Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Вычислительные машины, системы и сети»

1. Теоретические положения

В двоичной системе счисления основание системы счисления q = 2. Таким образом, для записи цифр разрядов требуется набор всего лишь из двух символов – 0 и 1. Следовательно, в двоичной системе счисления число представляется последовательностью символов 0 и 1. При этом запись 11011,1012 соответствует в десятичной системе счисления следующему числу: $11011{,}1012 = (1\cdot 2^4 + 1\cdot 2^3 + 0\cdot 2^2 + 1\cdot 2^1 + 1\cdot 2^0 + 1\cdot 2^{-1} + 0\cdot 2^{-2} + 1\cdot 2^{-3})_{10} = 27{,}625_{10}$

В восьмеричной системе счисления основание системы счисления q = 8. Следовательно, для представления цифр разрядов должно использоваться восемь разных символов, в качестве которых выбраны 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Символы 8 и 9 здесь не используются и в записи чисел встречаться не должны. Например, записи $735{,}46_8$ в десятичной системе счисления соответствует следующее число:

$$735{,}46_8 = (7\cdot 8^2 + 3\cdot 8^1 + 5\cdot 8^0 + 4\cdot 8^{-1} + 6\cdot 8^{-2})_{10} = 477{,}59375_{10}$$

В шестнадцатеричной системе счисления основание системы счисления q = 16 и для записи цифр разрядов должен использоваться набор из 16 символов: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F. В этом наборе используются 10 арабских цифр и шесть начальных букв латинского алфавита. При этом символу A в десятичной системе счисления соответствует 10, B – 11, C – 12, D – 13, E – 14, F – 15. Запись $AB9{,}C2F_{16}$ соответствует следующему числу в десятичной системе счисления:

$$AB9{,}C2F_{16} = (10\cdot 16^2 + 11\cdot 16^1 + 9\cdot 16^0 + 12\cdot 16^{-1} + 2\cdot 16^{-2} + 15\cdot 16^{-3})_{10} = 2745{,}7614745\ldots_{10}$$

Перевод целых чисел

Целое число с основанием q переводится в систему счисления с основанием p путем последовательного деления числа A на основание p, записанного в виде числа с основанием q, до получения остатка. Полученное частное необходимо снова делить на основание p. Процесс повторяется до тех пор, пока частное не станет меньше делителя. Полученные остатки от деления и последнее частное записываются в порядке, обратном полученному при делении. Полученное число и будет являться числом с основанием p.

Пример. Представить число A_{10} = 37 в двоичной, восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления.

```
37 | 2
36 | 18 | 2
 0 | 18 | 9 | 2
      0 | 8 | 4 | 2
          1 | 4 | 2 | 2
              0 | 2 | 1
                  0 |
```

```
37 | 8
32 | 4
 5 |
```

```
37 | 16
32 | 2
 5 |
```

$A_{10} = 37$ $A_{10} = 37$ $A_{10} = 37$
$A_2 = 100101$ $A_8 = 45$ $A_{16} = 25$

Перевод дробных чисел

Дробное число с основанием q переводится в систему счисления с основание p путем последовательного умножения числа A на основание p, записанное в виде числа с основанием q. При каждом умножении целая часть произведения берется в виде очередной цифры соответствующего разряда, а оставшаяся дробная часть принимается за новое множимое. Число умножений определяет разрядность полученного результата, представляющего число A в системе счисления с основанием p.

Пример. Представить число $A_{10} = 0{,}625$ в двоичной, восьмеричной и шестнадцатеричной системе счисления.

