

Вычислительные системы, сети и телекоммуникации

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2	7
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3	14
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4	23
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5	28
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6	35
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7	42
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8	46
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9	51
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10	57
ЛИТЕРАТУРА	74

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Тема: Позиционные системы счисления. Перевод чисел.

Цель: Приобретение навыков перевода чисел между системами счисления с различными основаниями.

Задание:

1. Число A (табл. 1), заданное в десятичной системе счисления, перевести:

из десятичной системы в двоичную и обратно;

из десятичной системы в четверичную и обратно;

из десятичной системы в восьмеричную и обратно;

из десятичной системы в шестнадцатеричную и обратно.

Число разрядов в дробной части получающихся чисел:

для двоичной системы счисления – 10 разрядов;

для четверичной – 8 разрядов;

для восьмеричной – 6 разрядов;

для шестнадцатеричной – 4 разряда.

2. Число B (табл.1), заданное в десятичной системе счисления, перевести:

из десятичной системы счисления в двоичную (число разрядов в дробной части числа – 10);

из двоичной системы – в четверичную;

из двоичной – в восьмеричную;

из двоичной – в шестнадцатеричную.

Числа, полученные в двоичной, четверичной, восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления, перевести в десятичную систему.

Таблица 1

Номер варианта			Номер варианта		
	A	B		A	B
1	555,555	666,666	14	826,692	716,592
2	666,666	555,555	15	753,851	949,833
3	567,765	765,567	16	999,518	913,856

4	579,684	764,746	17	806,722	744,809
5	864,718	792,549	18	773,569	987,736
6	777,781	888,642	19	804,859	936,639
7	679,773	828,834	20	573,729	725,861
8	824,856	935,517	21	577,577	688,688
9	994,844	832,638	22	688,688	577,577
10	914,917	941,568	23	789,987	987,789
11	566,566	677,677	24	740,548	641,862
12	677,677	566,566	25	888,777	673,761
13	678,876	876,678			

Содержание отчета:

- ~ Тема работы
- ~ Условие задания
- ~ Методика перевода чисел из десятичной системы счисления в систему счисления с произвольным основанием и обратно
- ~ Методика перевода чисел между системами с кратными основаниями

Пример выполнения:

Позиционные системы счисления. Перевод чисел.

Задание:

1). Число $A_{(10)}=46,68$ перевести из десятичной системы в двоичную и обратно. Число разрядов в дробной части - 6 разрядов.

2). Число $B_{(2)}=11101,10011$ перевести в четверичную систему счисления. Числа из двоичной и четверичной систем счисления перевести в десятичную систему.

$$1) A_{(10)}=46,68$$

$\frac{46}{46} \mid \frac{2}{23} \mid \frac{2}{22} \mid \frac{2}{11} \mid \frac{2}{10} \mid \frac{2}{5} \mid \frac{2}{4} \mid \frac{2}{2} \mid \frac{2}{1} = a_5$	$\begin{array}{r l} 0, & 68 \\ \hline & 2 \\ \hline a_{-1} = 1, & 36 \\ \hline & 2 \\ \hline a_{-2} = 0, & 72 \\ \hline & 2 \\ \hline a_{-3} = 1, & 44 \\ \hline & 2 \\ \hline a_{-4} = 0, & 88 \\ \hline & 2 \\ \hline a_{-5} = 1, & 76 \\ \hline & 2 \\ \hline a_{-6} = 1, & 52 \end{array}$
$a_0 = 0$	
$a_1 = 1$	
$a_2 = 1$	
$a_3 = 1$	
$a_4 = 0$	

$$A_{(2)}=101110,101011 .$$

$$A_{(10)}=1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} + 0 \cdot 2^{-4} + 1 \cdot 2^{-5} + 1 \cdot 2^{-6} = 32 + 8 + 4 + 2 + 0,5 + 0,125 + 0,03125 + 0,015625 = 46,671875 .$$

$$2) B_{(2)} = \underbrace{011101}_{1 \ 3 \ 1} , \underbrace{100110}_{2 \ 1 \ 2} , \quad B_{(4)} = 131,212$$

$$B_{(10)}=1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-4} + 1 \cdot 2^{-5} = 16 + 8 + 4 + 1 + 0,5 + 0,0625 + 0,03125 = 29,59375 .$$

$$B_{(10)}=1 \cdot 4^2 + 3 \cdot 4^1 + 1 \cdot 4^0 + 2 \cdot 4^{-1} + 1 \cdot 4^{-2} + 2 \cdot 4^{-3} = 16 + 12 + 1 + 0,5 + 0,0625 + 0,03125 = 29,59375 .$$

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Тема: Позиционные системы счисления. Арифметика.

Цель: Приобретение навыков выполнения арифметических действий с числами в позиционных системах счисления с произвольными основаниями.

Задание:

1. Числа A и B (табл. 2), заданные в десятичной системе счисления, перевести в
 - ~ двоичную (в дробной части 8 разрядов),
 - ~ четверичную (в дробной части 4 разряда),
 - ~ восьмеричную (в дробной части 3 разряда),
 - ~ шестнадцатеричную (в дробной части 2 разряда)системы счисления.
2. Выполнить сложение $A+B$ в десятичной, двоичной, четверичной, восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления. Полученные результаты из двоичной, четверичной, восьмеричной и шестнадцатеричной систем счисления перевести в десятичную систему счисления.
3. Выполнить вычитание $A-B$ в десятичной, двоичной, четверичной, восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления. Полученные результаты из двоичной, четверичной, восьмеричной и шестнадцатеричной систем счисления перевести в десятичную систему счисления.
4. Выполнить умножение $A*B$ в десятичной, двоичной, четверичной, восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления. Полученные результаты из двоичной, четверичной, восьмеричной и шестнадцатеричной систем счисления перевести в десятичную систему счисления.
5. Выполнить деление A/B в десятичной, двоичной, четверичной, восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления. В дробной части частного получить
 - ~ для двоичной системы счисления – 8 разрядов

- ~ для четверичной системы счисления – 4 разряда
- ~ для восьмеричной системы счисления – 3 разряда
- ~ для шестнадцатеричной системы счисления – 2 разряда.

Полученные результаты из двоичной, четверичной, восьмеричной и шестнадцатеричной систем счисления перевести в десятичную систему счисления.

Таблица 2

Номер варианта	<i>A</i>	<i>B</i>	Номер варианта	<i>A</i>	<i>B</i>
1	555,55	23,45	14	826,69	12,98
2	666,66	35,45	15	753,85	13,56
3	567,76	34,23	16	999,51	16,78
4	579,68	32,54	17	806,72	27,57
5	864,71	32,34	18	773,56	29,34
6	777,78	33,76	19	804,85	26,23
7	679,77	43,67	20	573,72	24,78
8	824,85	34,87	21	577,57	28,56
9	994,84	41,57	22	688,68	25,34
10	914,91	44,67	23	789,98	27,23
11	566,56	31,45	24	740,54	26,98
12	677,67	24,67	25	888,77	29,99
13	678,87	34,76			

Содержание отчета:

- ~ Тема работы
- ~ Условие задания
- ~ Методика сложения чисел в позиционных системах счисления с произвольным основанием.
- ~ Методика вычитания чисел в позиционных системах счисления с произвольным основанием.
- ~ Методика умножения чисел в позиционных системах счисления с произвольным основанием
- ~ Методика деления чисел в позиционных системах счисления с произвольным основанием.

Пример выполнения:**Позиционные системы счисления. Арифметика.****Задание:**

1. Числа $A_{(10)}=46,68$ и $B_{(10)}=9,6$ перевести в
 - ~ двоичную (в дробной части 4 разряда),
 - ~ четверичную (в дробной части 3 разряда),
 - ~ восьмеричную (в дробной части 2 разряда),
 - ~ шестнадцатеричную (в дробной части 1 разряд)
 системы счисления.
2. Выполнить сложение $A+B$ в десятичной, двоичной, четверичной, восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления. Полученные результаты из двоичной, четверичной, восьмеричной и шестнадцатеричной систем счисления перевести в десятичную систему счисления.
3. Выполнить вычитание $A-B$ в десятичной, двоичной, четверичной, восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления. Полученные результаты из двоичной, четверичной, восьмеричной и шестнадцатеричной систем счисления перевести в десятичную систему счисления.
4. Выполнить умножение $A*B$ в десятичной, двоичной, четверичной, восьмеричной и шестнадцатеричной

системах счисления. Полученные результаты из двоичной, четверичной, восьмеричной и шестнадцатеричной систем счисления перевести в десятичную систему счисления.

5. Выполнить деление A/B в десятичной, двоичной, четверичной, восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления. В дробной части частного получить
- ~ для двоичной системы счисления – 4 разряда
 - ~ для четверичной системы счисления – 3 разряда
 - ~ для восьмеричной системы счисления – 2 разряда
 - ~ для шестнадцатеричной системы счисления – 1 разряд.

Полученные результаты из двоичной, четверичной, восьмеричной и шестнадцатеричной систем счисления перевести в десятичную систему счисления.

1.

$A_{(10)}=46,68$		$B_{(10)}=9,6$	
46	2	9	2
0	23	1	4
	1	0	2
	11		2
	1	0	1
	5		2
	1	0	1
	2		2
	0	1	0
	1		2
	0	0	2
	1	1	2
	0	0	2
	1	1	2
	1	0	4
	1	1	2
	1	0	4

$$A=46,68_{(10)}=101110,1010_{(2)}=232,223_{(4)}=56,53_{(8)}=2E,A_{(16)}$$

$$B=9,6_{(10)}=1001,1001_{(2)}=21,212_{(4)}=11,46_{(8)}=9,9_{(16)}$$

$$2. A + B = 46,68_{(10)} + 9,6_{(10)} = 56,28_{(10)}$$

$$\begin{array}{r}
 , _{(2)} \\
 , _{(2)} \\
 \hline
 1 , _{(2)}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 , _{(4)} \\
 , _{(4)} \\
 \hline
 3 , _{(4)}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 , _{(8)} \\
 , _{(8)} \\
 \hline
 7 , _{(8)}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 \text{ E}, \text{ A}_{(16)} \\
 , _{(16)} \\
 \hline
 3 , _{(16)}
 \end{array}$$

$$111000,0011_{(2)} = 2^5 + 2^4 + 2^3 + 2^{-3} + 2^{-4} = 56,1875_{(10)}$$

$$320,101_{(4)} = 3 \cdot 4^2 + 2 \cdot 4^1 + 4^{-1} + 4^{-3} = 56,265625_{(10)}$$

$$70,21_{(8)} = 7 \cdot 8^1 + 2 \cdot 8^{-1} + 8^{-2} = 56,265625_{(10)}$$

$$38,3_{(16)} = 3 \cdot 16^1 + 8 + 3 \cdot 16^{-1} = 56,1875_{(10)}$$

$$3. A - B = 46,68_{(10)} - 9,6_{(10)} = 37,08_{(10)}$$

$$\begin{array}{r}
 , _{(2)} \\
 , _{(2)} \\
 \hline
 1 , _{(2)}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 , _{(4)} \\
 , _{(4)} \\
 \hline
 2 , _{(4)}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 , _{(8)} \\
 , _{(8)} \\
 \hline
 4 , _{(8)}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 \text{ E}, \text{ A}_{(16)} \\
 , _{(16)} \\
 \hline
 2 , _{(16)}
 \end{array}$$

$$100101,0001_{(2)} = 2^5 + 2^2 + 2 + 2^{-4} = 37,0625_{(10)}$$

$$211,011_{(4)} = 2 \cdot 4^2 + 4^1 + 1 + 4^{-2} + 4^{-3} = 37,078125_{(10)}$$

$$45,05_{(8)} = 4 \cdot 8^1 + 5 \cdot 8^{-1} + 5 \cdot 8^{-2} = 37,078125_{(10)}$$

$$25,1_{(16)} = 2 \cdot 16^1 + 5 + 16^{-1} = 37,0625_{(10)}$$

$$5. A / B = 46,68_{(10)} / 9,6_{(10)} = 4,8625_{(10)}$$

$$\begin{array}{r}
 1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0_{(2)} \mid 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1_{(2)} \\
 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1 \quad \quad \quad \mid 1\ 0\ 0,1\ 1\ 1\ 0_{(2)} \\
 \hline
 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0 \\
 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1 \\
 \hline
 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0 \\
 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1 \\
 \hline
 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0 \\
 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1 \\
 \hline
 1\ 0 \\
 1\ 0
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 2\ 3\ 2\ 2\ 2\ 3_{(4)} \mid 2\ 1\ 2\ 1\ 2_{(4)} \\
 2\ 1\ 2\ 1\ 2 \quad \quad \quad \mid 1\ 0,3\ 1\ 3_{(4)} \\
 \hline
 2\ 0\ 1\ 0\ 3\ 0 \\
 1\ 3\ 0\ 3\ 0\ 2 \\
 \hline
 1\ 0\ 1\ 2\ 2\ 0 \\
 2\ 1\ 2\ 1\ 2 \\
 \hline
 2\ 0\ 0\ 0\ 2\ 0 \\
 1\ 3\ 0\ 3\ 0\ 2 \\
 \hline
 3\ 1\ 1\ 2
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 5\ 6\ 5\ 3_{(8)} \mid 1\ 1\ 4\ 6_{(8)} \\
 4\ 6\ 3\ 0 \quad \quad \quad \mid 4,6\ 7_{(8)} \\
 \hline
 1\ 0\ 2\ 3\ 0 \\
 7\ 1\ 4\ 4 \\
 \hline
 1\ 0\ 6\ 4\ 0 \\
 1\ 0\ 3\ 1\ 2 \\
 \hline
 3\ 2\ 6
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 2\ E\ A_{(16)} \mid 9\ 9_{(16)} \\
 2\ 6\ 4 \quad \quad \quad \mid 4, E_{(16)} \\
 \hline
 8\ 6\ 0 \\
 8\ 5\ E \\
 \hline
 2
 \end{array}$$

$$100,1110_{(2)} = 2^2 + 2^{-1} + 2^{-2} + 2^{-3} = 4,875_{(10)}$$

$$10,313_{(4)} = 4^1 + 3 \cdot 4^{-1} + 1 \cdot 4^{-2} + 3 \cdot 4^{-3} = 4,859375_{(10)}$$

$$4,67_{(8)} = 4 + 6 \cdot 8^{-1} + 7 \cdot 8^{-2} = 4,859375_{(10)}$$

$$4, E_{(16)} = 4 + 14 \cdot 16^{-1} = 4,875_{(10)}$$

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Тема: Аксиомы и свойства алгебры логики.

Цель: Приобретение навыков тождественных преобразований функций алгебры логики.

Задание:

1. Пользуясь аксиомами и свойствами алгебры логики, упростить выражение:

$$1. F = x_1 \cdot x_2 \cdot x_4 + x_1 \cdot x_2 + x_2 \cdot x_3 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_4 + x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 + x_1 \cdot x_2 + (x_2 + x_1 \cdot x_2 \cdot x_3) \cdot (\bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 + \bar{x}_2 \cdot x_3 \cdot \bar{x}_4 + \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 + \bar{x}_2 \cdot x_3 \cdot x_4) + x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_3 + x_1 \cdot x_3 \cdot \bar{x}_4 + \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_3 .$$

$$2. F = x_2 \cdot x_4 \cdot x_5 + x_2 \cdot x_3 + x_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot x_4 + (x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 + x_3) \cdot (\bar{x}_3 \cdot x_4 \cdot \bar{x}_5 + \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 + \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 + \bar{x}_3 \cdot x_4 \cdot x_5) + x_2 \cdot x_3 + x_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 + \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot x_1 \cdot x_3 + x_2 \cdot \bar{x}_4 + x_2 \cdot x_4 \cdot \bar{x}_5 .$$

$$3. F = \bar{x}_1 \cdot x_2 + x_1 \cdot x_3 + x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \bar{x}_2 + x_1 \cdot x_2 \cdot x_4 + \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot x_3 + x_1 \cdot x_3 + x_1 \cdot x_2 \cdot \bar{x}_4 + \bar{x}_1 \bar{x}_2 \cdot x_3 + (\bar{x}_1 \bar{x}_2 + \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot x_3 + \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2) \cdot (x_1 + x_1 \cdot x_3 \cdot x_4) .$$

$$4. F = \bar{x}_2 \cdot x_3 \cdot x_4 + x_1 \cdot x_2 \cdot x_5 + x_3 \cdot x_1 \cdot \bar{x}_4 \cdot \bar{x}_1 + x_2 \cdot x_4 + \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot x_4 + x_2 \cdot x_4 + (x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 + x_1) \cdot (\bar{x}_1 \cdot \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \cdot x_3 \cdot x_4 + \bar{x}_1 \cdot x_3 \cdot \bar{x}_4 + \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_3) + \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 + x_1 \cdot x_2 \cdot \bar{x}_5 .$$

$$5. F = x_2 \cdot \bar{x}_3 + x_4 \cdot x_5 + (x_1 + x_1 \cdot x_2 \cdot x_5) \cdot (\bar{x}_1 \cdot x_4 \cdot x_5 + \bar{x}_1 \cdot x_4 \cdot \bar{x}_5 + \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_4 + \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_4) + x_4 \cdot x_5 + x_2 \cdot \bar{x}_4 \cdot x_5 + x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 + \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot x_1 \cdot \bar{x}_4 \cdot \bar{x}_5 + \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_4 \cdot x_5 + x_2 \cdot x_3 \cdot \bar{x}_5 .$$

$$6. F = \bar{x}_1 \cdot x_2 + \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_3 + \bar{x}_1 \cdot x_3 \cdot x_4 + x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 \cdot x_2 + \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \cdot x_2 + \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_3 + (\bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 + \bar{x}_2) \cdot (x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 + x_2 \cdot \bar{x}_3 + x_2 \cdot x_3 \cdot \bar{x}_4) + \bar{x}_1 \cdot x_3 \cdot \bar{x}_4 .$$

