

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)**

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: ст. группы ПВ-223
Пахомов Владислав Андреевич

Проверили: ст. пр.
Бондаренко Т. В.

Белгород 2022 г.

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

Вариант № 10 ПВ-223

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 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.

№	E	F	G	H	I	J	X
10	3434	-34	54,115	-33,25	-5353,25	322,5	24

Задание 1 ($E = 3434$, $F = -34$, $G = 54,115$, $H = -33,25$, $I = -5353,25$, $J = 322,5$, $X = 24$)

$$\begin{array}{r}
 3434 \div 2 \\
 \underline{3434} \quad 1717 \div 2 \\
 \underline{0} \quad 1716 \div 2 \\
 \underline{1} \quad 858 \div 2 \\
 \underline{0} \quad 429 \div 2 \\
 \underline{1} \quad 214 \div 2 \\
 \underline{0} \quad 107 \div 2 \\
 \underline{1} \quad 53 \div 2 \\
 \underline{1} \quad 26 \div 2 \\
 \underline{0} \quad 13 \div 2 \\
 \underline{1} \quad 6 \div 2 \\
 \underline{1} \quad 3 \div 2 \\
 \underline{0} \quad 1 \div 2 \\
 \underline{1}
 \end{array}$$

$3434_{10} = 0'110101101010_2$ (ПК, ОК, ДК)

Рис 1

$E = 3434_{10} = 0'110101101010_2$ (ПК, ОК, ДК)

$$\begin{array}{r}
 34 \div 2 \\
 \underline{34} \quad 17 \div 2 \\
 \underline{0} \quad 16 \div 2 \\
 \underline{1} \quad 8 \div 2 \\
 \underline{0} \quad 4 \div 2 \\
 \underline{0} \quad 2 \div 2 \\
 \underline{0} \quad 1
 \end{array}$$

$F = -100010$ (ПК) =

$= 1'011101$ (ОК) =

$= 1'011110$ (ДК)

Рис 2

$F = -34_{10} = -100010_2$ (ПК) =
 $= 1'011101_2$ (ОК) =
 $= 1'011110_2$ (ДК)

0	1	5	\times	2
<u>0</u>	2	3	\times	2
<u>0</u>	4	6	\times	2
<u>0</u>	9	2	\times	2
<u>1</u>	8	4	\times	2
<u>1</u>	6	8	\times	2
<u>1</u>	3	6	\times	2

$$= 110110,0001_2$$

PWL 3

$$\begin{array}{r} 33 \overline{) 2} \\ 32 \overline{) 16} \\ \underline{7} \\ 72 \overline{) 8} \\ \underline{0} \\ 08 \overline{) 4} \\ \underline{0} \\ 04 \overline{) 2} \\ \underline{0} \\ 02 \overline{) 2} \\ \underline{0} \\ 0 \end{array}$$

0,25	$\times 2$
0,5	$\times 2$
<u>1</u>	

$H = -33, 25 = -100001, 01_2 (MK)$

Рис 4

4

$$\begin{array}{r}
 5353 \div 2 \\
 \hline
 5352 \quad 2676 \div 2 \\
 \hline
 12676 \quad 1338 \div 2 \\
 \hline
 01338 \quad 669 \div 2 \\
 \hline
 0668 \quad 334 \div 2 \\
 \hline
 1334 \quad 167 \div 2 \\
 \hline
 0166 \quad 83 \div 2 \\
 \hline
 182 \quad 41 \div 2 \\
 \hline
 140 \quad 20 \div 2 \\
 \hline
 120 \quad 10 \div 2 \\
 \hline
 010 \quad 5 \div 2 \\
 \hline
 04 \quad 2 \div 2 \\
 \hline
 12 \quad 1 \div 2 \\
 \hline
 01 \quad 0
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 0,25 \div 2 \\
 \hline
 0,5 \div 2 \\
 \hline
 1
 \end{array}$$

$$I = -5353,25 = -1010011101001,01_2 (\text{ПК})$$

Руч 5

$$I = -5353,25_{10} = -1010011101001,01_2 (\text{ПК})$$

$$\begin{array}{r}
 322 \div 2 \\
 \hline
 322 \quad 161 \div 2 \\
 \hline
 0160 \quad 80 \div 2 \\
 \hline
 080 \quad 40 \div 2 \\
 \hline
 040 \quad 20 \div 2 \\
 \hline
 020 \quad 10 \div 2 \\
 \hline
 010 \quad 5 \div 2 \\
 \hline
 04 \quad 2 \div 2 \\
 \hline
 12 \quad 1 \div 2 \\
 \hline
 01 \quad 0
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 0,5 \div 2 \\
 \hline
 1
 \end{array}$$

$$J = 101000010,1_2$$

Руч 6

$$J = 322,5_{10} = 101000010,1_2$$

$$\begin{array}{r} 24 \overline{) 2} \\ - 24 \overline{) 72} \\ \hline 0 \overline{) 6} \\ - 6 \overline{) 3} \\ \hline 0 \overline{) 1} \\ - 2 \overline{) 1} \\ \hline 1 \end{array}$$