$0{,}625 \times 2 = 1{,}25$ $0{,}625 \times 8 = 5$ $0{,}625 \times 16 = 10$
$0{,}250 \times 2 = 0{,}5$
$0{,}500 \times 2 = 1$
$A_2 = 0{,}101$ $A_8 = 0{,}5$ $A_{16} = 0{,}\mathrm{A}$

Представление числовой информации в компьютере

Для представления десятичных чисел в памяти ЭВМ используется зонный (распакованный) формат. Для записи одной цифры используется 1 байт. Каждый байт состоит из 4 битов зоны и 4 битов цифры. Для числовых данных в кодировке ДКОИ биты зоны составляют комбинацию 1111 (F_{16}), в кодировке КОИ-8 – код 0101 (5_{16}), в кодировке ASCII – код 0011 (3_{16}). Четыре бита второй группы называются битами цифры и представляют запись десятичной цифры в двоично-десятичном коде. Биты зоны повторяются в каждом байте. Общий вид зонного формата:

байт		байт		…	байт	
зона	цифра	зона	цифра	…	знак	цифра

Пример. Число 985 запишем в зонном формате:

1111 1001 1111 1000 1111 0101

Десятичные числа могут быть положительными или отрицательными. Биты младшей (крайней правой) зоны определяют знак числа. Для положительных чисел комбинация битов этой зоны имеет вид 1100_2 (C_{16}), для отрицательных – 1101_2 (D_{16}). Числа с комбинацией битов зоны 1111_2 (F_{16}) считаются положительными.

Процесс исключения битов зон и сжатия оставшихся битов цифр называется упаковкой. Для указания знака числа используется 4 правых двоичных разряда крайнего правого байта. Знак кодируется как в зонном формате.

байт		байт		…	байт	
цифра	цифра	цифра	цифра	…	цифра	знак

В случае если десятичное число содержит чётное число цифр, то старший полубайт заполняется нулями. Такая форма представления числа называется представлением в упакованном формате.

Пример. Число 1985 будет иметь следующий вид:

0000 0001 1001 1000 0101 1100

В памяти машины числа можно представить также с использованием двоичного кода. Различают две формы представления чисел – форма представления с фиксированной запятой (точкой) и форма представления с плавающей запятой (точкой).

Числа, записанные в двоичном коде, должны содержать фиксированное число бит. Двоичные числа могут быть выражены в виде данных длиной в полуслово, слово или двойное слово. Длина машинного слова зависит от разрядности регистров процессора и/или разрядности шины данных.

Полуслово	0	1	Целая часть числа	14	15
Слово	0	1	Целая часть числа	30	31
Двойное слово	0	1	Целая часть числа	62	63

Первый бит слева (бит старшего разряда) определяет знак числа: 0 – положительное, 1 – отрицательное.

Данные с фиксированной запятой имеют фиксированную длину. Запятая фиксируется после младшего разряда.

Приведём схему записи числа A_2 = -0,1001 в виде данных длиной в 1 байт в разрядной сетке машины с фиксированной запятой:

знак	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}	2^{-5}	2^{-6}	2^{-7}	2^{-8}
1	1	0	0	1	0	0	0	0

В форме представления с плавающей запятой каждое число изображается в виде двух групп цифр. Первая группа цифр называется мантиссой, вторая – порядком, причём абсолютная величина мантиссы должна быть меньше 1, а порядок – целым числом со знаком. В общем виде число в форме с плавающей запятой может быть представлено так:

$$N = \pm M \cdot P^{\pm r},$$

где M – мантисса числа ($|M| < 1$); r – порядок числа (целое число); P – основание системы счисления.

Для числа B_2 = 1110101,0101 мантисса M = 0,11101010101, порядок r_{10} = 7, т.е. r_2 = 111, P = 2. Представим число B_2 в формате с плавающей запятой:

$B_2 = 0{,}11101010101 \cdot 2^{111}$

Число B_2 представлено в разрядной сетке ЭВМ с плавающей запятой следующим образом:

знак порядка	порядок	знак мантиссы	мантисса
0	111	0	11101010101

Для числа C_2 = -0,01011 мантисса M = -0,1011, порядок r_{10} = -1, т.е. r_2 = -1, P = = 2. Представим число C_2 в формате с плавающей запятой:

$C_2 = -0{,}1011 \cdot 2^{-1}$

Число C_2 представлено в разрядной сетке ЭВМ с плавающей запятой следующим образом:

знак порядка	порядок	знак мантиссы	мантисса
1	1	1	1011

Машинные коды

Прямой код двоичного числа образуется из абсолютного значения этого числа и кода знака (0 или 1) перед старшим числовым разрядом.