$$7. F = x_2 \cdot x_4 + \bar{x}_2 \cdot x_3 + \bar{x}_2 \cdot x_4 \cdot x_5 + x_1 \cdot \bar{x}_3 \cdot x_4 \cdot \bar{x}_1 + \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 + (x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 + x_3 \cdot \bar{x}_4 + x_3 \cdot \bar{x}_4 + x_3 \cdot x_4 \cdot \bar{x}_5) \cdot (\bar{x}_3 + x_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot x_4) + \bar{x}_2 \cdot x_3 + \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot x_4 + \bar{x}_2 \cdot x_4 \cdot \bar{x}_5 .$$

$$8. F = x_1 \cdot x_2 + (x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 + x_1 \cdot x_2 \cdot \bar{x}_3 + x_1 \cdot \bar{x}_2 + x_1 \cdot \bar{x}_2) \cdot (\bar{x}_1 + \bar{x}_1 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_5) + x_1 \cdot \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot x_4 + \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 \cdot x_1 \cdot x_5 + x_1 \cdot \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot \bar{x}_4 + \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 .$$

$$9. F = x1 \cdot \bar{x2} \cdot \bar{x4} \cdot x2 \cdot x5 + \bar{x1} \cdot \bar{x2} \cdot \bar{x5} + \bar{x2} \cdot \bar{x3} \cdot \bar{x4} + x2 \cdot \bar{x4} + (x1 + x1 \cdot \bar{x2} \cdot \bar{x3}) \cdot (\bar{x1} \cdot \bar{x3} \cdot \bar{x4} + \bar{x1} \cdot x3 + \bar{x1} \cdot \bar{x3} \cdot x4 + \bar{x1} \cdot x3) + x2 \cdot \bar{x4} + \bar{x2} \cdot x3 \cdot \bar{x4} + \bar{x1} \cdot \bar{x2} \cdot x5 + \bar{x1} \cdot \bar{x2} .$$

$$10. F = \bar{x2} \cdot x3 + x4 \cdot \bar{x5} + x1 \cdot \bar{x4} \cdot \bar{x5} + \bar{x2} \cdot \bar{x3} \cdot \bar{x5} + x4 \cdot \bar{x5} + x2 \cdot x3 \cdot \bar{x3} \cdot \bar{x2} + (x3 + x2 \cdot x3 \cdot x4) \cdot (\bar{x2} \cdot \bar{x3} \cdot \bar{x4} + \bar{x3} \cdot x4 + x2 \cdot \bar{x3} \cdot \bar{x4} + \bar{x3} \cdot x4) + \bar{x1} \cdot \bar{x4} \cdot \bar{x5} + \bar{x2} \cdot \bar{x3} \cdot x5 .$$

$$11. F = (x1 \cdot \bar{x2} \cdot x3 + x1 \cdot x2 + x1 \cdot \bar{x2} \cdot \bar{x3} + x1 \cdot x2) \cdot (x3 + x2 \cdot x3 \cdot x4) \cdot (\bar{x3} \cdot x4 \cdot x5 + \bar{x3} \cdot \bar{x4} + \bar{x3} \cdot x4 \cdot \bar{x5} + \bar{x3} \cdot \bar{x4}) + x1 \cdot x3 \cdot x4 + x2 \cdot x3 \cdot \bar{x2} \cdot x4 + x1 \cdot x3 \cdot \bar{x4} + \bar{x1} \cdot x3 .$$

$$12. F = (x2 \cdot x4 \cdot x5 + \bar{x1} \cdot x2 \cdot x1 \cdot x3 + x2 \cdot \bar{x4} + x2 \cdot x4 \cdot \bar{x5}) \cdot (\bar{x2} \cdot x3 \cdot x4 + \bar{x2} \cdot \bar{x3} + \bar{x2} \cdot x3 \cdot \bar{x4} + \bar{x2} \cdot \bar{x3}) \cdot (x2 + x1 \cdot x2 \cdot \bar{x3}) + x1 \cdot x2 + x1 \cdot \bar{x2} \cdot x3 + x1 \cdot \bar{x2} \cdot \bar{x3} + x1 \cdot x2 .$$

$$13. F = x1 \cdot \bar{x2} + x1 \cdot x2 \cdot x4 + x1 \cdot x2 \cdot \bar{x3} \cdot \bar{x2} + x1 \cdot x3 + \bar{x1} \cdot x2 \cdot x3 + (\bar{x1} \cdot x2 \cdot x3 + \bar{x1} \cdot \bar{x2} + \bar{x1} \cdot x2 \cdot \bar{x3} + \bar{x1} \cdot \bar{x2}) \cdot (x3 \cdot x1 \cdot x4 + x1) + x1 \cdot x3 + x1 \cdot x2 \cdot \bar{x4} + \bar{x1} \cdot \bar{x2} \cdot x3 .$$

$$14. F = x1 \cdot \bar{x2} + x2 \cdot x4 + x1 \cdot x2 \cdot x5 + \bar{x1} \cdot x3 \cdot \bar{x4} \cdot x1 + (x2 \cdot x1 \cdot x3 + x1) \cdot (\bar{x1} \cdot x3 \cdot x4 + \bar{x1} \cdot \bar{x3} + \bar{x1} \cdot x3 \cdot \bar{x4} + \bar{x1} \cdot \bar{x3}) + x2 \cdot x4 + \bar{x2} \cdot \bar{x3} \cdot x4 + x1 \cdot x2 \cdot \bar{x5} + \bar{x2} \cdot x3 \cdot x4 .$$

$$15. F = (x2 \cdot \bar{x3} + x4 \cdot x5) \cdot (x1 + x1 \cdot x2 \cdot x5) \cdot (x4 \cdot x5 + x2 \cdot \bar{x4} \cdot x5 + x2 \cdot x3 \cdot x5 + \bar{x1} \cdot x2 \cdot x1 \cdot \bar{x4} \cdot \bar{x5} + \bar{x2} \cdot \bar{x4} \cdot x5 + x2 \cdot x3 \cdot \bar{x5}) \cdot (\bar{x1} \cdot x4 \cdot x5 + \bar{x1} \cdot x4 \cdot \bar{x5} + \bar{x1} \cdot \bar{x4} + \bar{x1} \cdot \bar{x4}) .$$

$$16. F = x1 \cdot x3 + \bar{x1} \cdot x2 + \bar{x1} \cdot \bar{x2} \cdot x3 + \bar{x1} \cdot x3 \cdot x4 + \bar{x1} \cdot x2 + \bar{x1} \cdot \bar{x2} \cdot \bar{x3} + (\bar{x1} \cdot \bar{x2} \cdot \bar{x3} + \bar{x2}) \cdot (x2 \cdot \bar{x3} + x2 \cdot x3 \cdot x4 + x2 \cdot x3 \cdot \bar{x4} + x2 \cdot \bar{x3}) + \bar{x1} \cdot x3 \cdot \bar{x4} + x1 \cdot \bar{x2} \cdot \bar{x3} \cdot \bar{x4} \cdot x2 .$$

$$17. F = \bar{x2} \cdot \bar{x4} + \bar{x2} \cdot x4 \cdot \bar{x5} + \bar{x2} \cdot x3 + \bar{x2} \cdot \bar{x3} \cdot x4 + \bar{x2} \cdot x3 + x1 \cdot \bar{x3} \cdot x4 \cdot \bar{x1} + \bar{x2} \cdot x4 \cdot x5 + \bar{x2} \cdot \bar{x3} \cdot \bar{x4} + (x2 \cdot \bar{x3} \cdot x4 + \bar{x3}) \cdot (x3 \cdot x4 \cdot x5 + x3 \cdot \bar{x4} + x3 \cdot x4 \cdot \bar{x5} + x3 \cdot \bar{x4}) .$$

$$18. F = (x1 \cdot x2 + x1 \cdot \bar{x3} + \bar{x1} \cdot x2 \cdot \bar{x3} + \bar{x1} \cdot x2 \cdot x4) \cdot (\bar{x1} \cdot \bar{x3} \cdot \bar{x4} \cdot x1 \cdot x5 + x1 \cdot \bar{x3} + \bar{x1} \cdot x2 \cdot \bar{x4} + \bar{x1} \cdot \bar{x2} \cdot \bar{x3}) \cdot (x1 \cdot x2 \cdot x3 + x1 \cdot x2 \cdot \bar{x3} + x1 \cdot \bar{x2} + x1 \cdot \bar{x2}) \cdot (\bar{x1} + x3 \cdot x4 \cdot \bar{x1} \cdot x5) .$$

$$19. F = \bar{x1} \cdot x2 + x1 \cdot \bar{x2} \cdot \bar{x4} \cdot x2 \cdot x5 + \bar{x1} \cdot \bar{x2} \cdot \bar{x5} + x2 \cdot \bar{x4} + \bar{x2} \cdot x3 \cdot \bar{x4} + \bar{x1} \cdot \bar{x2} \cdot x5 + x2 \cdot \bar{x4} + \bar{x2} \cdot \bar{x3} \cdot \bar{x4} + (\bar{x2} \cdot x1 \cdot x3 + x1) \cdot (\bar{x1} \cdot x3 + \bar{x1} \cdot \bar{x3} \cdot \bar{x4} + \bar{x1} \cdot \bar{x3} \cdot x4 + \bar{x1} \cdot x3) .$$

$$20. F = \overline{\overline{x_2 \cdot x_3}} + x_4 \cdot \overline{x_5} + x_1 \cdot \overline{x_4} \cdot \overline{x_5} + \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_5} + (x_4 \cdot x_3 \cdot \overline{x_5} + x_3) \cdot (\overline{x_3} \cdot x_4 + \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4} + x_2 \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4} + \overline{x_3} \cdot x_4) + x_4 \cdot \overline{x_5} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_4} \cdot \overline{x_5} + x_2 \cdot x_3 \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_2} + \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot x_5 .$$

$$21. F = \overline{x_1} \cdot x_3 + x_1 \cdot x_2 + x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot x_3 + x_1 \cdot x_3 \cdot x_4 + x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot \overline{x_2} + x_1 \cdot x_2 + x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} + (\overline{x_2} \cdot x_3 \cdot x_4 + \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} + \overline{x_2} \cdot x_3 \cdot \overline{x_4} + \overline{x_2} \cdot \overline{x_3}) \cdot (x_1 \cdot x_2 \cdot \overline{x_3} + x_2) + x_1 \cdot x_3 \cdot \overline{x_4} .$$

$$22. F = \overline{x_2} \cdot x_4 + x_2 \cdot x_3 + (x_3 + \overline{x_1} \cdot x_3 \cdot x_5) \cdot (\overline{x_3} \cdot \overline{x_4} + \overline{x_3} \cdot x_4 \cdot x_5 + \overline{x_3} \cdot x_4 \cdot \overline{x_5} + \overline{x_3} \cdot \overline{x_4}) + x_2 \cdot x_3 + x_2 \cdot \overline{x_3} \cdot x_4 + x_2 \cdot x_4 \cdot \overline{x_5} + x_1 \cdot x_2 \cdot \overline{x_1} \cdot x_3 + x_2 \cdot x_4 \cdot x_5 + x_2 \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4} .$$

$$23. F = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \overline{x_2} + x_1 \cdot x_2 \cdot x_4 + x_1 \cdot x_3 + \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot x_3 + (x_1 + x_1 \cdot x_3 \cdot x_4) \cdot (\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} + \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot x_3 + \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot \overline{x_3} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_2}) + \overline{x_1} \cdot x_2 + x_1 \cdot x_3 + x_1 \cdot x_2 \cdot \overline{x_4} + \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot x_3 .$$

$$24. F = \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot x_4 + x_2 \cdot x_4 + x_1 \cdot x_2 \cdot \overline{x_5} + (x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 + x_1) \cdot (\overline{x_1} \cdot \overline{x_3} + \overline{x_1} \cdot x_3 \cdot x_4 + \overline{x_1} \cdot x_3 \cdot \overline{x_4} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_3}) + \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} + \overline{x_2} \cdot x_3 \cdot x_4 + x_1 \cdot x_2 \cdot x_5 + x_3 \cdot x_1 \cdot \overline{x_4} \cdot \overline{x_1} + x_2 \cdot x_4 .$$

$$25. F = x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 + x_2 \cdot \overline{x_3} + x_4 \cdot x_5 + (x_1 + x_1 \cdot x_2 \cdot x_5) \cdot (\overline{x_1} \cdot x_4 \cdot x_5 + \overline{x_1} \cdot x_4 \cdot \overline{x_5} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_4} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_4}) \cdot (x_1 + x_1 \cdot x_2 \cdot x_5) + x_4 \cdot x_5 + x_2 \cdot \overline{x_4} \cdot x_5 + x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 + \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot x_1 \cdot \overline{x_4} \cdot \overline{x_5} + \overline{x_2} \cdot \overline{x_4} \cdot x_5 + x_2 \cdot x_3 \cdot \overline{x_4} .$$

2. В данных ФАЛ с помощью правила де Моргана заменить знак конъюнкции на знак дизъюнкции, а знак дизъюнкции - на знак конъюнкции:

$$1. F = x_4 + \overline{x_1} \cdot x_2 + x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot x_3 + \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot x_4} .$$

$$2. F = \overline{\overline{x_1 + \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot \overline{x_3}} + x_2 \cdot \overline{x_3} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot x_4} .$$

$$3. F = \overline{(\overline{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 + x_2 \cdot x_4}) \cdot (x_1 + \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot \overline{x_3} \cdot x_4)} .$$

$$4. F = \overline{\overline{x_1 \cdot x_2 \cdot \overline{x_3}} + \overline{x_1 + x_2 \cdot x_3 \cdot x_4} + \overline{x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot x_3 \cdot \overline{x_4}}} .$$

$$5. F = \overline{\overline{x_1 + x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4} + \overline{x_1 \cdot x_3 + x_2 \cdot x_4}} .$$

$$6. F = \overline{\overline{x_1 \cdot x_4} + x_2 \cdot \overline{x_3} \cdot x_4 + \overline{x_1 + \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4}} .$$

$$7. F = \overline{\overline{x_1 \cdot \overline{x_3}} + \overline{x_2 + x_1 \cdot x_2 \cdot \overline{x_3} \cdot x_4} + \overline{x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot x_4}} .$$

$$8. F = x_2 \cdot x_4 + \overline{\overline{x_3 \cdot \overline{x_4}} + \overline{\overline{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3} + x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot x_3 \cdot x_4}} .$$

$$9. F = x_1 \cdot \overline{x_2} + x_3 + \overline{\overline{x_2 \cdot \overline{x_3} \cdot x_4} + \overline{x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot x_4}} .$$

10. $F = \overline{x_1 + \overline{x_1} \cdot x_2} + \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot x_3} + \overline{x_1 \cdot x_2 \cdot \overline{x_3} \cdot x_4}$.
11. $F = \overline{x_2} \cdot (\overline{x_1 \cdot \overline{x_3} \cdot x_2} + \overline{x_3 \cdot \overline{x_4}}) + \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4}}$.
12. $F = \overline{x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot x_4} + \overline{\overline{x_2} \cdot \overline{x_3} + \overline{x_4}} + \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4}}$.
13. $F = \overline{x_1 \cdot \overline{x_3}} + \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_4} + \overline{x_2}} + \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4}}$.
14. $F = \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3}} + \overline{\overline{x_4} + \overline{x_2} \cdot \overline{x_3}} + \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4}}$.
15. $F = \overline{x_2 \cdot x_3} + \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_4} + \overline{x_3}} + \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4}}$.
16. $F = \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4} + \overline{x_1}} + \overline{x_2 \cdot \overline{x_4}} + \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4}}$.
17. $F = \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} + \overline{x_2} \cdot \overline{x_3}} + \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4}}$.
18. $F = \overline{x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot x_3} + \overline{\overline{x_2} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4}} + \overline{\overline{x_2} \cdot \overline{x_4}}$.
19. $F = \overline{(\overline{x_2} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4}) \cdot (\overline{x_2} \cdot \overline{x_4} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3})}$.
20. $F = \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_2}} + \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot x_3} + \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4}} + \overline{\overline{x_3}}$.
21. $F = \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4} + \overline{x_2} \cdot \overline{x_4}} + \overline{\overline{x_3} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_4}}$.
22. $F = \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_3} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_4} + \overline{x_2}} + \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4}}$.
23. $F = \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_2}} + \overline{\overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4}} + \overline{\overline{x_3} \cdot \overline{x_4} \cdot \overline{x_5}} + \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4}}$.
24. $F = \overline{x_1} + \overline{\overline{x_2} \cdot (\overline{x_1 \cdot \overline{x_3} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_4} \cdot \overline{x_3})} + \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4}}$.
25. $F = \overline{x_3 \cdot \overline{x_4} \cdot \overline{x_5} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_2}} + \overline{\overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4}} + \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \cdot \overline{x_4}}}$.

3. Проконтролировать правильность выполненных преобразований с помощью программ, выводящих таблицу истинности исходной и преобразованной функций.

Содержание отчета:

- ~ Тема работы
- ~ Условие задания
- ~ Ход и порядок преобразований логических функций
- ~ Результаты работы программ

Пример выполнения:**Аксиомы и свойства алгебры логики****Задание:**

- 1) Пользуясь аксиомами и свойствами алгебры логики, упростить выражение

$$F = x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_5 + x_1 \cdot x_2 \cdot x_5 + x_5 \cdot (x_1 \cdot x_3 \cdot x_4 + x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_3 \cdot \bar{x}_4 \cdot x_5 + x_2 x_3 + \bar{x}_2 + x_2 \cdot \bar{x}_3) + x_1 \cdot x_2 \cdot x_5 .$$

- 2) В данной ФАЛ с помощью правила де Моргана заменить знак конъюнкции на знак дизъюнкции, а знак дизъюнкции - на знак конъюнкции

$$F = x_1 \cdot \bar{x}_2 + \overline{x_1 \cdot x_3} + \overline{x_2 \cdot \bar{x}_4 \cdot x_5} .$$

- 3) Проконтролировать правильность выполненных преобразований с помощью программ, выводящих таблицу истинности исходной и преобразованной функций.