PLC 2

$$X = 24_{10} = 0'11000_2 \text{ (ПК, ОК, ДК)}$$

$$\begin{array}{r} 1' 1011110 \\ + 0' 11000 \\ \hline 1011110 \\ + 1011110 \\ \hline 1' 10011010000 \end{array}$$

1' 109 11001111 (RK)

$$= -(2^9 + 2^8 + 2^5 + 2^4) = -816_{10} = -330_{16}$$

PUC 8

Результаты умножения в двоичной системе и в десятичной системе совпали, умножение выполнено верно.

Задание 3 ($E = 0'1101\ 0110\ 1010_2$, $F = 1'10\ 0010_2$ (ПК))

$$E/F = -(E/(-F))$$

$$E/(-F) = 0'1101\ 0110\ 1010 \mid 1'100010$$

$$\begin{array}{r} 100010 \\ -100111 \\ \hline 100010 \\ -101010 \\ \hline 100010 \\ -100010 \\ \hline 000010 \\ -100010 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$-(1100101) (МК) = 1'10011010 (ПК) =$$

$$= 1'10011011 (ПК) = -101_{10} \text{ (округляем)}$$

$$\begin{array}{r} 34 \overline{) 34} \\ -34 \\ \hline 0 \end{array} \quad E/F = -101_{10}$$

Результат 9

Результаты деления в двоичной системе и в десятичной системе совпали, деление выполнено верно.

Задание 4 ($G = 0'11\ 0110,0001_2$, $H = 1'10\ 0001,01_2$ (ПК))

$$G = 0'11\ 0110\ 0001 \cdot 2^{-100}$$

$$H = 1'10\ 0001\ 0100 \cdot 2^{-100}$$

$$H \times G = (H \cdot 2^{100} \cdot G \cdot 2^{100}) \cdot 2^{-10000}$$

$$\begin{array}{r} 10'11\ 0110\ 0001 \\ \times 1'10\ 0001\ 0100 \\ \hline 11\ 01\ 10\ 0001\ 01 \\ 11\ 01\ 10\ 0001\ 01 \\ \hline 1'1\ 1100\ 0001\ 01\ 1001\ 0100 = \\ = 1'111\ 0000\ 0001\ 01, 1001\ 0100 = -2^{10} + 2^9 + 2^8 + 2^7 + 2^6 + \\ + 2^5 + 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^1 + 2^0 = -1797,57813_{10} = \\ = 1'0,11100000101100101 \cdot 2^{1011} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 54,145 \\ \times 33,25 \\ \hline 25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 54,145 \\ \times 33,25 \\ \hline 270575 \\ 108230 \\ 162345 \\ \hline 162345 \\ -179932375 \\ \hline 1,74562 \end{array}$$

$$f = -1797,57813 - (-1799,32375) = 1,74562$$

Результат 10

Результат двоичного умножения не равен десятичному, но близок к нему. Для повышения точности необходимо продолжить уточнение числа G.

Задание 5 ($I = 1'1 \ 0100 \ 1110 \ 1001, 01_2$, $J = 0'1 \ 0100 \ 0010, 1_2$)

$I = 1'101001110100101 \cdot 2^{-10}$ $I/J = (I \cdot 2^{-10}) / (J \cdot 2^{-10})$
 $J = 0'10100001010 \cdot 2^{-10}$

$$\begin{array}{r|l} 1'101001110100101 & 0'10100001010 \\ \hline 10100001010 & 1'10000,1001 \\ \hline 11'000001010 & \\ \hline 10100001010 & \\ \hline 100000000000 & \\ \hline 100000000000 & \\ \hline 10100001010 & \\ \hline 1011110101000 & \text{(исключаем ведущие нули)} \end{array}$$

 $I/J \cong 1'10000,1001 = -(2^4 + 2^{-1} + 2^{-4}) = -16,5625 =$
 $= -1'0,100001001 \cdot 2^{101}$
 $-5353, 5 / 322,5 \approx -16,5992$
 $\delta \approx -16,5992 - (-16,5625) = -0,0367$
 Рав 11

Результат двоичного деления не равен десятичному, но близок к нему.