Пример:

$A_{10} = +10$ $A_2 = +1010$ $[A_2]_п = 0\vdots 1010$

$B_{10} = -15$ $B_2 = -1111$ $[B_2]_п = 1\vdots 1111$

Обратный код положительных чисел совпадает с их прямым кодом. Обратный код отрицательного числа содержит единицу в знаковом разряде числа, а значащие разряды заменяются на инверсные.

Пример:

$A_{10} = +5$ $A_2 = +101$ $[A_2]_п = [A_2]_{ок} = 0\vdots 101$

$B_{10} = -13$ $B_2 = -1101$ $[B_2]_{ок} = 1\vdots 0010$

Дополнительный код положительных чисел совпадает с их прямым кодом. Дополнительный код отрицательного числа представляет собой результат суммирования обратного кода числа с единицей младшего разряда.

Операция вычитания приводится к операции сложения путем преобразования чисел в обратный или дополнительный код.

Сложение двоичных чисел осуществляется последовательно. При выполнении операции сложения цифр необходимо соблюдать следующие правила:

- Слагаемые должны иметь одинаковое число разрядов. Для выравнивания разрядной сетки слагаемых можно дописывать незначащие нули слева к целой части числа в прямом коде, и незначащие нули справа к дробной части числа в прямом коде.
- Внимание: перевод отрицательных чисел в обратный и дополнительный коды можно осуществлять только после выравнивания разрядной сетки слагаемых, когда они будут иметь одинаковое число разрядов. При переводе «дописанные» незначащие нули заменяются на единицы точно так же, как и значащие нули, которые были в исходном прямом коде числа.
- Знаковые разряды чисел участвуют в сложении так же, как и значащие.
- Необходимые преобразования кодов производятся с изменением знаков чисел. Приписанные незначащие нули изменяют свое значение при преобразованиях по общему правилу.
- При образовании единицы переноса из старшего знакового разряда, в случае использования ОК, эта единица складывается с младшим числовым разрядом. При использовании ДК единица переноса теряется. Знак результата формируется автоматически, результат представляется в том коде, в котором представлены исходные слагаемые.

Пример. Сложить числа A_2 = 111111 и B_{10} = -101101 в обратном и дополнительном кодах.

$[A_2]_п = 0\vdots 111111$ $[A_2]_{ок} = [A_2]_п = 0\vdots 111111$ $[A_2]_{дк} = [A_2]_п = 0\vdots 111111$

$[B_2]_п = 1\vdots 101101$ $[B_2]_{ок} = 1\vdots 010010$ $[B_2]_{дк} = 1\vdots 010011$

Обозначим стрелочками направление переноса единицы:

$$[A_2]_{ок} = 0:\overleftarrow{1}\,1\overleftarrow{1111}\overleftarrow{1} \qquad [A_2]_{дк} = 0:\overleftarrow{1}\,\overleftarrow{11111}\overleftarrow{1}$$

$[A_2]_{ок} = 0:111111$ $\qquad\qquad$ $[A_2]_{дк} = 0:111111$

$[B_2]_{ок} = 1:010010$ $\qquad\qquad$ $[B_2]_{дк} = 1:010011$

$\quad 0:010001$ $\qquad\qquad$ $[C_2]_{дк} = 0:010010$

$+ \qquad\quad 1$ $\qquad\qquad$ $[C_2]_{п} = [C_2]_{дк} = 0:010010$

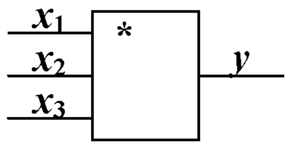
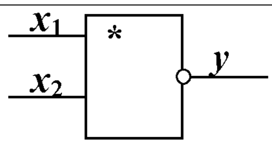
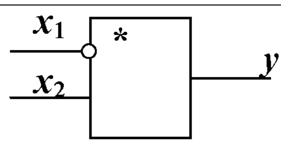
$[C_2]_{ок} = 0:010010$

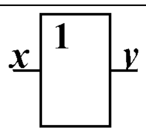
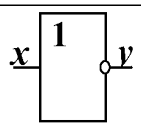
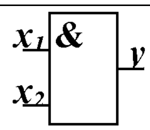
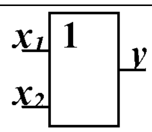
$[C_2]_{п} = [C_2]_{ок} = 0:010010$

$C_2 = +10010$ $\qquad\qquad$ $C_2 = +10010$

Сложение в обратном и дополнительном кодах даёт один и тот же результат.