- 1) Упрощение выражения

$$F = x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_5 + x_1 \cdot x_2 \cdot x_5 + x_5 \cdot (x_1 \cdot x_3 \cdot x_4 + x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_3 \cdot \bar{x}_4 \cdot x_5 + x_2 x_3 + \bar{x}_2 + x_2 \cdot \bar{x}_3) + x_1 \cdot x_2 \cdot x_5 .$$

- 1) $x_1 \cdot x_2 \cdot x_5 + x_1 \cdot x_2 \cdot x_5 = x_1 \cdot x_2 \cdot x_5 ;$
- 2) $x_1 \cdot x_2 \cdot x_5 + x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_5 = x_1 \cdot x_5 \cdot (x_2 + \bar{x}_2) = x_1 \cdot x_5 ;$
- 3) $x_2 x_3 + x_2 \cdot \bar{x}_3 = x_2 \cdot (x_3 + \bar{x}_3) = x_2 ;$
- 4) $x_2 + \bar{x}_2 = 1 ;$
- 5) $1 + x_1 \cdot x_3 \cdot x_4 + x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_3 \cdot \bar{x}_4 \cdot x_5 = 1 ;$
- 6) $x_5 \cdot 1 = x_5 ;$
- 7) $x_1 \cdot x_5 + x_5 = x_5 .$

$$F = x_5 .$$

- 2) Преобразование знаков

$$x_1 \cdot \bar{x}_2 + \overline{x_1 \cdot x_3} + \overline{x_2 \cdot \bar{x}_4 \cdot x_5} =$$

$$\begin{aligned}
&= (\overline{\overline{x1 + x2}}) + (\overline{\overline{x1 + x3}}) + (\overline{\overline{x2 + x4 + x5}}) = \\
&= (\overline{\overline{x1 + x2}}) \cdot (\overline{\overline{x1 + x3}}) \cdot (\overline{\overline{x2 + x4 + x5}}) . \\
\mathbf{F} &= (\overline{\overline{x1 + x2}}) \cdot (\overline{\overline{x1 + x3}}) \cdot (\overline{\overline{x2 + x4 + x5}}) .
\end{aligned}$$

3) Программы контроля правильности преобразований

Программа контроля правильности упрощения:

Program PRIM;

var X1, X2, X3, X4, X5, Y1, Y2 : boolean;

begin

writeln(' x1 x2 x3 x4 x5 y1 y2');

for X1:=false to true do

for X2:=false to true do

for X3:=false to true do

for X4:=false to true do

for X5:=false to true do

begin

Y1:=X1 and not X2 and X5 or X1 and X2 and X5 or

X5 and (X1 and X3 and X4 or

X1 and not X2 and not X3 and not X4 and X5 or

X2 and X3 or not X2 or X2 and not X3) or

X1 and X2 and X5;

Y2:=X5;

write(ord(X1):3, ord(X2):3, ord(X3):3, ord(X4):3,

ord(X5):3, ord(Y1):3, ord(Y2):3);

```

        if Y1=Y2
            then writeln(' -OK')
            else writeln(' -BAD')
        end;
    readln
end.

```

Программа контроля правильности преобразования знаков:

Program PRIM;

var X1, X2, X3, X4, X5, Y1, Y2 : boolean;

begin

writeln(' x1 x2 x3 x4 x5 y1 y2');

for X1:=false to true do

for X2:=false to true do

for X3:=false to true do

for X4:=false to true do

for X5:=false to true do

begin

*Y1:=X1 and not X2 or not(X1 and X3) or
not(X2 and not X4 and X5);*

*Y2:=not((not X1 or X2)and not(not X1 or not X3)and
not(not X2 or X4 or not X5));*

write(ord(X1):3, ord(X2):3, ord(X3):3, ord(X4):3,
ord(X5):3, ord(Y1):3, ord(Y2):3);

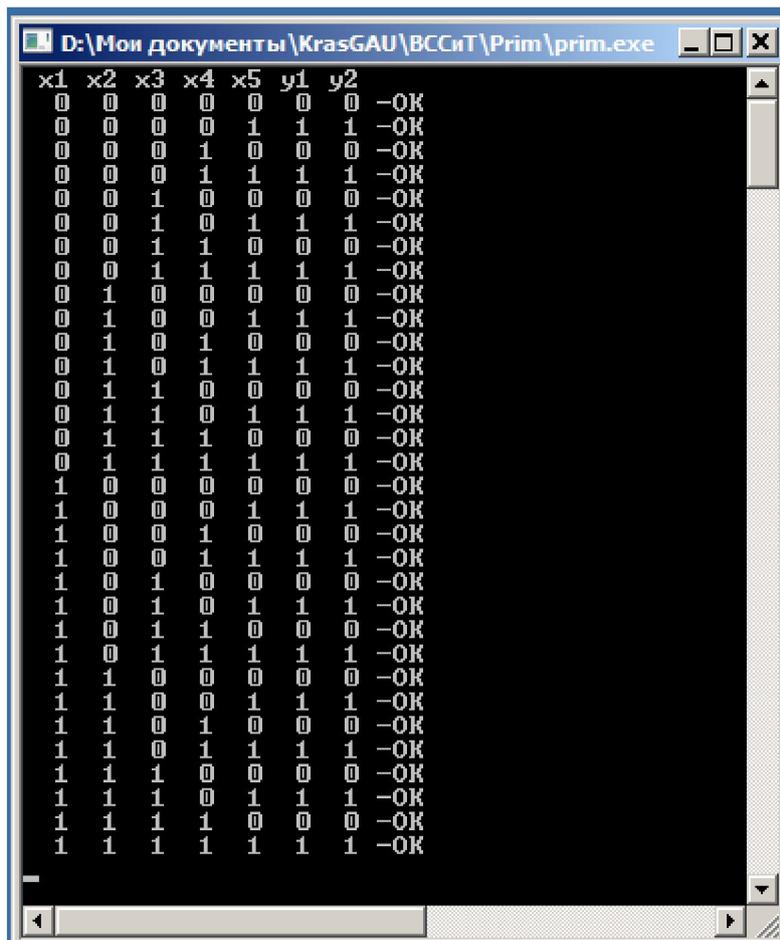
if Y1=Y2

```
then writeln(' -OK')
else writeln(' -BAD')
end;

readln
end.
```

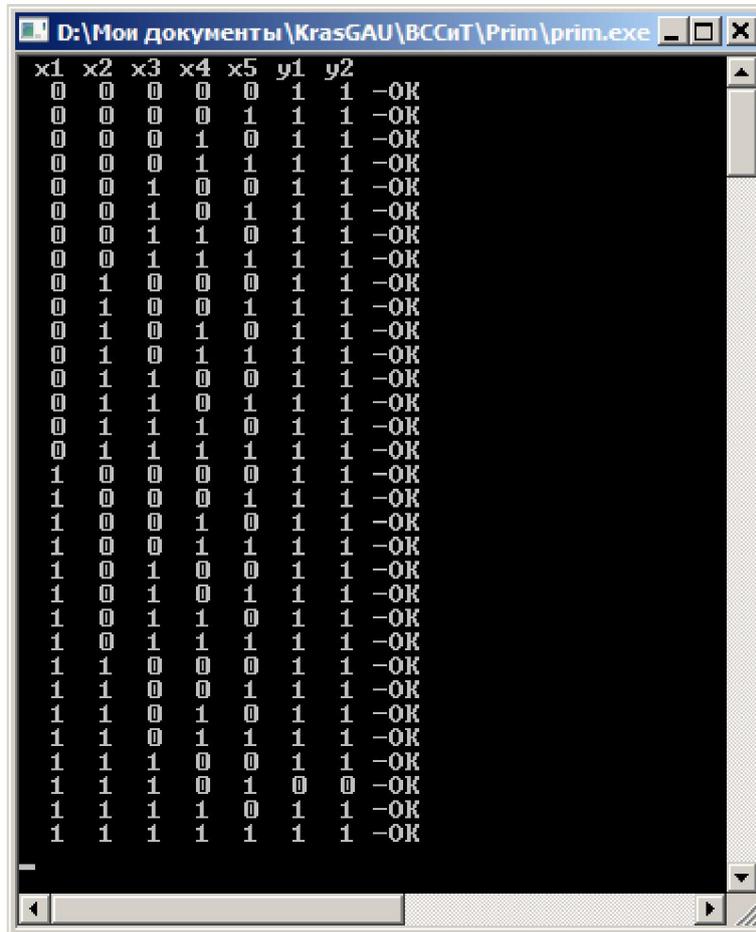
4) Результаты работы программ («скриншоты»)

Результаты контроля правильности упрощения выражения:



```
D:\Мои документы\KrasGAU\ВССиТ\Prim\prim.exe
x1 x2 x3 x4 x5 y1 y2
0 0 0 0 0 0 0 -OK
0 0 0 0 1 1 1 -OK
0 0 0 1 0 0 0 -OK
0 0 0 1 1 1 1 -OK
0 0 1 0 0 0 0 -OK
0 0 1 0 1 1 1 -OK
0 0 1 1 0 0 0 -OK
0 0 1 1 1 1 1 -OK
0 1 0 0 0 0 0 -OK
0 1 0 0 1 1 1 -OK
0 1 0 1 0 0 0 -OK
0 1 0 1 1 1 1 -OK
0 1 1 0 0 0 0 -OK
0 1 1 0 1 1 1 -OK
0 1 1 1 0 0 0 -OK
0 1 1 1 1 1 1 -OK
1 0 0 0 0 0 0 -OK
1 0 0 0 1 1 1 -OK
1 0 0 1 0 0 0 -OK
1 0 0 1 1 1 1 -OK
1 0 1 0 0 0 0 -OK
1 0 1 0 1 1 1 -OK
1 0 1 1 0 0 0 -OK
1 0 1 1 1 1 1 -OK
1 1 0 0 0 0 0 -OK
1 1 0 0 1 1 1 -OK
1 1 0 1 0 0 0 -OK
1 1 0 1 1 1 1 -OK
1 1 1 0 0 0 0 -OK
1 1 1 0 1 0 0 -OK
1 1 1 1 0 1 1 -OK
1 1 1 1 1 0 0 -OK
1 1 1 1 1 1 1 -OK
```

Результаты контроля правильности преобразования знаков:



```
D:\Мои документы\KrasGAU\BCCIT\Prim\prim.exe
x1 x2 x3 x4 x5 y1 y2
0 0 0 0 0 1 1 -OK
0 0 0 0 1 1 1 -OK
0 0 0 1 0 1 1 -OK
0 0 0 1 1 1 1 -OK
0 0 1 0 0 1 1 -OK
0 0 1 0 1 1 1 -OK
0 0 1 1 0 1 1 -OK
0 0 1 1 1 1 1 -OK
0 1 0 0 0 1 1 -OK
0 1 0 0 1 1 1 -OK
0 1 0 1 0 1 1 -OK
0 1 0 1 1 1 1 -OK
0 1 1 0 0 1 1 -OK
0 1 1 0 1 1 1 -OK
0 1 1 1 0 1 1 -OK
0 1 1 1 1 1 1 -OK
1 0 0 0 0 1 1 -OK
1 0 0 0 1 1 1 -OK
1 0 0 1 0 1 1 -OK
1 0 0 1 1 1 1 -OK
1 0 1 0 0 1 1 -OK
1 0 1 0 1 1 1 -OK
1 0 1 1 0 1 1 -OK
1 0 1 1 1 1 1 -OK
1 1 0 0 0 1 1 -OK
1 1 0 0 1 1 1 -OK
1 1 0 0 1 1 1 -OK
1 1 0 1 0 1 1 -OK
1 1 0 1 1 1 1 -OK
1 1 1 0 0 1 1 -OK
1 1 1 0 1 0 0 -OK
1 1 1 1 0 1 1 -OK
1 1 1 1 1 1 1 -OK
```

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Тема: Минимизация функций алгебры логики.

Цель: Приобретение навыков минимизации функций алгебры логики различными методами.

Задание:

ФАЛ четырёх переменных, заданную в числовой форме в табл.3, минимизировать:

- ~ аналитическим методом;
- ~ методом неопределенных коэффициентов;
- ~ методом карт Карно.

В базисе Буля построить функциональную схему, реализующую заданную минимизированную функцию.

Проконтролировать правильность работы полученной схемы с помощью программы моделирования логических схем.

Таблица 3.

Вариант	Функция алгебры логики
1	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(0, 1, 2, 4, 5, 6, 10, 12)$
2	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(0, 2, 3, 8, 9, 10, 11, 14, 15)$
3	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(0, 2, 4, 6, 7, 9, 12, 15)$
4	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(0, 1, 2, 3, 8, 10, 11, 12, 13, 15)$
5	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(1, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 14, 15)$
6	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(3, 4, 5, 9, 10, 12, 14, 15)$
7	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 14)$
8	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(1, 4, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15)$
9	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(1, 2, 4, 8, 9, 10, 12, 13, 15)$
10	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(0, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 15)$
11	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15)$
12	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(3, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14)$
13	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(2, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15)$

14	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(1, 2, 3, 4, 7, 9, 10, 11, 14, 15)$
15	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(1, 4, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15)$
16	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13)$
17	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(4, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15)$
18	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12)$
19	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(0, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15)$
20	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(1, 2, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 15)$
21	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13)$
22	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(0, 1, 2, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 15)$
23	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(0, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14)$
24	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(3, 4, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15)$
25	$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \bigvee_1(1, 2, 3, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14)$

Содержание отчёта:

- ~ Тема работы
- ~ Условие задания
- ~ Таблица истинности заданной функции.
- ~ Ход минимизации аналитическим методом.
- ~ Ход минимизации методом неопределённых коэффициентов.
- ~ Ход минимизации с помощью карты Карно.
- ~ Функциональная схема, реализующая функцию.

Пример выполнения:

Минимизация функций алгебры логики

Задание:

ФАЛ трёх переменных $f(x_1, x_2, x_3) = \bigvee_1(0, 1, 3, 6, 7)$

минимизировать:

- ~ аналитическим методом;
- ~ методом неопределённых коэффициентов;

~ методом карт Карно.

В базисе Буля построить функциональную схему, реализующую заданную минимизированную функцию.

Проконтролировать правильность работы полученной схемы с помощью программы ModLogic.

Таблица истинности заданной функции

x1	x2	x3	f(x1,x2,x3)
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

Минимизация аналитическим методом

СНДФ этой ФАЛ выглядит следующим образом:

$$F = \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_3 + \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot x_3 + x_1 \cdot x_2 \cdot \bar{x}_3 + x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 .$$

Для минимизации воспользуемся правилом "склеивания" и попарно "склеим" следующие минтермы: 1 и 2, 2 и 3, 4 и 5.

$$1 \text{ и } 2: \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_3 = \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 (\bar{x}_3 + x_3) = \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 .$$

$$2 \text{ и } 3: \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_3 + \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot x_3 = \bar{x}_1 \cdot x_3 .$$

$$4 \text{ и } 5: x_1 \cdot x_2 \cdot \bar{x}_3 + x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 = x_1 \cdot x_2 .$$

Таким образом, из СНДФ получили НДФ, являющуюся минимальной формой записи заданной ФАЛ. Дальнейшее упрощение невозможно:

$$F = f(x_1, x_2, x_3) = \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 + \bar{x}_1 \cdot x_3 + x_1 \cdot x_2 .$$

Минимизация методом неопределенных коэффициентов

x1	x2	x3	F	Коэффициенты						
0	0	0	1	\bar{K}_1^0	\bar{K}_2^0	\bar{K}_3^0	K_{12}^{00}	\bar{K}_{13}^{00}	\bar{K}_{23}^{00}	K_{123}^{000}
0	0	1	1	\bar{K}_1^0	\bar{K}_2^0	\bar{K}_3^1	K_{12}^{00}	\bar{K}_{13}^{01}	\bar{K}_{23}^{01}	K_{123}^{001}
0	1	0	0	\bar{K}_1^0	K_2^1	K_3^0	K_{12}^{01}	K_{13}^{00}	K_{23}^{10}	K_{123}^{010}
0	1	1	1	\bar{K}_1^0	\bar{K}_2^1	\bar{K}_3^1	\bar{K}_{12}^{01}	K_{13}^{01}	K_{23}^{11}	K_{123}^{011}
1	0	0	0	\bar{K}_1^1	K_2^0	K_3^0	K_{12}^{10}	K_{13}^{10}	K_{23}^{00}	K_{123}^{100}
1	0	1	0	\bar{K}_1^1	K_2^0	K_3^1	K_{12}^{10}	K_{13}^{11}	K_{23}^{01}	K_{123}^{101}
1	1	0	1	\bar{K}_1^1	\bar{K}_2^1	\bar{K}_3^0	K_{12}^{11}	K_{13}^{10}	\bar{K}_{23}^{10}	K_{123}^{110}
1	1	1	1	\bar{K}_1^1	\bar{K}_2^1	\bar{K}_3^1	K_{12}^{11}	\bar{K}_{13}^{11}	K_{23}^{11}	K_{123}^{111}

Получившаяся минимальная форма записи функции выглядит следующим образом:

$$F = f(x_1, x_2, x_3) = \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 + \bar{x}_1 \cdot x_3 + x_1 \cdot x_2.$$

Минимизация с помощью карты Карно

		x2	\bar{x}_2	
x1		1	0	\bar{x}_3
		1	0	
\bar{x}_1		1	1	x3
		0	1	\bar{x}_3

Минимальной формой записи заданной функции согласно получившейся карте Карно является:

$$F = f(x_1, x_2, x_3) = \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 + \bar{x}_1 \cdot x_3 + x_1 \cdot x_2.$$

Функциональная схема

Функциональная схема, реализующая полученную ФАЛ в базе Буля, построенная с помощью программы ModLogic, выглядит следующим образом (рис.1):

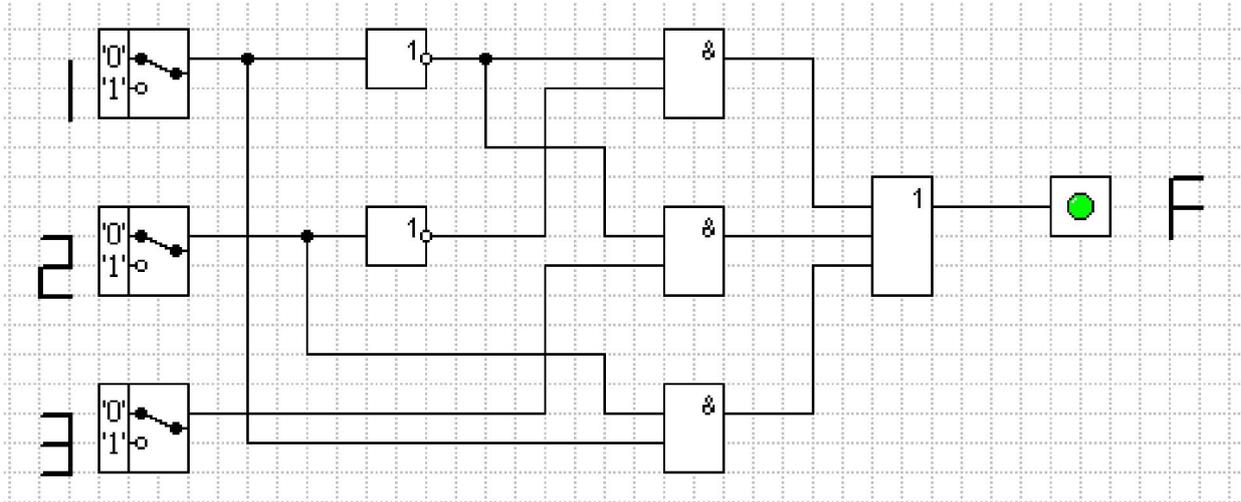


Рис.1. Функциональная схема в базе Буля

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Тема: Разработка дешифратора для семисегментного индикатора.