Для повышения точности необходимо продолжить деление как десятичное, так и двоичное.

Задание 6

Входные данные	Ожидаемый результат
$A = 1\ 1000_2,$ $B = -42_8, A*B$	$1' 01100110000_2(\text{ПК}) =$ $1' 10011001111_2(\text{ОК}) =$ $1' 10011010000_2(\text{ДК}) =$ $-1460_8 = -816_{10} = -330_{16}$
$A = -3434_{10},$ $B = -22_{16}, A/B$	$0' 1100101_2(\text{ПК}, \text{ОК}, \text{ДК}) =$ $145_8 = 101_{10} = 65_{16}$
$A = -54115_{10},$ $B = -CFD_{16}, A*B$	$0' 1010101110011000110011010111_2(\text{ПК}, \text{ОК}, \text{ДК}) =$ $1256306327_8 = 179932375_{10} = AB98CD7_{16}$
$A = -150437_8,$ $B = 1100\ 1001\ 1001_2,$ A/B	$1' 010000_2(\text{ПК}) =$ $1' 101111_2(\text{ОК}) =$ $1' 110000_2(\text{ДК}) =$ $-20_8 = -16_{10} = -10_{16}$

В решении практической части третьей лабораторной работы используется решение второй лабораторной работы, в код добавил функции для умножения и деления, модифицировал функцию `compute` и вёрстку сайта.


```

...

function multiply(num1, p1, num2, p2) {
    let sign = num1.startsWith("-") ^ num2.startsWith("-");
    num1 = Number.parseInt(toOtherP(num1.startsWith("-") ? num1.substring(1)
: num1, p1, 10));
    num2 = Number.parseInt(toOtherP(num2.startsWith("-") ? num2.substring(1)
: num2, p2, 10));
    let pow = 0;
    let resultSum = 0;
    while (num2 > 0) {
        if (num2 % 2) {
            resultSum = add(String(resultSum), 10, String(num1 << pow), 10);
        }

        pow++;
        num2 >>= 1;
    }

    return Number.parseInt((sign ? "-" : "") + resultSum);
}

function division(num1, p1, num2, p2) {
    let sign = num1.startsWith("-") ^ num2.startsWith("-");
    num1 = toOtherP(num1.startsWith("-") ? num1.substring(1) : num1, p1, 2);
    num2 = toOtherP(num2.startsWith("-") ? num2.substring(1) : num2, p2, 10);

    if (Number.parseInt(toOtherP(num1, 2, 10)) < num2) return
Number.parseInt((sign ? "-" : "") + "0");
    if (Number.parseInt(toOtherP(num1, 2, 10)) === num2) return
Number.parseInt((sign ? "-" : "") + "1");

    let result = 0;
    let startPosition = 0;
    let endPosition = 1;
    let binPrefix = "";
    while (endPosition <= num1.length) {
        while (endPosition <= num1.length && add(binPrefix +
num1.substring(startPosition, endPosition), 2, "-" + num2, 10) < 0){
            endPosition++;
            result <<= 1;
        }
        if (add(binPrefix + num1.substring(startPosition, endPosition), 2, "-"
+ num2, 10) >= 0) {
            result <<= 1;
            result += 1;

            let subtractionResult = add(binPrefix +
num1.substring(startPosition, endPosition), 2, "-" + num2, 10);
            binPrefix = toOtherP(String(subtractionResult), 10, 2);
        } else {
            break;
        }
        startPosition = endPosition;
        endPosition = startPosition + 1;
    }
}

```

```

        return Number.parseInt((sign ? "-" : "") + result);
    }

    ...

function compute(num1, p1, num2, p2, operation) {
    switch (operation) {
        case "+":
            return add(num1, p1, num2, p2);
            break;
        case "-":
            if (num2.startsWith("-")) return add(num1, p1, num2.substring(1),
p2);
            else return add(num1, p1, "-" + num2, p2);
            break;
        case "*":
            return multiply(num1, p1, num2, p2);
            break;
        case "/":
            return division(num1, p1, num2, p2);
            break;
        default:
            throw new Error("Unknown operation");
    }
}

...

<select name="operation" style="margin: 20px">
    <option value="+">+</option>
    <option value="-">-</option>
    <option value="*">*</option>
    <option value="/">/</option>
</select>

...

```

Вывод: в ходе лабораторной работы изучили 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.