Обозначения логических элементов в схемах

Общий принцип обозначения логических элементов		
Логический элемент $y = \varphi^*(x_1, x_2, x_3)$	Элемент с инверсным выходом $y = \overline{\varphi^*(x_1, x_2)}$	Элемент с инверсным входом $y = \varphi^*(\overline{x}_1, x_2)$
		
Здесь * – указатель функции, выполняемой логическим элементом		

Обозначение элементов, реализующих логические функции			
Повторитель $y = x$	Инвентор (НЕ) $y = \overline{x}$	Конъюнктор (И) $y = x_1 \cdot x_2$	Дизъюнктор (ИЛИ) $y = x_1 \vee x_2$
			

Синтез комбинационных устройств

Канонические формы представления логических функций

Синтез логического устройства распадается на два основных этапа:

1. Логическую функцию необходимо представить в виде логического выражения с использованием некоторого базиса (И, ИЛИ, НЕ);

2. Минимизация логического выражения.

Принятые две исходные канонические формы представления функций:

- Совершенная дизъюнктивная нормальная форма (СДНФ);
- Совершенная конъюнктивная нормальная форма (СКНФ).

Совершенная дизъюнктивная нормальная форма

Дизъюнктивная нормальная форма (ДНФ) – форма представления функции, при которой логическое выражение функции строится в виде дизъюнкции ряда членов, каждый из которых является простой конъюнкцией аргументов или их инверсий.

Пример: $f(x_1, x_2, x_3) = x_1 \vee x_2 \cdot \bar{x}_3 \vee \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_3 \vee x_2 \cdot x_3$.

Если в каждом члене ДНФ представлены все аргументы (или их инверсии) функции, то такая форма называется СДНФ.

Правило записи СДНФ функции, заданной таблицей истинности: Необходимо записать столько членов в виде конъюнкций всех аргументов, сколько единиц содержит функция в таблице. Каждая конъюнкция должна соответствовать определенному набору значений аргументов, обращающему функцию в единицу, и если в этом наборе значение аргумента равно нулю, то в конъюнкцию входит инверсия данного аргумента.

Если исходная функция задана в табличной форме, то СДНФ может быть получена непосредственно.

x_1	0	0	0	0	1	1	1	1
x_2	0	0	1	1	0	0	1	1
x_3	0	1	0	1	0	1	0	1
$f(x_1, x_2, x_3)$	0	0	1	1	0	1	0	1

$$f(x_1, x_2, x_3) = \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot \bar{x}_3 \vee \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \vee x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_3 \vee x_1 \cdot x_2 \cdot x_3.$$

Совершенная конъюнктивная нормальная форма

Конъюнктивная нормальная форма (КНФ) – форма представления функции, при которой логическое выражение функции строится в виде конъюнкции ряда членов, каждый из которых является простой дизъюнкцией аргументов или их инверсий.

Пример: $f(x_1, x_2, x_3) = (x_1 \vee x_2 \vee \bar{x}_3) \cdot (\bar{x}_2 \vee x_3) \cdot (x_1 \vee x_2 \vee x_3)$.

Если в каждом члене КНФ представлены все аргументы (или их инверсии) функции, то такая форма называется СКНФ.