Цель: Приобретение навыков минимизации систем неполностью определенных функций алгебры логики

Задание:

- ~ Для заданного варианта (табл.4) составить систему из семи ФАЛ ($f_a, f_b, f_c, f_d, f_e, f_f, f_g$). Обозначение сегментов индикатора показано на рис.2.
- ~ Минимизировать систему ФАЛ.
- ~ С помощью правила де Моргана перевести полученные выражения в базисы: "И-НЕ" и "ИЛИ-НЕ".
- ~ Составить функциональные логические схемы дешифратора в базисах: "И, ИЛИ, НЕ", "И-НЕ", "ИЛИ-НЕ".
- ~ Проконтролировать правильность работы полученных схем с помощью программы моделирования логических схем.

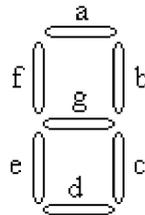


Рис.2. Расположение сегментов индикатора

Таблица 4

x1	x2	x3	x4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	0	0	0	A	*	b	U	P	d	C	*	U	P	*	*	A
0	0	0	1	b	C	*	*	O	F	F	b	O	A	C	P	C
0	0	1	0	C	E	C	Y	U	E	A	d	*	d	Y	b	L
0	0	1	1	*	F	P	O	d	U	*	*	L	L	P	*	F
0	1	0	0	*	L	*	H	C	*	L	E	b	E	L	E	*
0	1	0	1	d	*	H	L	*	b	O	O	E	H	*	H	U
0	1	1	0	E	A	L	*	F	*	d	Y	*	*	O	*	P
0	1	1	1	*	d	F	*	Y	A	U	*	A	Y	H	Y	H
1	0	0	0	F	H	d	P	*	*	*	A	Y	*	d	C	*
1	0	0	1	L	O	*	F	A	C	P	C	H	U	F	F	b
1	0	1	0	H	*	E	E	*	Y	b	L	P	b	E	A	d
1	0	1	1	O	*	O	d	b	P	*	F	*	*	U	*	*
1	1	0	0	*	b	U	*	L	L	E	*	F	C	*	L	E
1	1	0	1	P	Y	*	C	*	*	H	U	d	F	b	O	O
1	1	1	0	U	P	Y	A	E	O	*	P	C	O	*	d	Y
1	1	1	1	Y	U	A	b	H	H	Y	H	*	*	A	U	*

Таблица 4 (продолжение)

x1	x2	x3	x4	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0	0	0	0	Y	*	F	H	d	P	*	L	E	*	F	C
0	0	0	1	H	U	L	O	*	F	A	*	H	U	d	F
0	0	1	0	P	b	H	*	E	E	*	d	C	*	U	P
0	0	1	1	*	*	O	*	O	d	b	F	F	b	O	A
0	1	0	0	F	C	*	b	U	*	L	E	A	d	*	d
0	1	0	1	d	F	P	Y	*	C	*	U	*	*	L	L
0	1	1	0	C	O	U	P	Y	A	E	*	*	A	Y	*
0	1	1	1	*	*	Y	U	A	b	H	C	P	C	H	U
1	0	0	0	U	P	A	*	b	U	P	*	d	Y	*	*
1	0	0	1	O	A	b	C	*	*	O	A	U	*	A	Y
1	0	1	0	*	d	C	E	C	Y	U	Y	b	L	P	b
1	0	1	1	L	L	*	F	P	O	d	P	*	F	*	*
1	1	0	0	b	E	*	L	*	H	C	*	L	E	b	E
1	1	0	1	E	H	d	*	H	L	*	b	O	O	E	H
1	1	1	0	*	*	E	A	L	*	F	O	*	P	C	O
1	1	1	1	A	Y	*	d	F	*	Y	H	Y	H	*	*

Содержание отчета

- ~ Тема работы
- ~ Условие задания
- ~ Таблица истинности системы ФАЛ.
- ~ Карты Карно для семи функций системы ФАЛ.
- ~ Аналитическая запись минимизированных функций системы ФАЛ
 - в базисе "И, ИЛИ, НЕ";
 - в базисе "И-НЕ";
 - в базисе "ИЛИ-НЕ".
- ~ Три функциональные схемы дешифратора, построенные в указанных базисах.

Пример выполнения:

Разработка дешифратора для семисегментного индикатора

Задание:

- ~ Составить систему из семи ФАЛ ($f_a, f_b, f_c, f_d, f_e, f_f, f_g$) дешифратора для семисегментного индикатора, работающего согласно табл.5. При поступлении на вход дешифратора соответствующей комбинации индикатор должен высвечивать цифры 1, 2, 5, 7.

Таблица 5

x1	x2	x3	Инд
0	0	0	*
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	*
1	0	0	*
1	0	1	5
1	1	0	*
1	1	1	7

- ~ Минимизировать систему ФАЛ.

- ~ С помощью правила де Моргана перевести полученные выражения в базисы: "И-НЕ" и "ИЛИ-НЕ".
- ~ Составить функциональные логические схемы дешифратора в базисах: "И, ИЛИ, НЕ", "И-НЕ", "ИЛИ-НЕ".
- ~ Проконтролировать правильность работы полученной схемы с помощью программы ModLogic

Система функций дешифратора

Полностью система ФАЛ представлена в табл.6.

Таблица 6

x1	x2	x3	Инд	f _a	f _b	f _c	f _d	f _e	f _f	f _g
0	0	0	*	*	*	*	*	*	*	*
0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	2	1	1	0	1	1	0	1
0	1	1	*	*	*	*	*	*	*	*
1	0	0	*	*	*	*	*	*	*	*
1	0	1	5	1	0	1	1	0	1	1
1	1	0	*	*	*	*	*	*	*	*
1	1	1	7	1	1	1	0	0	0	0

Минимизация системы функций дешифратора

Функция f_a

	x2	$\overline{x2}$	
x1	1	1	$\overline{x3}$
	*	0	x3
$\overline{x1}$	1	*	$\overline{x3}$

f_a = x1 + x2 ;

Функция f_b

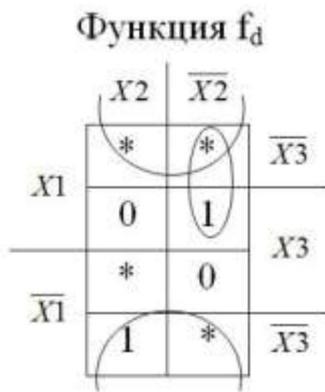
	x2	$\overline{x2}$	
x1	1	0	$\overline{x3}$
	*	1	x3
$\overline{x1}$	1	*	$\overline{x3}$

f_b = $\overline{x1}$ + x2 ;

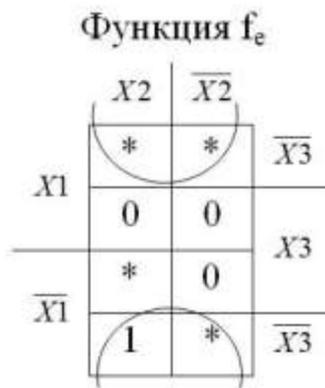
Функция f_c

	x2	$\overline{x2}$	
x1	*	*	$\overline{x3}$
	1	1	x3
$\overline{x1}$	0	*	$\overline{x3}$

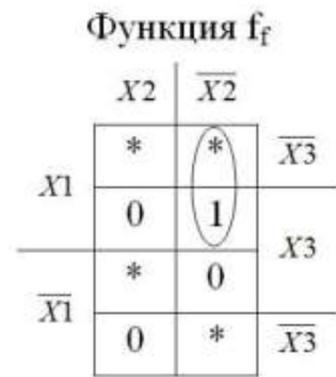
f_c = x3 ;



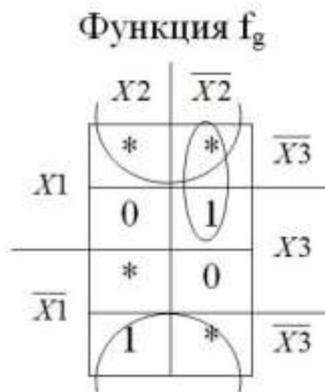
$$f_d = x_1 \cdot \overline{x_2} + \overline{x_3} ;$$



$$f_e = \overline{x_3} ;$$



$$f_f = x_1 \cdot \overline{x_2} ;$$



$$f_g = x_1 \cdot \overline{x_2} + \overline{x_3}$$

Системы функций в требуемых базисах

	Базис Буля	Базис "И-НЕ".	Базис "ИЛИ-НЕ".
f_a	$x_1 + x_2$	$\overline{\overline{x_1 \cdot x_2}}$	$x_1 + x_2$
f_b	$\overline{x_1} + x_2$	$\overline{\overline{x_1 \cdot x_2}}$	$\overline{x_1} + x_2$
f_c	x_3	x_3	x_3
f_d	$x_1 \cdot \overline{x_2} + \overline{x_3}$	$\overline{\overline{\overline{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3}}}$	$\overline{\overline{x_1 + x_2 + x_3}}$
f_e	$\overline{x_3}$	$\overline{x_3}$	$\overline{x_3}$
f_f	$x_1 \cdot \overline{x_2}$	$x_1 \cdot \overline{x_2}$	$\overline{\overline{x_1 + x_2}}$
f_g	$x_1 \cdot \overline{x_2} + \overline{x_3}$	$\overline{\overline{\overline{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3}}}$	$\overline{\overline{x_1 + x_2 + x_3}}$

Функциональные схемы дешифратора

Анализируя эти ФАЛ, видим, что

$$f_d = f_g,$$

а также имеется ряд других соотношений, позволяющих уменьшить количество используемых логических элементов и, соответственно, упростить функциональные схемы:

~ В базисе Буля

$$f_d = f_f + \overline{x_3}$$

~ В базисе "И-НЕ"

$$f_f = \overline{f_b}$$

$$f_d = \overline{\overline{f_b \cdot x_3}}$$

~ В базисе "ИЛИ-НЕ"

$$f_b = \overline{f_f}$$

$$f_d = f_f + \overline{x_3}$$

Функциональные схемы, реализующие полученные системы ФАЛ в базисах Буля, "И-НЕ" и "ИЛИ-НЕ", построенные с помощью программы ModLogic, выглядят следующим образом (рис.3):

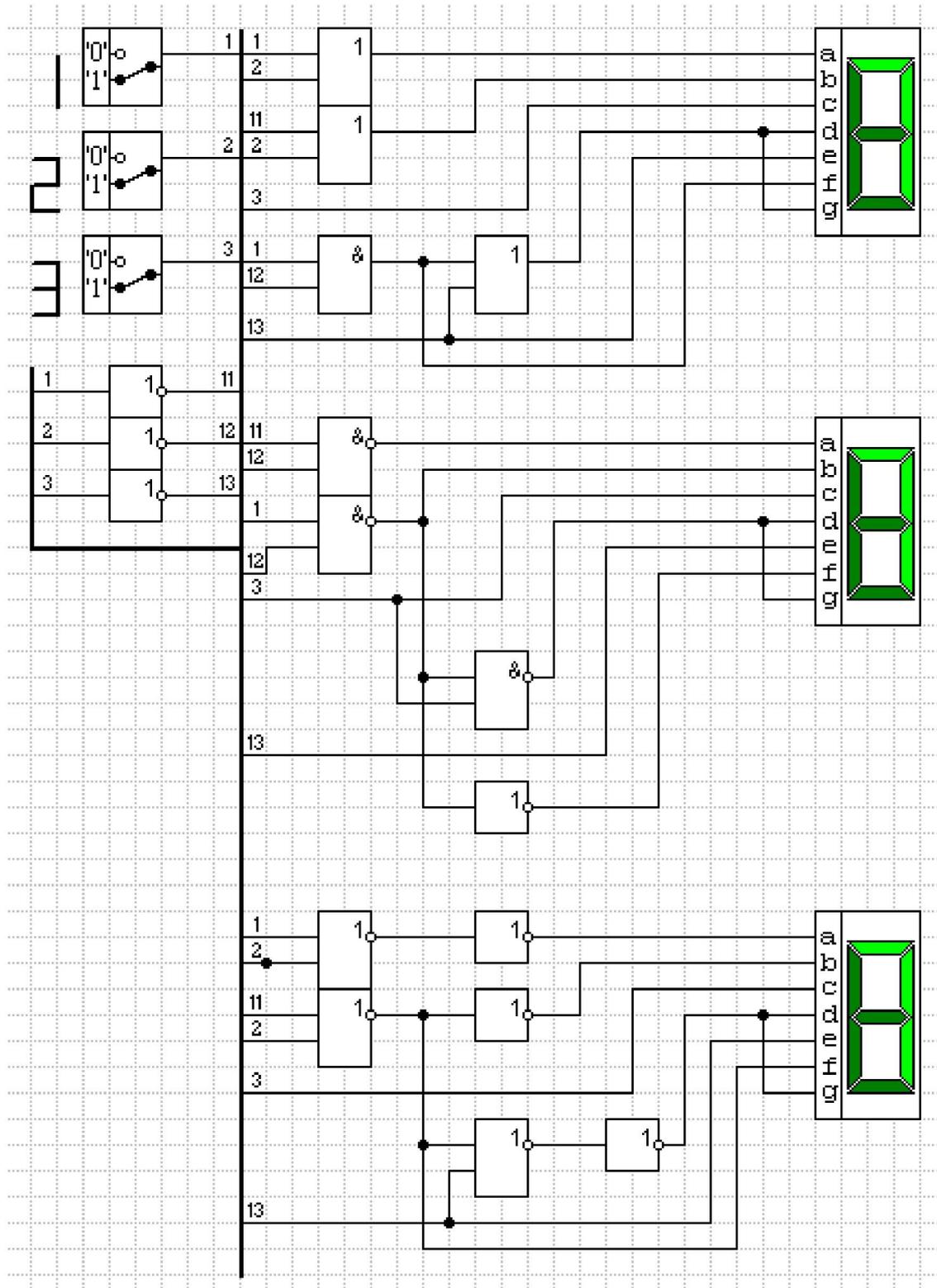


Рис. 3. Функциональная схема дешифратора

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

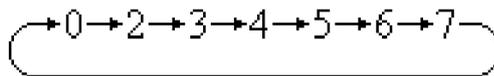
Тема: Проектирование реверсивного счетчика.

Цель: Приобретение навыков проектирования цифровых автоматов.

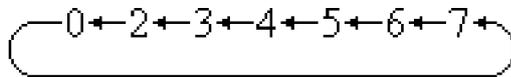
Задание:

В заданном базисе, на заданных триггерах, построить синхронный автомат Мура (синхронный реверсивный счетчик) с поступлением каждого синхроимпульса выдающий выходной сигнал $y(t)$ следующим образом:

если входной сигнал $x = 0$, то выходная последовательность сигналов выглядит следующим образом, например, для 1-го варианта:



если входной сигнал $x = 1$, то выходная последовательность сигналов для 1-го варианта выглядит так:



Варианты заданий приведены в табл.7.

