$$\underline{10'011111101_2}$$

$$0'011111110_2 \quad (\text{T.R. zero not set, to } PK=OK=OK)$$

$$PK=OK=OK$$

$$A-B = -213_{10} - (-723_{10}) = -213_{10} + 723_{10} = 11111110_2 = 510_{10} = 776_8$$

Задание №2

$$2. C = -463_{10} = -111001111_2$$

$$D = -228_{10} = -11100100_2$$

$$\begin{array}{r} 463 \div 2 \\ \underline{462} \quad 231 \div 2 \\ \underline{462} \quad 115 \div 2 \\ \underline{462} \quad 57 \div 2 \\ \underline{462} \quad 28 \div 2 \\ \underline{462} \quad 14 \div 2 \\ \underline{462} \quad 7 \div 2 \\ \underline{462} \quad 3 \div 2 \\ \underline{462} \quad 1 \div 2 \\ \underline{462} \quad 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 228 \div 2 \\ \underline{228} \quad 114 \div 2 \\ \underline{228} \quad 57 \div 2 \\ \underline{228} \quad 28 \div 2 \\ \underline{228} \quad 14 \div 2 \\ \underline{228} \quad 7 \div 2 \\ \underline{228} \quad 3 \div 2 \\ \underline{228} \quad 1 \div 2 \\ \underline{228} \quad 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} C: \quad \overline{PK} = 1'111001111_2 \\ \quad \quad \underline{OK} = 1'000110000_2 \\ \quad \quad \underline{DK} = 1'000110001_2 \end{array}$$

$$D: PK = 1'11100100_2$$

$$OK = 1'00011011_2$$

$$DK = 1'00011100_2$$

$$\begin{array}{r}
 C+D = \begin{array}{r}
 \begin{array}{r}
 \overset{+}{1}\overset{+}{1}\overset{+}{1}\overset{+}{1}\overset{+}{1} \quad \overset{+}{1}\overset{+}{1} \\
 1'11111000110001_2 \quad (DK) \\
 + \quad 1'1111100011100_2 \quad (DK) \\
 \hline
 1'1111101010011_2 \quad (+1) \\
 \hline
 1'000001010110010_2 \quad (+1)_2 \quad (OK) \\
 \hline
 1'000001010110011_2
 \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 C+D &= -463_{10} + (-228_{10}) = -1010110011_2 = \\
 &= 691_{10} = -2B3_{16}
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r}
 C-D = \begin{array}{r}
 \begin{array}{r}
 \overset{+}{1}\overset{+}{1}\overset{+}{1} \\
 1'11111000110001_2 \quad (DK) \\
 + \quad 0'000000011100100_2 \quad (DK) \\
 \hline
 1'11111100010101_2 \quad (DK) \\
 - \quad 1'11111100010100_2 \quad (OK) \\
 \hline
 1'000000011101011_2 \quad (PK)
 \end{array}
 \end{array}$$

$$C-D = -463_{10} + (+228_{10}) = -11101011_2 = -235_{10} = -EB_{16}$$

Задание №3

Выражение 3.

$$G = -75,8125_{10} \approx -1001011,1101_2$$

$$\begin{array}{r} 75 \div 2 = 37 \text{ остаток } 1 \\ 37 \div 2 = 18 \text{ остаток } 1 \\ 18 \div 2 = 9 \text{ остаток } 0 \\ 9 \div 2 = 4 \text{ остаток } 1 \\ 4 \div 2 = 2 \text{ остаток } 0 \\ 2 \div 2 = 1 \text{ остаток } 0 \\ 1 \div 2 = 0 \text{ остаток } 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,8125 \times 2 = 1,625 \text{ целая часть } 1 \\ 0,625 \times 2 = 1,25 \text{ целая часть } 1 \\ 0,25 \times 2 = 0,5 \text{ целая часть } 0 \\ 0,5 \times 2 = 1,0 \text{ целая часть } 1 \end{array}$$

$$G = (1001011_2 + 0,1101_2) = -1001011,1101_2$$

Погрешность: 0,0001

$$\begin{array}{r} 1) \\ \underline{36} | 2 \\ 36 \underline{18} 2 \\ 0 \underline{18} 9 2 \\ 0 \underline{18} 8 4 2 \\ 1 \underline{4} 7 2 \\ 0 \underline{2} 1 \\ 0 \underline{0} 1 \end{array}$$

2) $\begin{array}{r|l} 0 & 125 \times 2 \\ \hline 0 & 250 \times 2 \\ \hline 0 & 5 \times 2 \\ \hline \sqrt{1} & 0 \end{array}$

$$G+H = -(G-H) = -(75,8125 - 36,125) = -39,6875$$

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{r}
 \overset{1}{-}100\overset{1}{1}011.\overset{1}{1}101 \\
 \underline{\overset{0}{0}100100.\overset{0}{0}010} \\
 -0100111.1011
 \end{array}
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \begin{array}{cccccccc}
 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & -1 & -2 & -3 & -4
 \end{array} \\
 = 100111.1011_2 =
 \end{array}$$

$$G-H = -(-G+H) = -(75,8125 + 36,125) = -111,9375$$

$$\begin{array}{r} + 1001011.1101 \\ \underline{0100100.0010} \\ - 1101111.1101_2 \end{array}$$

$$-1101111.1101_2 = -(64 + 32 + 8 + 4 + 2 + 1 + 0,5 + 0,25 + 0,0625) = -111,9375$$