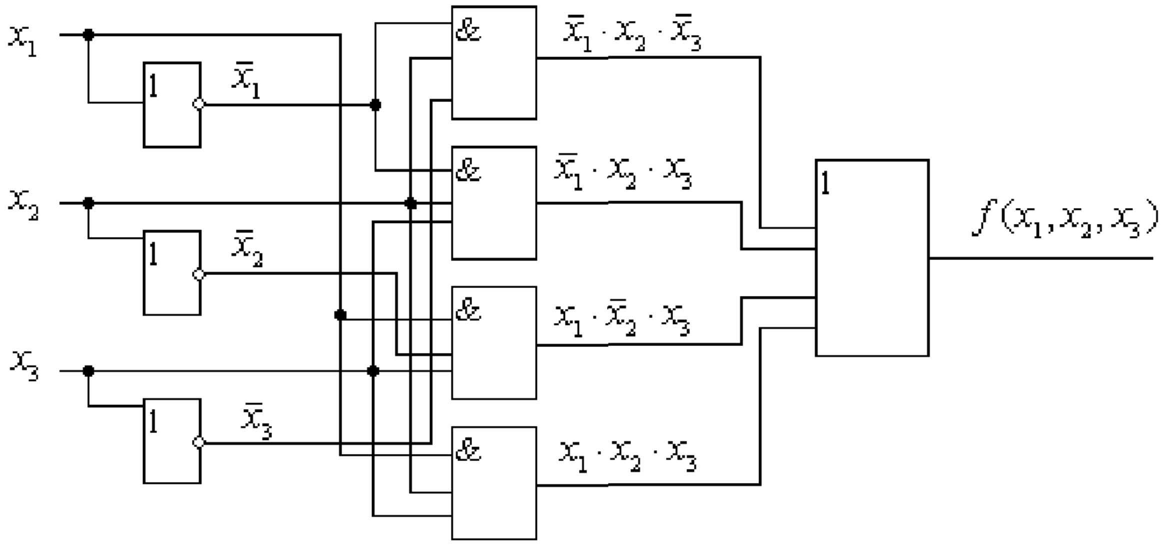
Правило записи СКНФ функции, заданной таблицей истинности: Необходимо записать столько конъюнктивных членов, представляющих собой дизъюнкции всех аргументов, при скольких наборах значений аргументов функция равна нулю, и если в наборе значение аргумента равно единице, то в дизъюнкцию входит инверсия данного аргумента. Любая функция имеет единственную СКНФ.

Если исходная функция задана в табличной форме, то СКНФ может быть получена непосредственно.

x_1	0	0	0	0	1	1	1	1
x_2	0	0	1	1	0	0	1	1
x_3	0	1	0	1	0	1	0	1
$f(x_1, x_2, x_3)$	0	0	1	1	0	1	0	1

$$f(x_1, x_2, x_3) = (x_1 \vee x_2 \vee x_3) \cdot (x_1 \vee x_2 \vee \bar{x}_3) \cdot (\bar{x}_1 \vee x_2 \vee x_3) \cdot (\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3).$$

Структурная схема логического устройства может быть построена непосредственно по канонической форме (СДНФ или СКНФ) реализуемой функции. Ниже приведена структурная схема, построенная по СДНФ функции $f(x_1, x_2, x_3)$.



Количество информации. Информационная ёмкость монитора

Существуют различные способы оценки количества информации. Классическим является подход, использующий формулу Клода Шеннона. Применительно к двоичной системе она имеет вид:

$$I = N \cdot \log_2 K,$$

где I − количество информации, несущей представление о состоянии, в котором находятся объекты;
N − количество объектов;
K − количество равновероятных альтернативных состояний объекта.

Объём памяти, необходимой для хранения графического изображения, занимающего весь экран, равен произведению количества пикселей на количество бит, кодирующих одну точку. Т.е. информационная ёмкость экрана монитора в графическом режиме равна:

$$P = H \cdot V \cdot C,$$

где H – горизонтальное разрешение экрана;
V – вертикальное разрешение экрана;
C – разрядность кодирования цвета (количество бит, необходимых для кодирования цвета) одного пикселя.

Ещё параметр C называют глубиной цвета или информационным весом одного пикселя. Необходимо отметить, что формула для вычисления информационной ёмкости экрана монитора в графическом режиме является интерпретацией формулы Шеннона, где $N = H \cdot V$, а $C = \log_2 K$.

Информационная ёмкость экрана монитора в текстовом режиме равна:

$$L = h \cdot g \cdot I_1,$$

где h – количество строк на экране монитора;
g – количество символов на экране монитора;
I_1 – количество бит, необходимых для кодирования одного символа.