Таблица 7

Вариант	Выходной сигнал $y(t)$	Триггеры			Базис
		ст.	сп.	мл.	
1	0 2 3 4 5 6 7	RS	RS	D	И-НЕ
2	0 2 3 4 5 6 7	JK	RS	D	ИЛИ-НЕ
3	0 1 2 4 5 6 7	D	T	RS	И-НЕ
4	0 1 2 3 5 6 7	JK	D	T	ИЛИ-НЕ
5	0 1 2 3 4 6 7	RS	D	RS	И-НЕ
6	0 1 2 3 4 5 7	D	JK	T	ИЛИ-НЕ
7	0 1 2 3 4 5 7	RS	T	D	И-НЕ
8	1 2 3 4 5 6 7	T	RS	JK	ИЛИ-НЕ
9	0 1 2 3 4 5 6 7	JK	D	RS	И-НЕ
10	0 2 1 3 4 5 6 7	T	T	RS	ИЛИ-НЕ
11	0 1 3 2 4 5 6 7	T	RS	JK	И-НЕ

12	0 1 2 4 3 5 6 7	RS	T	JK	ИЛИ-НЕ
13	0 1 2 3 5 4 6 7	RS	JK	T	И-НЕ
14	0 1 2 3 4 6 5 7	RS	D	JK	ИЛИ-НЕ
15	0 1 2 3 4 5 7 6	T	JK	D	И-НЕ
16	0 1 2 3 4 5	JK	JK	T	ИЛИ-НЕ
17	1 2 3 4 5 6	T	RS	JK	И-НЕ
18	2 3 4 5 6 7	JK	T	RS	ИЛИ-НЕ
19	0 3 4 5 6 7	T	JK	RS	И-НЕ
20	0 1 4 5 6 7	JK	D	RS	ИЛИ-НЕ
21	0 1 2 5 6 7	RS	JK	D	И-НЕ
22	0 1 2 3 6 7	T	JK	D	ИЛИ-НЕ
23	0 1 2 3 4 7	T	RS	JK	И-НЕ
24	0 1 2 3 4 5	RS	JK	T	ИЛИ-НЕ
25	0 2 4 5 6 7	T	JK	D	И-НЕ

Содержание отчета

- ~ Тема работы
- ~ Условие задания
- ~ Временная диаграмма выдаваемых автоматом Мура выходных сигналов.
- ~ Таблица кодов состояний автомата.
- ~ Отмеченная таблица переходов автомата.
- ~ Отмеченный граф работы автомата.
- ~ Структурная таблица автомата.
- ~ Минимизированные функции возбуждения триггеров автомата.
- ~ Функциональная схема автомата, реализованная в заданном базисе и на заданных триггерах.

Пример выполнения:**Проектирование реверсивного счетчика****Задание:**

Синтезировать синхронный двоичный реверсивный счётчик (автомат Мура), имеющий модуль счёта $M=3$, на RS-триггерах. При $x=0$ счётчик должен работать в режиме суммирования и выдавать на выход циклически повторяющиеся сигналы (0, 1, 2, 0, 1, 2, 0, 1, ...), изменяющиеся с приходом каждого синхроимпульса. Если $x=1$, счётчик должен считать в обратную сторону (2, 1, 0, 2, 1, 0, 2, 1, ...), т.е. должен работать в вычитающем режиме.

Временная диаграмма работы счетчика

Временная диаграмма работы реверсивного счётчика с модулем счёта $M=3$ приведена на рис.4.

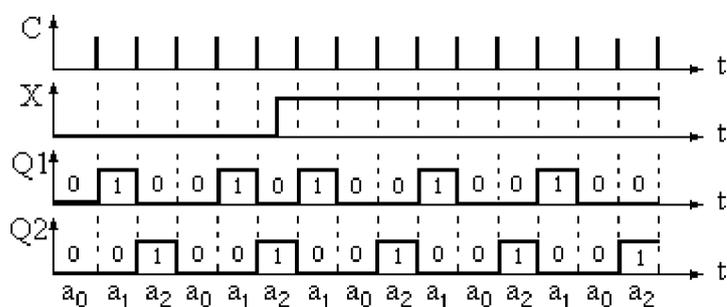


Рис.4. Временная диаграмма работы реверсивного счётчика с модулем счёта $M=3$

На рис.4 отмечены состояния автомата (a_0 , a_1 и a_2), соответствующие выходным сигналам (0, 1 и 2).

Таблица кодов состояний счетчика

Требуемое количество триггеров

$$n = \lceil \log_2 N \rceil = \lceil \log_2 3 \rceil = 2 .$$

Таким образом автомат будет иметь $2^n = 4$ состояния.

Кодировка состояний представлена в табл.8:

- ~ **Q2** - состояние старшего триггера,
- ~ **Q1** - состояние младшего триггера.

Таблица 8

a(t)	Q2	Q1
a ₀	0	0
a ₁	0	1
a ₂	1	0
a ₃	1	1

Выходные сигналы: $y_0 = a_0$; $y_1 = a_1$; $y_2 = a_2$.

Таблица переходов и граф работы счетчика

Отмеченная таблица переходов счётчика и граф переходов приведены соответственно в табл.9 и на рис.5.

Таблица 9

Вых. сигн.	y ₀	y ₁	y ₂	-
Исх. сост	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃
\bar{x}	a ₁	a ₂	a ₀	a ₀
x	a ₂	a ₀	a ₁	a ₂

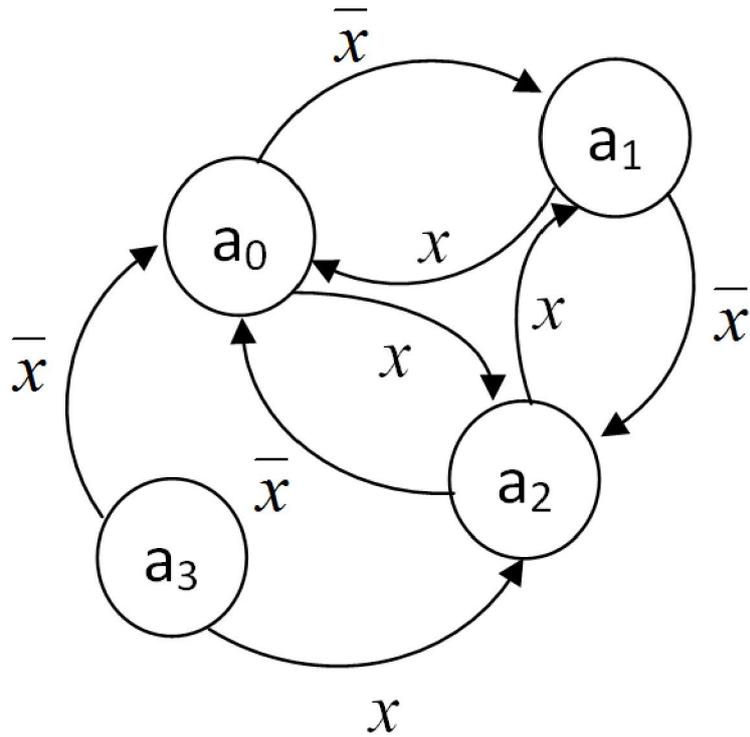


Рис.5. Граф переходов счётчика

Структурная таблица счетчика

Структурная таблица автомата Мура (табл.10):

Таблица 10

Переход	Исх. сост.		След. сост.		Входной сигнал	Сигналы возбуждения				
	Код		Код			старший		младший		
	Q2	Q1	Q2	Q1		R2	S2	R1	S1	
1	a ₀	0	0	a ₁	0	1	*	0	0	1
2	a ₁	0	1	a ₂	1	0	0	1	1	0
3	a ₂	1	0	a ₀	0	0	1	0	*	0
4	a ₃	1	1	a ₀	0	0	1	0	1	0
5	a ₀	0	0	a ₂	1	0	0	1	*	0
6	a ₁	0	1	a ₀	0	0	*	0	1	0
7	a ₂	1	0	a ₁	0	1	1	0	0	1
8	a ₃	1	1	a ₂	1	0	0	*	1	0

Функции возбуждения счетчика

Функция возбуждения в общем виде:

$$F = [\text{исх. сост.1}] \cdot [\text{вх. сигн.1}] + [\text{исх. сост.2}] \cdot [\text{вх. сигн.2}] + \dots$$

Таким образом,

$$R2 = a_2 \cdot \bar{x} + a_3 \cdot \bar{x} + a_2 \cdot x;$$

$$S2 = a_1 \cdot \bar{x} + a_0 \cdot x;$$

$$R1 = a_1 \cdot \bar{x} + a_3 \cdot \bar{x} + a_1 \cdot x + a_3 \cdot x;$$

$$S1 = a_0 \cdot \bar{x} + a_2 \cdot x;$$

или

$$R2 = Q2 \cdot \bar{Q1} \cdot \bar{x} + Q2 \cdot Q1 \cdot \bar{x} + Q2 \cdot \bar{Q1} \cdot x;$$

$$S2 = \bar{Q2} \cdot Q1 \cdot \bar{x} + \bar{Q2} \cdot \bar{Q1} \cdot x;$$

$$R1 = \bar{Q2} \cdot Q1 \cdot \bar{x} + Q2 \cdot Q1 \cdot \bar{x} + \bar{Q2} \cdot Q1 \cdot x + Q2 \cdot Q1 \cdot x;$$

$$S1 = \bar{Q2} \cdot \bar{Q1} \cdot \bar{x} + Q2 \cdot \bar{Q1} \cdot x.$$

После минимизации с помощью карт Карно получены следующие соотношения:

Функция R2	Функция S2	Функция R1	Функция S1																																																																				
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Q2</td> <td>$\bar{Q2}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>1</td> <td></td> <td>$\bar{Q1}$</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>*</td> <td>Q1</td> </tr> <tr> <td>\bar{X}</td> <td>1</td> <td>*</td> <td>$\bar{Q1}$</td> </tr> </table>		Q2	$\bar{Q2}$		X	1		$\bar{Q1}$			*	Q1	\bar{X}	1	*	$\bar{Q1}$	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Q2</td> <td>$\bar{Q2}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>X</td> <td></td> <td>1</td> <td>$\bar{Q1}$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>*</td> <td></td> <td>Q1</td> </tr> <tr> <td>\bar{X}</td> <td></td> <td>1</td> <td>$\bar{Q1}$</td> </tr> </table>		Q2	$\bar{Q2}$		X		1	$\bar{Q1}$		*		Q1	\bar{X}		1	$\bar{Q1}$	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Q2</td> <td>$\bar{Q2}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>X</td> <td></td> <td>*</td> <td>$\bar{Q1}$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>Q1</td> </tr> <tr> <td>\bar{X}</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>Q1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>*</td> <td></td> <td>$\bar{Q1}$</td> </tr> </table>		Q2	$\bar{Q2}$		X		*	$\bar{Q1}$		1	1	Q1	\bar{X}	1	1	Q1		*		$\bar{Q1}$	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Q2</td> <td>$\bar{Q2}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>1</td> <td></td> <td>$\bar{Q1}$</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Q1</td> </tr> <tr> <td>\bar{X}</td> <td></td> <td>1</td> <td>$\bar{Q1}$</td> </tr> </table>		Q2	$\bar{Q2}$		X	1		$\bar{Q1}$				Q1	\bar{X}		1	$\bar{Q1}$
	Q2	$\bar{Q2}$																																																																					
X	1		$\bar{Q1}$																																																																				
		*	Q1																																																																				
\bar{X}	1	*	$\bar{Q1}$																																																																				
	Q2	$\bar{Q2}$																																																																					
X		1	$\bar{Q1}$																																																																				
	*		Q1																																																																				
\bar{X}		1	$\bar{Q1}$																																																																				
	Q2	$\bar{Q2}$																																																																					
X		*	$\bar{Q1}$																																																																				
	1	1	Q1																																																																				
\bar{X}	1	1	Q1																																																																				
	*		$\bar{Q1}$																																																																				
	Q2	$\bar{Q2}$																																																																					
X	1		$\bar{Q1}$																																																																				
			Q1																																																																				
\bar{X}		1	$\bar{Q1}$																																																																				

$$R2 = Q2 \cdot \bar{Q1} + Q2 \cdot \bar{x};$$

$$S2 = \bar{Q2} \cdot Q1 \cdot \bar{x} + \bar{Q2} \cdot \bar{Q1} \cdot x;$$

$$R1 = Q1;$$

$$S1 = Q2 \cdot \bar{Q1} \cdot x + \bar{Q2} \cdot \bar{Q1} \cdot \bar{x}.$$

В приведенных функциях имеются одинаковые множители $\bar{Q2} \cdot \bar{Q1}$ и $Q2 \cdot \bar{Q1}$, которые можно реализовать однократно.

Функциональная схема счетчика

Схема двоичного реверсивного счётчика с модулем счёта $M=3$, построенная по полученным соотношениям с помощью программы ModLogic, приведена на рис.6. Для исключения возможных «гонок» («состязаний») в ней использованы двухтактные (двухступенчатые) JK – триггеры, включенные в режиме RS – триггеров. Изначально с помощью отдельного переключателя оба триггера приводятся в нулевое состояние.

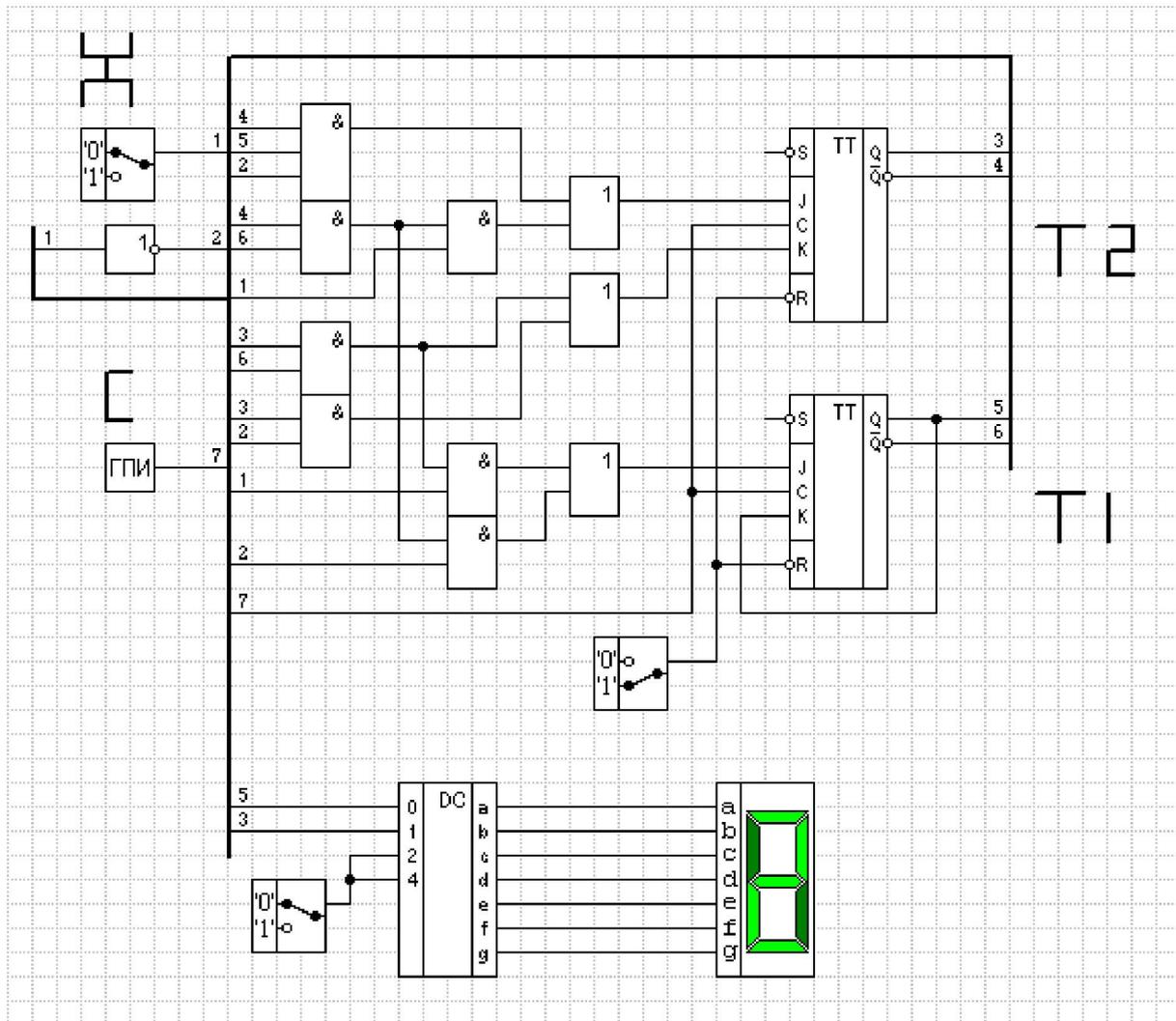


Рис.6. Функциональная схема счётчика

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

Тема: Система команд процессоров x86.

Цель: Приобретение навыков разработки программ с использованием команд процессора x86.

Задание: Пользуясь ассемблерными вставками в Pascal написать программу вычисления выражения. Варианты заданий приведены в таблице 11.

Таблица 11.