Необходимо отметить, что формула для вычисления информационной ёмкости экрана монитора в текстовом режиме является интерпретацией формулы Шеннона, где $N = h \cdot g$, а $I_1 = \log_2 K$.

2. Задания контрольной работы

Задание №1. Перевести число A, представленное в десятичной системе счисления, в двоичную, восьмеричную и шестнадцатеричную системы счисления с точностью до 5 знака.

Вариант*	***A***
10, 30, 50, 70, 90	35,74
00, 20, 40, 60, 80	91,45
11, 31, 51, 71, 91	47,33
01, 21, 41, 61, 81	72,17
12, 32, 52, 72, 92	25,8
02, 22, 42, 62, 82	68,56
13, 33, 53, 73, 93	18,33
03, 23, 43, 63, 83	43,28
14, 34, 54, 74, 94	32,81
04, 24, 44, 64, 84	29,63
15, 35, 55, 75, 95	65,57
05, 25, 45, 65, 85	37,47
16, 36, 56, 76, 96	20,49
06, 26, 46, 66, 86	83,58
17, 37, 57, 77, 97	34,67
07, 27, 47, 67, 87	70,91
18, 38, 58, 78, 98	48,59
08, 28, 48, 68, 88	51,92
19, 39, 59, 79, 99	27,83
09, 29, 49, 69, 89	77,48

* – вариант выбирается в соответствии с двумя последними цифрами номера зачётной книжки.

Задание №2. Перевести числа A и B, представленные в десятичной системе счисления, в зонный и упакованный форматы:

Вариант	***A***	***B***
10, 30, 50, 70, 90	1755	-907
00, 20, 40, 60, 80	-1094	576
11, 31, 51, 71, 91	1133	-598

01, 21, 41, 61, 81	-1287	625
12, 32, 52, 72, 92	1936	-419
02, 22, 42, 62, 82	-1861	380
13, 33, 53, 73, 93	-1409	187
03, 23, 43, 63, 83	1418	-794
14, 34, 54, 74, 94	-1723	213
04, 24, 44, 64, 84	1256	-178
15, 35, 55, 75, 95	1596	-246
05, 25, 45, 65, 85	-1607	329
16, 36, 56, 76, 96	-1700	344
06, 26, 46, 66, 86	1925	-731
17, 37, 57, 77, 97	-1055	863
07, 27, 47, 67, 87	1341	-639
18, 38, 58, 78, 98	1852	-275
08, 28, 48, 68, 88	-1564	428
19, 39, 59, 79, 99	-1415	569
09, 29, 49, 69, 89	1843	-937

Задание №3. Перевести числа *A* и *B*, представленные в десятичной системе счисления, в двоичную систему счисления с точностью до 5 знака, и представить их в формате с фиксированной запятой. Привести схему записи чисел *A* и *B* в виде данных длиной в 1 байт в разрядной сетке машины с фиксированной запятой.

Вариант	***A***	***B***
10, 30, 50, 70, 90	-0,11	0,75
00, 20, 40, 60, 80	0,54	-0,23
11, 31, 51, 71, 91	0,89	-0,76
01, 21, 41, 61, 81	-0,42	0,33
12, 32, 52, 72, 92	-0,63	0,78
02, 22, 42, 62, 82	0,91	-0,84
13, 33, 53, 73, 93	-0,17	0,72
03, 23, 43, 63, 83	0,28	-0,39
14, 34, 54, 74, 94	0,47	-0,12
04, 24, 44, 64, 84	-0,52	0,93
15, 35, 55, 75, 95	-0,15	0,66
05, 25, 45, 65, 85	0,73	-0,81
16, 36, 56, 76, 96	0,36	-0,72
06, 26, 46, 66, 86	-0,56	0,45
17, 37, 57, 77, 97	0,82	-0,33
07, 27, 47, 67, 87	-0,18	0,55
18, 38, 58, 78, 98	-0,77	0,85
08, 28, 48, 68, 88	0,64	-0,24
19, 39, 59, 79, 99	-0,13	0,61

09, 29, 49, 69, 89	0,95	-0,74

Задание №4. Перевести числа *A* и *B*, представленные в десятичной системе счисления, в двоичную систему счисления с точностью до 5 знака и представить в формате с плавающей запятой. Привести схему записи чисел *A* и *B* в разрядной сетке машины с плавающей запятой.

Вариант	***A***	***B***
10, 30, 50, 70, 90	-125,21	0,09
00, 20, 40, 60, 80	45,93	-0,35
11, 31, 51, 71, 91	105,37	-0,14
01, 21, 41, 61, 81	-77,82	0,26
12, 32, 52, 72, 92	92,59	-0,34
02, 22, 42, 62, 82	-110,17	0,08
13, 33, 53, 73, 93	-87,26	0,19
03, 23, 43, 63, 83	108,95	-0,39
14, 34, 54, 74, 94	56,42	-0,27
04, 24, 44, 64, 84	-104,01	0,43
15, 35, 55, 75, 95	-130,19	0,41
05, 25, 45, 65, 85	73,83	-0,28
16, 36, 56, 76, 96	-127,32	0,13
06, 26, 46, 66, 86	98,24	-0,34
17, 37, 57, 77, 97	-102,33	0,15
07, 27, 47, 67, 87	85,97	-0,46
18, 38, 58, 78, 98	-68,45	0,22
08, 28, 48, 68, 88	114,58	-0,31
19, 39, 59, 79, 99	58,17	-0,37
09, 29, 49, 69, 89	-109,61	0,25

Задание №5. Перевести числа *A* и *B*, представленные в десятичной системе счисления, в двоичную систему счисления и найти их сумму в обратном и дополнительном кодах:

Вариант	***A***	***B***
10, 30, 50, 70, 90	32	-12
00, 20, 40, 60, 80	-91	74
11, 31, 51, 71, 91	21	-18
01, 21, 41, 61, 81	-57	35
12, 32, 52, 72, 92	44	-20
02, 22, 42, 62, 82	-68	43
13, 33, 53, 73, 93	24	-11
03, 23, 43, 63, 83	-36	15
14, 34, 54, 74, 94	-75	25

04, 24, 44, 64, 84	82	-67
15, 35, 55, 75, 95	-52	31
05, 25, 45, 65, 85	61	-47
16, 36, 56, 76, 96	-41	13
06, 26, 46, 66, 86	29	-21
17, 37, 57, 77, 97	-16	11
07, 27, 47, 67, 87	83	-54
18, 38, 58, 78, 98	-27	18
08, 28, 48, 68, 88	64	-42
19, 39, 59, 79, 99	31	-17
09, 29, 49, 69, 89	-59	37

Задание №6. Составить совершенную дизъюнктивную нормальную форму (СДНФ) и совершенную конъюнктивную нормальную форму (СКНФ) функции $F(X_1, X_2, X_3, X_4)$, заданной в виде таблицы:

Вариант	X_1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
	X_2	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
	X_3	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
	X_4	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
10, 30, 50, 70, 90	F	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1
00, 20, 40, 60, 80	F	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0
11, 31, 51, 71, 91	F	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
01, 21, 41, 61, 81	F	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
12, 32, 52, 72, 92	F	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1
02, 22, 42, 62, 82	F	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0
13, 33, 53, 73, 93	F	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
03, 23, 43, 63, 83	F	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
14, 34, 54, 74, 94	F	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
04, 24, 44, 64, 84	F	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
15, 35, 55, 75, 95	F	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1
05, 25, 45, 65, 85	F	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
16, 36, 56, 76, 96	F	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1
06, 26, 46, 66, 86	F	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
17, 37, 57, 77, 97	F	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1
07, 27, 47, 67, 87	F	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0
18, 38, 58, 78, 98	F	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
08, 28, 48, 68, 88	F	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
19, 39, 59, 79, 99	F	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
09, 29, 49, 69, 89	F	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0

Представить структурную схему логического устройства, построенную по СДНФ или СКНФ.

3. Пример выполнения контрольной работы

Задание №1. Перевести число *A*, представленное в десятичной системе счисления, в двоичную, восьмеричную и шестнадцатеричную системы счисления с точностью до 5 знака.