Вариант	Выражение	Вариант	Выражение
1	$\frac{2a^2b + 5ab^3}{2a^2 + 1}$	14	$\frac{2a^2b + 5ab^3}{2b^2 + 1}$
2	$\frac{3a^4b + 4ab^3}{3a^2 + 1}$	15	$\frac{3a^4b + 4ab^3}{3b^2 + 1}$
3	$\frac{4a^2b + 3ab^5}{4a^2 + 1}$	16	$\frac{4a^2b + 3ab^5}{4b^2 + 1}$
4	$\frac{5a^4b + 2ab^5}{5a^2 + 1}$	17	$\frac{5a^4b + 2ab^5}{5b^2 + 1}$
5	$\frac{2b^2a + 5ba^3}{2a^2 + 1}$	18	$\frac{2b^2a + 5ba^3}{2b^2 + 1}$
6	$\frac{3b^4a + 4ba^3}{3a^2 + 1}$	19	$\frac{3b^4a + 4ba^3}{3b^2 + 1}$
7	$\frac{4b^2a + 3ba^5}{4a^2 + 1}$	20	$\frac{4b^2a + 3ba^5}{4b^2 + 1}$
8	$\frac{5b^4a + 2ba^5}{5a^2 + 1}$	21	$\frac{5b^4a + 2ba^5}{5b^2 + 1}$
9	$\frac{2a^2b + 5ab^3}{2a^4 + 1}$	22	$\frac{2a^2b + 5ab^3}{2b^4 + 1}$
10	$\frac{3a^4b + 4ab^3}{3a^4 + 1}$	23	$\frac{3a^4b + 4ab^3}{3b^4 + 1}$
11	$\frac{4a^2b + 3ab^5}{4a^4 + 1}$	24	$\frac{4a^2b + 3ab^5}{4b^4 + 1}$
12	$\frac{5a^4b + 2ab^5}{5a^4 + 1}$	25	$\frac{5a^4b + 2ab^5}{5b^4 + 1}$
13	$\frac{3a^2b + 5ab^3}{2a^4 + 1}$		

Содержание отчета

- ~ Тема работы
- ~ Условие задания
- ~ Укрупненное словесное описание алгоритма
- ~ Текст программы с подробными комментариями
- ~ Результаты работы программы.

Пример выполнения:

Система команд процессоров x86

Задание:

Пользуясь ассемблерными вставками в Pascal написать программу вычисления выражения

$$y = \frac{2a^4b + 5b^3}{a^2 + 1}$$

Укрупненное описание алгоритма:

1. Ввод исходных данных (чисел А и В)
2. Вычисление первого слагаемого числителя $2a^4b$
3. Вычисление второго слагаемого числителя $5b^3$
4. Вычисление числителя
5. Вычисление знаменателя
6. Вычисление результата Y
7. Вывод значения выражения $\frac{2a^4b + 5b^3}{a^2 + 1}$ и числа из Y.

Текст программы:

```

Program Prim;
var A, B, Y : integer; {переменные для исходных данных и
                        результата}
begin
  write('A, B?:'); read(A, B);    {вводим исходные данные}

```

asm *{начало ассемблерной вставки}*

{вычисляем первое слагаемое числителя}

```

mov    ax, A      {помещаем в регистр ax число из A}
imul   ax         {возводим его в квадрат}
push   ax         {запоминаем квадрат A в стеке}
imul   ax         {получаем четвертую степень A}
imul   B          {четвертую степень A умножаем на B}
mov    bx, 2      {и еще на 2}
imul   bx
mov    si, ax     {полученное значение числителя сохраняем
                  в si}

```

{вычисляем второе слагаемое числителя}

```

mov    ax, 5      {помещаем в регистр ax число 5}
imul   B          {трижды умножаем его на B}
imul   B
imul   B

```

{вычисляем числитель}

```

add    ax, si     {к второму слагаемому добавляем первое}

```

{вычисляем знаменатель}

```

pop    bx         {квадрат A извлекаем из стека}
inc    bx         {увеличиваем его на 1}

```

{вычисляем результат}

```

cwd    {преобразуем 16 – разрядное значение
        числителя в 32 - разрядное}
idiv   bx        {делим значение числителя на значение
                 знаменателя}
mov    Y, ax     {частное помещаем в переменную Y}
end;    {конец ассемблерной вставки}

```

{выводим результаты по выражению и ассемблерной вставке}

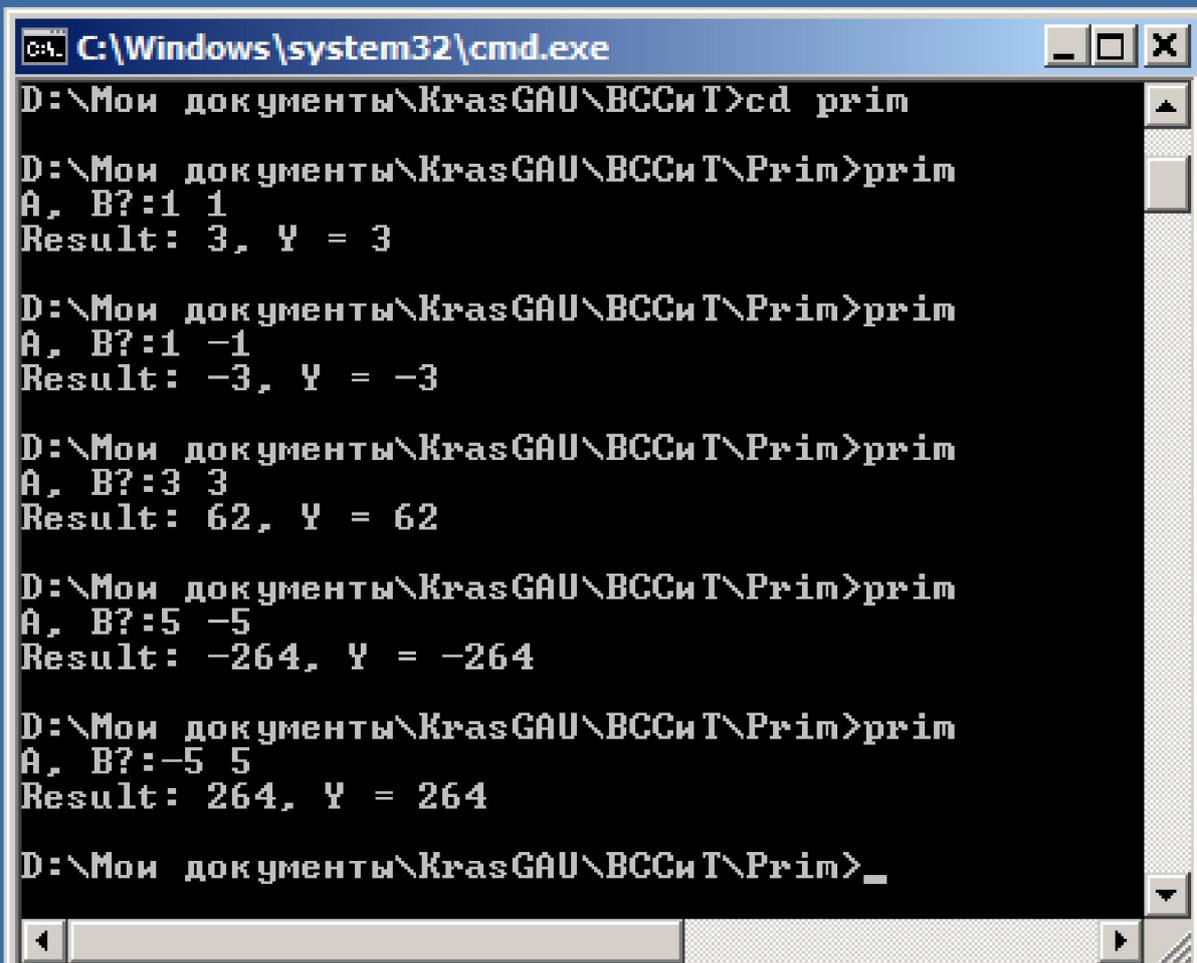
```

writeln('Result: ', (2*sqr(sqr(A))*B+5*sqr(B)*B)
        div (sqr(A)+1), ', Y = ', Y)

```

end.

Результаты работы программы («скриншот»)



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
D:\Мои документы\КрасГАУ\ВССиТ>cd prim
D:\Мои документы\КрасГАУ\ВССиТ\Prim>prim
A, B?:1 1
Result: 3, Y = 3
D:\Мои документы\КрасГАУ\ВССиТ\Prim>prim
A, B?:1 -1
Result: -3, Y = -3
D:\Мои документы\КрасГАУ\ВССиТ\Prim>prim
A, B?:3 3
Result: 62, Y = 62
D:\Мои документы\КрасГАУ\ВССиТ\Prim>prim
A, B?:5 -5
Result: -264, Y = -264
D:\Мои документы\КрасГАУ\ВССиТ\Prim>prim
A, B?:-5 5
Result: 264, Y = 264
D:\Мои документы\КрасГАУ\ВССиТ\Prim>_
```

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

Тема: Организация условных переходов в процессорах x86.

Цель: Приобретение навыков организации разветвлений в программах с использованием команд процессора x86.

Задание: Пользуясь ассемблерными вставками в Pascal написать программу вычисления выражения. Варианты заданий приведены в таблице 12.

Таблица 12.

Вариант	Выражение	Вариант	Выражение
1	$\frac{ 3ab - b^3 }{a+3} + \frac{ab-2}{b}$	14	$\frac{ 3ab - b^3 }{a+3} + \frac{ab-2}{b}$
2	$\frac{ 2ab - b^2 }{a-3} + \frac{ab+2}{b}$	15	$\frac{ 2ab - b^2 }{a-3} + \frac{ab+2}{b}$
3	$\frac{ 5a - b^3 }{a} + \frac{ab-2}{b-3}$	16	$\frac{ 5a - b^3 }{a} + \frac{ab-2}{b-3}$
4	$\frac{ 3ab + b^3 }{a-3} + \frac{ab+2}{b+1}$	17	$\frac{ 3ab + b^3 }{a-3} + \frac{ab+2}{b+1}$
5	$\frac{ ab - 3b^3 }{3a+4} + \frac{ab-2}{b}$	18	$\frac{ ab - 3b^3 }{3a+4} + \frac{ab-2}{b}$
6	$\frac{ ab - b^3 }{a+3} + \frac{3ab-2}{b}$	19	$\frac{ ab - b^3 }{a+3} + \frac{3ab-2}{b}$
7	$\frac{ ab + 2b^3 }{a-3} + \frac{ab-2}{b}$	20	$\frac{ ab + 2b^3 }{a-3} + \frac{ab-2}{b}$
8	$\frac{ 3ab - b^3 }{a+b} + \frac{ab-2}{b-a}$	21	$\frac{ 3ab - b^3 }{a+3} + \frac{ab-2}{b}$
9	$\frac{3ab - b^3}{a+3} + \frac{ ab-2 }{b}$	22	$\frac{ 3ab - b^3 }{a+3} + \frac{ab-2}{b}$
10	$\frac{ 3ab + b^3 }{a-b} + \frac{ab+2}{b-a}$	23	$\frac{ 3ab + b^3 }{a-b} + \frac{ab+2}{b-a}$
11	$\frac{ 3ab + b^2 }{a-b} + \frac{ab-2}{b+a}$	24	$\frac{ 3ab + b^2 }{a-b} + \frac{ab-2}{b+a}$
12	$\frac{3ab - b^3}{a+b} + \frac{ ab-2 }{b-a}$	25	$\frac{ 3ab - b^3 }{a+b} + \frac{ ab-2 }{b-a}$
13	$\frac{ 3ab + b^3 }{a+b} + \frac{ ab-2 }{b-a}$		

Содержание отчета

- ~ Тема работы
- ~ Условие задания
- ~ Укрупненное словесное описание алгоритма
- ~ Текст программы с подробными комментариями
- ~ Результаты работы программы.

Пример выполнения:

Организация условных переходов в процессорах x86

Задание:

Пользуясь ассемблерными вставками в Pascal написать программу вычисления выражения

$$C = \frac{3a + b^4}{a + b} + \frac{|a - 2|}{b - a}$$

Укрупненное описание алгоритма:

1. Ввод исходных данных и размещение их в переменных А и В
2. Вычисление первого знаменателя А+В и проверка: если он равен 0 – вывод сообщения об ошибке и завершение работы
3. Вычисление второго знаменателя В-А и проверка его на равенство 0; если он равен 0 – вывод сообщения об ошибке и завершение работы
4. Вычисление второго числителя $|A-2|$ и деление его на второй знаменатель В-А (получение значения второй дроби $\frac{|a-2|}{b-a}$)
5. Вычисление первого числителя $3A+B^4$ и деление его на первый знаменатель А+В (получение значения первой дроби $\frac{3a+b^4}{a+b}$)

6. Сложение значений первой и второй дробей (получение окончательного результата $\frac{3a+b^4}{a+b} + \frac{|a-2|}{b-a}$) и размещение его в переменной С
7. Вывод значения выражения $\frac{3a+b^4}{a+b} + \frac{|a-2|}{b-a}$ и числа из С.

Текст программы:

```

Program Prim;
label m, m1, m2, ex;
var A, B, C : integer; {переменные для исходных данных и
                        результата}

begin
  write(A, B?:'); read(A, B); {вводим исходные
                              данные}
  asm                       {начало ассемблерной вставки}

  {вычисляем первый знаменатель и проверяем его}
    mov si, A               {получаем сумму A+B в регистре si}
    add si, B
    jne m                   {если она не равна 0 уходим на метку m}
end;                       {конец ассемблерной вставки}
writeln('A+B=0');          {иначе выводим сообщение A+B=0}
asm                         {начало ассемблерной вставки}
  jmp ex                   {завершаем выполнение программы}

  {вычисляем второй знаменатель и проверяем его}
m:  mov di, B               {получаем разность B-A в регистре di}
    sub di, A
    jnz m1                  {если она не равна 0 уходим на метку m1}
end;                       {конец ассемблерной вставки}
writeln('B-A=0');          {иначе выводим сообщение B-A=0}
asm                         {начало ассемблерной вставки}
  jmp ex                   {завершаем выполнение программы}

  {вычисляем второй числитель}

```

```

m1: mov ax, A      {получаем разность A-2 в регистре ax}
    sub ax, 2
    {получаем абсолютную величину этой разности}
    jge m2        {если она больше или равна 0 уходим на
                  метку m2}
    neg ax        {иначе меняем ее знак на
                  противоположный}

{получаем значение второй дроби}
m2:  cwd          {преобразуем числитель в 32 – разрядное
                  число}
    idiv di       {делим на знаменатель}
    mov bp, ax   {частное пересылаем в регистр bp
                  (освобождаем регистр ax) }

{вычисляем первый числитель}
    {в регистре ax получаем четвертую степень B}
    mov ax, B     {помещаем B в ax}
    imul ax      {возводим в квадрат}
    imul ax      {полученный квадрат B еще раз возводим в
                  квадрат}
    {к полученной четвертой степени B добавляем 3A}
    add ax, A
    add ax, A
    add ax, A

{получаем значение первой дроби}
    cwd          {преобразуем числитель в 32 – разрядное
                  число}
    idiv si      {делим на знаменатель}

{получаем окончательный результат}
    add ax, bp   {складываем значения первой и второй
                  дробей}
    mov C, ax    {помещаем полученную сумму в
                  переменную C}
end;            {конец ассемблерной вставки}

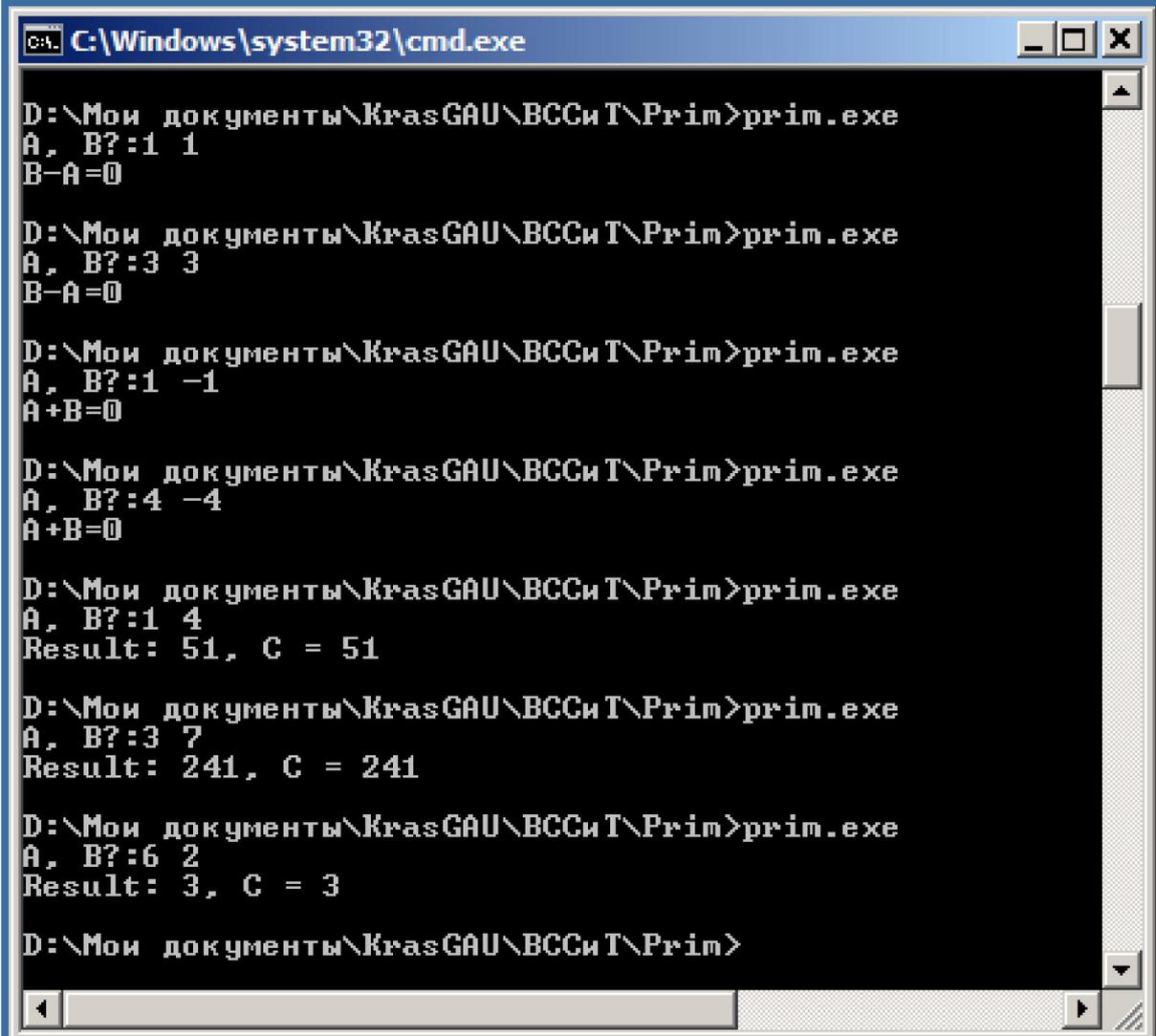
```

{выводим результаты по выражению и ассемблерной вставке}
writeln('Result: ', (3*A+sqr(sqr(B))) div (A+B)+abs(A-2) div (B-A),
', C = ', C)

ex:

end.

Результаты работы программы («скриншот»)



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
D:\Мои документы\KrasGAU\BCCиТ\Prim>prim.exe
A, B?:1 1
B-A=0

D:\Мои документы\KrasGAU\BCCиТ\Prim>prim.exe
A, B?:3 3
B-A=0

D:\Мои документы\KrasGAU\BCCиТ\Prim>prim.exe
A, B?:1 -1
A+B=0

D:\Мои документы\KrasGAU\BCCиТ\Prim>prim.exe
A, B?:4 -4
A+B=0

D:\Мои документы\KrasGAU\BCCиТ\Prim>prim.exe
A, B?:1 4
Result: 51, C = 51

D:\Мои документы\KrasGAU\BCCиТ\Prim>prim.exe
A, B?:3 7
Result: 241, C = 241

D:\Мои документы\KrasGAU\BCCиТ\Prim>prim.exe
A, B?:6 2
Result: 3, C = 3

D:\Мои документы\KrasGAU\BCCиТ\Prim>
```

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

Тема: Организация циклов в процессорах *x86*.

Цель: Приобретение навыков организации циклов в программах с использованием команд процессора *x86*.

Задание: Пользуясь ассемблерными вставками в Pascal написать программу обработки целочисленного массива

Варианты заданий:

1. Написать программу расчета среднего арифметического (СА) значения положительных элементов в одномерном массиве, имеющих четные индексы.
2. Написать программу вычисления суммы отрицательных, произведения положительных и количества нулевых значений в одномерном массиве.
3. Написать программу расчета суммы положительных элементов одномерного массива, имеющих нечетные индексы.
4. Упорядочить элементы одномерного массива по неубыванию.
5. Написать программу расчета СА отрицательных элементов в одномерном массиве. Заменить минимальный элемент в одномерном массиве на СА.
6. Упорядочить элементы одномерного массива по невозрастанию.
7. В одномерном массиве поменять местами максимальный и минимальный элементы.
8. Написать программу расчета произведения положительных элементов в одномерном массиве.
9. Произвести попарные перестановки элементов одномерного массива: первый элемент поменять местами с последним, второй элемент – с предпоследним и т.д.
10. Отыскать последний положительный элемент в одномерном массиве и заменить его на СА элементов массива.
11. Написать программу расчета произведения отрицательных элементов в одномерном массиве.
12. Из одномерного массива $[A_i]$ сформировать одномерный массив $[B_i]$, записав в него сначала элементы массива A ,

имеющие четные индексы, потом – элементы с нечетными индексами.

13. Отыскать последний отрицательный элемент в одномерном массиве и заменить его на произведение элементов массива.
14. Заменить в одномерном массиве нулевые элементы на значение минимального элемента.
15. Заменить в одномерном массиве четные элементы на значение минимального элемента
16. Сформировать массив $[X_i]$, элементы которого равны полусумме двух соседних элементов одномерного массива $[Y_i]$.
17. Сформировать массив $[A_i]$ из элементов одномерного массива $[B_i]$ по закону $A_i = (B_i + B_{N-i+1})/4, i = \overline{1, N}$
18. Сформировать массив $[A_i]$ из элементов одномерного массива $[B_i]$ $j = \overline{1, N}$ по закону $A_i = B_i + B_{N/2+i}; i = \overline{1, \frac{N}{2}}$
19. Заменить в одномерном массиве нечетные элементы на значение максимального элемента
20. Из одномерного массива $[B_i]$ сформировать массив $[X_i]$ по следующему закону: $X_i = \begin{cases} 1 & B_i > Y, \\ 0 & B_i = Y, \\ -1 & B_i < Y, \end{cases}$

где y – некоторая константа.

21. В одномерном массиве переставить местами соседние элементы с четными и нечетными индексами.
22. В одномерном массиве вычислить сумму четных элементов.
23. В одномерном массиве подсчитать количество нечетных элементов.
24. Сформировать массив $[B_i]$, содержащий последовательность чисел Фибоначчи:
 $B_i = B_{i-1} + B_{i-2}; i = \overline{3, N}; B_1 = X_1, B_2 = X_2$, где X_1, X_2 - некоторые числа.
25. Вычислить сумму правых разностей элементов одномерного массива $[B_i]$

$$S = \sum_{i=1}^{N-1} (B_i - B_{i+1})$$

Содержание отчета

- ~ Тема работы
- ~ Условие задания
- ~ Текст программы с подробными комментариями.
- ~ Результаты работы программы.

Пример выполнения:

Организация циклов в процессорах x86

Задание: Пользуясь ассемблерными вставками в Pascal написать программу вычисления произведения левых разностей элементов одномерного массива $S = \prod_{i=1}^{N-1} (A_{i+1} - A_i)$, замены четных элементов массива на полученное произведение и подсчета произведенных замен.

Текст программы:

```

Program PRIM;
label m, m1, m2, m3, m4;
var A : array [1..100] of integer; {обрабатываемый массив}
    N, T : integer;               {размер массива и вспомогательная
                                переменная}
begin
  write('N?:'); read(N); {вводим размер
                          массива}
  writeln('Array?:');   {выводим приглашение к вводу массива}
  asm

  {цикл ввода массива}
    mov cx, N           {кладем в cx количество повторений цикла}
    lea si, A           {заносим в si смещение до начала массива}
m:   push cx            {сохраняем в стеке значения cx и si на время
                          выполнения процедуры read}

    push si

```

```

end;
read(T); {вызываем процедуру ввода числа в переменную T}
asm
    pop si      {восстанавливаем из стека значения si и cx}
    pop cx
    mov ax, T   {введенное число из T через ax помещаем в
                элемент массива, адресуемый si }

    mov [si], ax
    add si, 2   {формируем в si смещение до следующего
                элемента массива}

    loop m      {уменьшаем счетчик повторений цикла и,
                если он не равен 0, уходим на метку m}

{цикл подсчета произведения левых разностей элементов
массива}
    mov cx, N   {формируем в cx количество повторений
                цикла}

    dec cx
    lea si, A+2 {вносим в si смещение до второго элемента
                массива}

    mov ax, 1   {вносим в ax начальное значение
                произведения}
m1: mov bx, [si] {вносим в bx значение очередного
                элемента массива}

    sub bx, -2[si] {вычитаем из него значение предыдущего
                элемента}

    imul bx     {умножаем накопленное произведение на
                полученную левую разность}

    add si, 2   {формируем в si смещение до следующего
                элемента массива}

    loop m1     {уменьшаем счетчик повторений цикла и,
                если он не равен 0, уходим на метку m1}

{выводим полученное произведение левых разностей}
    mov T, ax   {вносим произведение в переменную T}
end;
writeln('Production: ', T); {выводим число
                             из переменной T}

```

```

asm
    mov ax, T      {восстанавливаем произведение в ax}

{цикл замены четных элементов массива на произведение}
    xor bx, bx     {обнуляем счетчик произведенных замен}
    mov cx, N      {кладем в cx количество повторений цикла}
    lea si, A      {заносим в si смещение до начала массива}
m3: test word ptr [si], 1 {проверяем элемент массива на
                        четность}

    jnz m2        {если он нечетный - уходим на метку m2}
    mov [si], ax  {иначе - заменяем на произведение}
    inc bx        {увеличиваем счетчик замен}
m2: add si, 2     {формируем в si смещение до следующего
                элемента массива}

    loop m3       {уменьшаем счетчик повторений цикла и,
                если он не равен 0, уходим на метку m3}

{выводим количество замен и получившийся массив}
    mov T, bx     {помещаем значение счетчика замен в
                переменную T}

end;
writeln('Replaces quantity: ', T);    {выводим число из
                                        переменной T}

writeln('Result array:');
asm
    {цикл вывода массива}
    mov cx, N     {кладем в cx количество повторений цикла}
    lea si, A     {заносим в si смещение до начала массива}
m4: mov ax, [si]  {помещаем значение очередного элемента
                массива в переменную T}

    mov T, ax
    push si       {сохраняем в стеке значения si и cx на время
                выполнения процедуры write}

    push cx
end;
write(T:6);      {выводим число из переменной T}
asm
    pop cx       {восстанавливаем из стека значения cx и si}

```

```

pop si
add si, 2      {формируем в si смещение до следующего
               элемента массива}
loop m4       {уменьшаем счетчик повторений цикла и,
               если он не равен 0, уходим на метку m4}
end;
writeln
end.

```

Результаты работы программы («скриншот»)

The screenshot shows the Turbo Pascal 7.0 IDE with the following output:

```

Turbo Pascal Version 7.0 Copyright (c) 1983,92 Borland International
N?:5
Array?:
1 2 3 4 5
Production: 1
Replaces quantity: 2
Result array:
  1   1   3   1   5
N?:6
Array?:
1 3 5 7 9 0
Production: -144
Replaces quantity: 1
Result array:
  1   3   5   7   9  -144
N?:4
Array?:
-1 -2 -3 -4
Production: -1
Replaces quantity: 2
Result array:
 -1  -1  -3  -1

```

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

Тема: Программирование на ассемблере x86.

Цель: Приобретение навыков разработки программ на ассемблере процессоров x86.

Задание: На ассемблере процессоров x86 написать две программы:

- 1) программу вычисления значения выражения
- 2) программу обработки целочисленного одномерного массива.

Варианты заданий приведены в табл. 13 и табл. 14 соответственно.

Таблица 13

Вариант	Выражение	Вариант	Выражение
1	$\left \frac{5a - b^3}{a} \right + \left \frac{ab - 2}{b - 3} \right $	14	$\left \frac{5a - b^3}{a} \right + \frac{ab - 2}{b - 3}$
2	$\left \frac{3ab + b^3}{a - 3} \right + \left \frac{ab + 2}{b + 1} \right $	15	$\left \frac{3ab + b^3}{a - 3} \right + \frac{ab + 2}{b + 1}$
3	$\left \frac{3ab - b^3}{a + 3} \right + \left \frac{ab - 2}{b} \right $	16	$\left \frac{3ab - b^3}{a + 3} \right + \frac{ab - 2}{b}$
4	$\left \frac{2ab - b^2}{a - 3} \right + \left \frac{ab + 2}{b} \right $	17	$\left \frac{2ab - b^2}{a - 3} \right + \frac{ab + 2}{b}$
5	$\left \frac{3ab + b^3}{a - b} \right + \left \frac{ab + 2}{b - a} \right $	18	$\left \frac{3ab + b^3}{a - b} \right + \frac{ab + 2}{b - a}$
6	$\left \frac{ab - 3b^3}{3a + 4} \right + \left \frac{ab - 2}{b} \right $	19	$\left \frac{ab - 3b^3}{3a + 4} \right + \frac{ab - 2}{b}$
7	$\left \frac{ab - b^3}{a + 3} \right + \left \frac{3ab - 2}{b} \right $	20	$\left \frac{ab - b^3}{a + 3} \right + \frac{3ab - 2}{b}$
8	$\left \frac{ab + 2b^3}{a - 3} \right + \left \frac{ab - 2}{b} \right $	21	$\left \frac{ab + 2b^3}{a - 3} \right + \frac{ab - 2}{b}$
9	$\left \frac{3ab + b^2}{a - b} \right + \left \frac{ab - 2}{b + a} \right $	22	$\left \frac{3ab + b^2}{a - b} \right + \frac{ab - 2}{b + a}$
10	$\left \frac{3ab - b^3}{a + b} \right + \left \frac{ab - 2}{b - a} \right $	23	$\frac{3ab - b^3}{a + b} + \left \frac{ab - 2}{b - a} \right $
11	$\left \frac{3ab - b^3}{a + 3} \right + \left \frac{ab - 2}{b} \right $	24	$\left \frac{3ab - b^3}{a + b} \right + \frac{ab - 2}{b - a}$
12	$\left \frac{3ab - b^3}{a + 3} \right + \left \frac{ab - 2}{b} \right $	25	$\frac{3ab - b^3}{a + 3} + \left \frac{ab - 2}{b} \right $

13	$\frac{ 3ab + b^3 }{a+b} + \frac{ ab - 2 }{b-a}$		
----	--	--	--

Таблица 14

Вариант	Задание
1	Упорядочить элементы одномерного массива по неубыванию.
2	В одномерном массиве поменять местами максимальный и минимальный элементы.
3	Написать программу расчета среднего арифметического (СА) значения положительных элементов в одномерном массиве, имеющих четные индексы.
4	Произвести попарные перестановки элементов одномерного массива: первый элемент поменять местами с последним, второй элемент – с предпоследним и т.д.
5	Отыскать последний положительный элемент в одномерном массиве и заменить его на СА элементов массива.
6	Написать программу вычисления суммы отрицательных, произведения положительных и количества нулевых значений в одномерном массиве.
7	Написать программу расчета произведения отрицательных элементов в одномерном массиве.
8	Из одномерного массива [A _i] сформировать одномерный массив [B _i], записав в него сначала элементы массива A, имеющие четные индексы, потом – элементы с нечетными индексами.
9	Написать программу расчета СА отрицательных элементов в одномерном массиве. Заменить минимальный элемент в одномерном массиве на СА.
10	Упорядочить элементы одномерного массива по невозрастанию.
11	Отыскать последний отрицательный элемент в одномерном массиве и заменить его на произведение элементов массива.

12	Написать программу расчета суммы положительных элементов одномерного массива, имеющих нечетные индексы.
13	Написать программу расчета произведения положительных элементов в одномерном массиве.
14	Сформировать массив $[A_i]$ из элементов одномерного массива $[B_i]$ по закону $A_i = (B_i + B_{N-i+1})/4$, $i = \overline{1, N}$
15	Сформировать массив $[B_i]$, содержащий последовательность чисел Фибоначчи: $B_i = B_{i-1} + B_{i-2}$; $i = \overline{3, N}$; $B_1 = X_1$, $B_2 = X_2$, где X_1, X_2 - некоторые числа.
16	Заменить в одномерном массиве нулевые элементы на значение минимального элемента.
17	Заменить в одномерном массиве четные элементы на значение минимального элемента
18	Сформировать массив $[X_i]$, элементы которого равны полусумме двух соседних элементов одномерного массива $[Y_i]$.
19	Вычислить сумму правых разностей элементов одномерного массива $[B_i]$ $S = \sum_{i=1}^{N-1} (B_i - B_{i+1})$
20	Сформировать массив $[A_i]$ из элементов одномерного массива $[B_j]$ $j = \overline{1, N}$ по закону $A_i = B_i + B_{N/2+i}$; $i = \overline{1, \frac{N}{2}}$
21	В одномерном массиве вычислить сумму четных элементов.
22	В одномерном массиве подсчитать количество нечетных элементов.
23	Заменить в одномерном массиве нечетные элементы на значение максимального элемента
24	Из одномерного массива $[B_i]$ сформировать массив $[X_i]$ по следующему закону: $X_i = \begin{cases} 1 & B_i > Y, \\ 0 & B_i = Y, \\ -1 & B_i < Y, \end{cases}$ где Y – некоторая константа.
25	В одномерном массиве переставить местами соседние элементы с четными и нечетными индексами.

Содержание отчета

- ~ Тема работы
- ~ Условие задания
- ~ Тексты программ с подробными комментариями.
- ~ Результаты работы программы.

Пример выполнения:

Программирование на ассемблере x86.

Задание: На ассемблере процессоров x86 написать две программы:

- 1) программу вычисления выражения

$$Y = \frac{3a + b^4}{a + b} + \frac{|a - 2|}{b - a}$$

- 2) программу вычисления произведения левых разностей элементов одномерного массива $S = \prod_{i=1}^{N-1} (A_{i+1} - A_i)$, замены четных элементов массива на полученное произведение и подсчета произведенных замен.

Текст программы 1:

```

title      Prim
assume    cs:C, ds:D, ss:S

```

;описываем сегмент стека

```

S          segment stack
           dw 128 dup (?)      ;резервируем 128 слов с
                               ;неопределенным содержимым
S          ends ;закончили описание сегмента стека

```

;определяем символы возврата каретки и перевода строки

```

cr = 0dh
lf = 0ah

```

;описываем сегмент данных

```

D          segment
;резервируем место под переменные
A          dw ?
B          dw ?

```

;размещаем тексты сообщений программы

```

MSG1      db 'Введите A и B:$'
MSG2      db 'A+B=0', cr, lf, '$'
MSG3      db 'B-A=0', cr, lf, '$'
MSG4      db 'Y=$'
CRLF      db cr,lf,'$'      ;последовательность символов для
                               ;перевода курсора в начало следующей
                               ;строки

```

;описываем данные процедуры ввода числа

```

string     db 255, 0, 255 dup (?)
errmsg     db 'Недопустимый символ, можно использовать'
           db 'только цифры, первый символ может быть'
           db 'знаком + или -', cr, lf, '$'
negflag    dw ?
D          ends ;закончили описание сегмента данных

```

;описываем макрокоманду вывода текстовой строки

```
PRINT    macro    STR
        push ax
        push dx
        mov ah, 9
        lea dx, STR
        int 21h
        pop dx
        pop ax
        endm
```

;описываем сегмент кодов команд

```
C        segment
```

;описываем процедуру ввода целого числа в регистр ax

```
IntegerIn proc
im:      push bx
        push dx
        push si
        mov ah, 0ah
        lea dx, string
        int 21h
        xor ax, ax
        lea si, string+2
        mov negflag, ax
        cmp byte ptr [si], '-'
        jne im2
        not negflag
        inc si
        jmp im1
im2:     cmp byte ptr [si], '+'
        jne im1
        inc si
im1:     cmp byte ptr [si], cr
        je iex1
        cmp byte ptr [si], '0'
        jb ierr
        cmp byte ptr [si], '9'
        ja ierr
```

```

        mov  bx, 10
        mul  bx
        sub  byte ptr [si], '0'
        add  al, [si]
        adc  ah, 0
        inc  si
        jmp  im1
ierr:   print errmsg
        jmp  im
iex1:   cmp  negflag, 0
        je   iex
        neg  ax
iex:    pop  si
        pop  dx
        pop  bx
        ret
IntegerIn  endp

```

; описываем процедуру вывода целого числа из регистра ax

```

IntegerOut  proc
        push ax
        push bx
        push cx
        push dx
        xor  cx, cx
        mov  bx, 10
        cmp  ax, 0
        jge  om
        neg  ax
        push ax
        mov  ah, 2
        mov  dl, '-'
        int  21h
        pop  ax
om:     inc  cx
        xor  dx, dx
        div  bx
        push dx

```

```

        or    ax, ax
        jnz  om
om1:    pop  dx
        add  dx, '0'
        mov  ah, 2
        int  21h
        loop om1
        pop  dx
        pop  cx
        pop  bx
        pop  ax
        ret
IntegerOut    endp

```

; основная программа

```

start:    ; точка входа в программу
          ; в ds заносим адрес сегмента данных
        mov  ax, D
        mov  ds, ax
        print MSG1    ; выводим приглашение к вводу
                   ; исходных данных
        call IntegerIn ; вызываем процедуру ввода числа
        mov  A, ax    ; помещаем его в переменную A
        print CRLF   ; переводим курсор в начало следующей
                   ; строки
        call IntegerIn ; вызываем процедуру ввода числа
        mov  B, ax    ; помещаем его в переменную B
        print CRLF   ; переводим курсор в начало следующей
                   ; строки

```

; вычисляем первый знаменатель и проверяем его

```

        mov  si, A    ; получаем сумму A+B в регистре si
        add  si, B
        jne  m        ; если она не равна 0 уходим на метку
                   ; m и продолжаем вычисления
        print MSG2    ; иначе выводим сообщение A+B=0
        jmp  ex       ; и завершаем выполнение программы

```

; вычисляем второй знаменатель и проверяем его

```

m:      mov  di, B      ;получаем разность B-A в регистре di
        sub  di, A
        jnz  m1        ;если она не равна 0 уходим на метку
                        ;m1 и продолжаем вычисления
        print MSG3    ;иначе выводим сообщение B-A=0
        jmp  ex        ;и завершаем выполнение программы

```

;вычисляем второй числитель

```

m1:     mov  ax, A      ;получаем разность A-2 в регистре ax
        sub  ax, 2
        ;получаем абсолютную величину этой разности
        jge  m2        ;если она больше или равна 0 уходим на
                        ;метку m2
        neg  ax        ;иначе меняем ее знак на
                        ;противоположный

```

;получаем значение второй дроби

```

m2:     cwd           ;преобразуем числитель в 32 –
                        ;разрядное число
        idiv di        ;делим на знаменатель
        mov  bp, ax    ;частное пересылаем в регистр bp
                        ;(освобождаем регистр ax)

```

;вычисляем первый числитель

;в регистре ax получаем четвертую степень B

```

        mov  ax, B      ;помещаем B в ax
        mul  ax          ;возводим в квадрат
        mul  ax          ;полученный квадрат B еще раз
                        ;возводим в квадрат

```

;к полученной четвертой степени B добавляем 3A

```

        add  ax, A
        add  ax, A
        add  ax, A

```

;получаем значение первой дроби

```

        cwd           ;преобразуем числитель в 32 –
                        ;разрядное число
        idiv si        ;делим на знаменатель

```

;получаем и выводим окончательный результат

```

add  ax, bp      ;складываем значения первой и второй
                        ;дробей
print MSG4      ;оформляем вывод результата
call IntegerOut ;вызываем процедуру вывода целого
                        ;числа из ax

```

;завершаем выполнение программы

```

ex:   mov  ah, 4ch
      int  21h
C     ends ;закончили описание сегмента кодов команд

      end  start ;закончили программу с указанием точки входа в
                        ;нее

```

Текст программы 2:

```

title    Prim
assume   cs:C, ds:D, ss:S

```

;описываем сегмент стека

```

S       segment  stack
      dw  128 dup (?)      ;резервируем 128 слов с
                        ;неопределенным содержимым
S       ends    ;закончили описание сегмента стека

```

;определяем символы возврата каретки и перевода строки

```

cr = 0dh
lf = 0ah

```

;описываем сегмент данных

```

D       segment
;резервируем место под переменные
N       dw  ?      ;размер массива
T       dw  ?      ;вспомогательная переменная
A       dw  100 dup (?) ; обрабатываемый массив

```

;размещаем тексты сообщений программы

```
CRLF      db  cr,lf,'$'      ;последовательность символов для
                                ;перевода курсора в начало следующей
                                ;строки
SPACE     db  ' $'          ;последовательность пробелов для
                                ;разделения чисел в строке
MSG1      db  'Размер массива?: $'
MSG2      db  'Массив?:', cr, lf, '$'
MSG3      db  'Произведение левых разностей: $'
MSG4      db  'Произведено замен: $'
MSG5      db  'Итоговый массив:', cr, lf, '$'
```

;описываем данные процедуры ввода числа

```
string    db  255, 0, 255 dup (?)
errmsg    db  'Недопустимый символ, можно использовать'
           db  'только цифры, первый символ может быть'
           db  'знаком + или -', cr, lf, '$'
negflag   dw  ?
D         ends ;закончили описание сегмента данных
```

;описываем макрокоманду вывода текстовой строки

```
PRINT     macro    STR
           push ax
           push dx
           mov ah, 9
           lea dx, STR
           int 21h
           pop dx
           pop ax
           endm
```

;описываем сегмент кодов команд

```
C         segment
```

;описываем процедуру ввода целого числа в регистр ax

```
IntegerIn proc
im:       push bx
           push dx
           push si
```

```

mov ah, 0ah
lea dx, string
int 21h
xor ax, ax
lea si, string+2
mov negflag, ax
cmp byte ptr [si], '-'
jne im2
not negflag
inc si
jmp im1
im2:  cmp byte ptr [si], '+'
jne im1
inc si
im1:  cmp byte ptr [si], cr
je iex1
cmp byte ptr [si], '0'
jb ierr
cmp byte ptr [si], '9'
ja ierr
mov bx, 10
mul bx
sub byte ptr [si], '0'
add al, [si]
adc ah, 0
inc si
jmp im1
ierr: print errmsg
jmp im
iex1: cmp negflag, 0
je iex
neg ax
iex:  pop si
pop dx
pop bx
ret
IntegerIn endp

```

;описываем процедуру вывода целого числа из регистра ax

```
IntegerOut    proc
                push ax
                push bx
                push cx
                push dx
                xor  cx, cx
                mov  bx, 10
                cmp  ax, 0
                jge  om
                neg  ax
                push ax
                mov  ah, 2
                mov  dl, '-'
                int  21h
om:            pop  ax
                inc  cx
                xor  dx, dx
                div  bx
                push dx
                or   ax, ax
                jnz  om
om1:          pop  dx
                add  dx, '0'
                mov  ah, 2
                int  21h
                loop om1
                pop  dx
                pop  cx
                pop  bx
                pop  ax
                ret
IntegerOut    endp
```



```

mov ax, 1      ;вносим в ax начальное значение
                ;произведения
m1: mov bx, [si] ;вносим в bx значение очередного
                ;элемента массива
sub  bx, -2[si] ;вычитаем из него значение
                ;предыдущего элемента
imul bx        ;умножаем накопленное произведение
                ;на полученную левую разность
add  si, 2     ;формируем в si смещение до
                ;следующего элемента массива
loop m1        ;уменьшаем cx на 1 и, если он не равен
                ;0, уходим на метку m1

;выводим полученное произведение левых разностей
print MSG3     ;формируем вывод
call IntegerOut ;вызываем процедуру вывода целого
                ;числа из ax
print CRLF    ;переводим курсор в начало следующей
                ;строки

;цикл замены четных элементов массива на произведение
xor  bx, bx    ;обнуляем счетчик произведенных
                ;замен
mov  cx, N     ;кладем в cx количество повторений
                ;цикла
lea  si, A     ;вносим в si смещение до начала
                ;массива
m3: test word ptr [si], 1 ;проверяем элемент массива на
                ;четность
jnz  m2        ;если он нечетный - уходим на метку
                ;m2
mov  [si], ax  ;иначе - заменяем на произведение
inc  bx        ;увеличиваем счетчик замен
m2: add si, 2   ;формируем в si смещение до
                ;следующего элемента массива
loop m3        ;уменьшаем cx на 1 и, если он не равен
                ;0, уходим на метку m3

```

```

;выводим количество замен и получившийся массив
    mov ax, bx      ;помещаем счетчик замен в ax
    print MSG4     ;оформляем вывод
    call IntegerOut ;вызываем процедуру вывода целого
                   ;числа из ax
    print CRLF     ;переводим курсор в начало следующей
                   ;строки

;цикл вывода массива
    print MSG5     ;оформляем вывод
    mov cx, N      ;кладем в cx количество повторений
                   ;цикла
    lea si, A      ;вносим в si смещение до начала
                   ;массива
m4:   mov ax, [si]  ;помещаем значение очередного
                   ;элемента массива в ax
    call IntegerOut ;вызываем процедуру вывода целого
                   ;числа из ax
    print SPACE    ;выводим пробелы между числами
    add si, 2      ;формируем в si смещение до
                   ;следующего элемента массива
    loop m4        ;уменьшаем cx на 1 и, если он не равен
                   ;0, уходим на метку m4

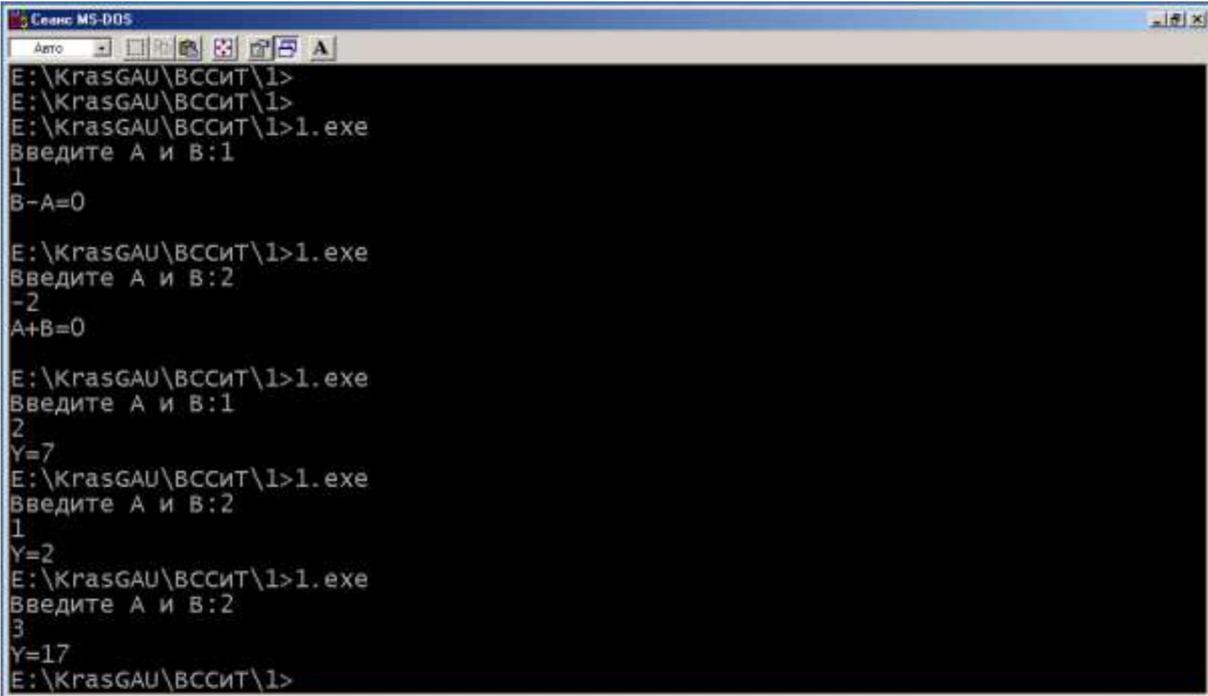
;завершаем выполнение программы
    mov ah, 4ch
    int 21h
C     ends ;закончили описание сегмента кодов команд

    end start     ;закончили программу с указанием точки входа в
                   ;нее

```

Результаты работы программ («скриншоты»)

Результаты работы программы вычисления выражения



```

Сеанс MS-DOS
Автом
E:\KrasGAU\VCCIT\1>
E:\KrasGAU\VCCIT\1>
E:\KrasGAU\VCCIT\1>1.exe
Введите A и B:1
1
B-A=0

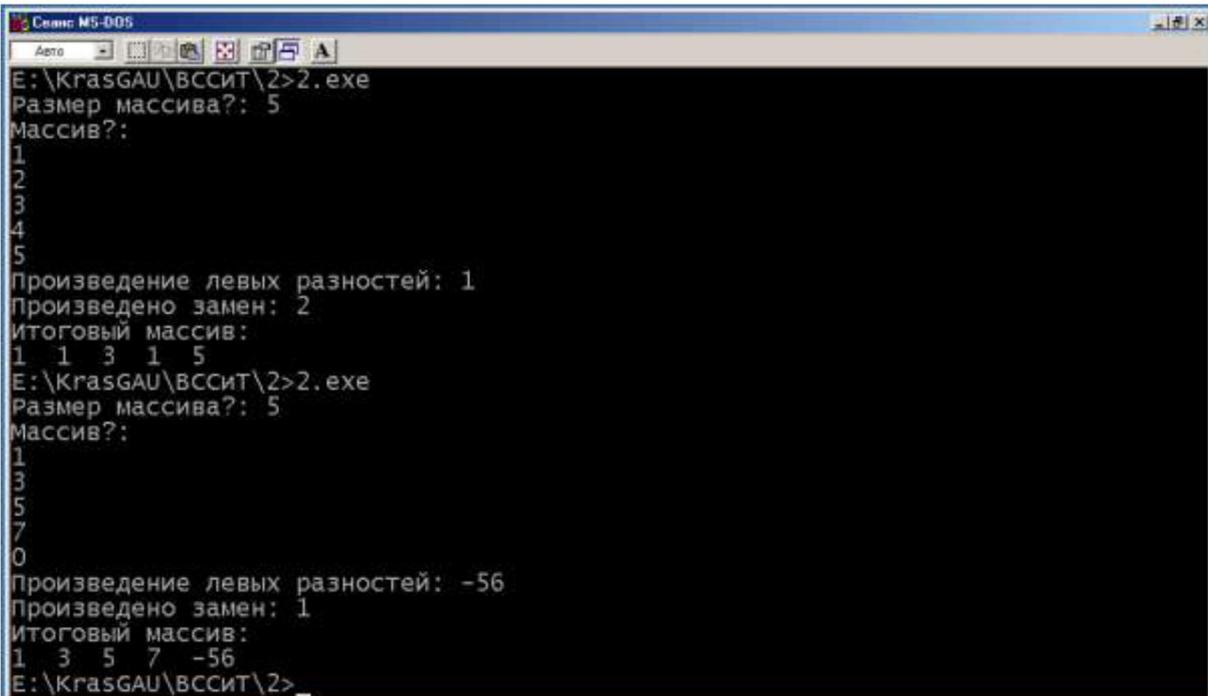
E:\KrasGAU\VCCIT\1>1.exe
Введите A и B:2
-2
A+B=0

E:\KrasGAU\VCCIT\1>1.exe
Введите A и B:1
2
Y=7

E:\KrasGAU\VCCIT\1>1.exe
Введите A и B:2
1
Y=2

E:\KrasGAU\VCCIT\1>1.exe
Введите A и B:2
3
Y=17
E:\KrasGAU\VCCIT\1>
  
```

Результаты работы программы обработки массива



```

Сеанс MS-DOS
Автом
E:\KrasGAU\VCCIT\2>2.exe
Размер массива?: 5
Массив?:
1
2
3
4
5
Произведение левых разностей: 1
Произведено замен: 2
Итоговый массив:
1 1 3 1 5
E:\KrasGAU\VCCIT\2>2.exe
Размер массива?: 5
Массив?:
1
3
5
7
0
Произведение левых разностей: -56
Произведено замен: 1
Итоговый массив:
1 3 5 7 -56
E:\KrasGAU\VCCIT\2>
  
```

ЛИТЕРАТУРА

1. Чекмарев Ю.В. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации учебное пособие. - ДМК Пресс, 2009
2. Пятибратов А.П. и др Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: учебник 2-е издание. - М.: Финансы и статистика, 2005
3. Бройдо В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации учебник. - СПб.:Питер, 2002 г.
4. Assembler: учебник/ В. Юров. - СПб.: Питер, 2001.
5. Assembler: практикум/ Юров В. – СПб: Питер, 2001.
6. Assembler: специальный справочник/ Юров В. – СПб: Питер, 2000.
7. http://btn.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/147/u_lectures_Assembler.pdf.