A
21,95

Решение

Представим целую часть числа A_{10} = 21,95, т.е. B_{10} = 21, в двоичной, восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления:

21 | 2
20 | 10 | 2
1 | 10 | 5 | 2
0 | 4 | 2 | 2
1 | 2 | 1
0 |

B_2 = 10101

21 | 8
16 | 2
5 |

B_8 = 25

21 | 16
16 | 1
5 |

B_{16} = 15

Представим дробную часть числа A_{10} = 21,95, т.е. C_{10} = 0,95, в двоичной, восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления с точностью до 5 знака:

0,95 × 2 = 1,90
0,90 × 2 = 1,80
0,80 × 2 = 1,60
0,60 × 2 = 1,20
0,20 × 2 = 0,40
C_2 = 0,11110

0,95 × 8 = 7,6
0,6 × 8 = 4,8
0,8 × 8 = 6,4
0,4 × 8 = 3,2
0,2 × 8 = 1,6
C_8 = 0,74631

0,95 × 16 = 15,2
0,2 × 16 = 3,2
0,2 × 16 = 3,2
0,2 × 16 = 3,2
0,2 × 16 = 3,2
B_{16} = 0,F3333

$A_2 = B_2 + C_2$ = 10101,1111
$A_8 = B_8 + C_8$ = 25,74631
$A_{16} = B_{16} + C_{16}$ = 15,F3333

Задание №2. Перевести числа *A* и *B*, представленные в десятичной системе счисления, в зонный и упакованный форматы:

A	*B*
1648	-769

Решение

Представим число A_{10} = 1648 в распакованном (зонном) формате:

байт		байт		байт		байт	
зона	цифра	зона	цифра	зона	цифра	знак	цифра
1111	0001	1111	0110	1111	0100	1100	1000

Представим число A_{10} = 1648 в упакованном формате:

байт		байт		байт	
цифра	цифра	цифра	цифра	цифра	знак
0000	0001	0110	0100	1000	1100

Представим число B_{10} = -769 в распакованном (зонном) формате:

байт		байт		байт	
зона	цифра	зона	цифра	знак	цифра
1111	0111	1111	0110	1101	1001

Представим число B_{10} = -769 в упакованном формате:

байт		байт	
цифра	цифра	цифра	знак
0111	0110	1001	1101

Задание №3. Перевести числа *A* и *B*, представленные в десятичной системе счисления, в двоичную систему счисления с точностью до 5 знака, и представить их в формате с фиксированной запятой. Привести схему записи чисел *A* и *B* в виде данных длиной в 1 байт в разрядной сетке машины с фиксированной запятой.

A	***B***
0,27	-0,58

Решение

Представим числа A_{10} = 0,27 и B_{10} = -0,58 в двоичной системе счисления с точностью до 5 знака в формате с фиксированной запятой:

$0,27 \times 2 = 0,54$
$0,54 \times 2 = 1,08$
$0,08 \times 2 = 0,16$
$0,16 \times 2 = 0,32$
$0,32 \times 2 = 0,64$
$A_2 = 0,01000$

$0,58 \times 2 = 1,16$
$0,16 \times 2 = 0,32$
$0,32 \times 2 = 0,64$
$0,64 \times 2 = 1,28$
$0,28 \times 2 = 0,56$
$B_2 = -0,10010$

Приведём схему записи числа A_2 = 0,01 в виде данных длиной в 1 байт в разрядной сетке машины с фиксированной запятой:

знак	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}	2^{-5}	2^{-6}	2^{-7}	2^{-8}
0	0	1	0	0	0	0	0	0

Приведём схему записи числа B_2 = -0,1001 в виде данных длиной в 1 байт в разрядной сетке машины с фиксированной запятой:

знак	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}	2^{-5}	2^{-6}	2^{-7}	2^{-8}
1	1	0	0	1	0	0	0	0

Задание №4. Перевести числа *A* и *B*, представленные в десятичной системе счисления, в двоичную систему счисления с точностью до 5 знака и представить в формате с плавающей запятой. Привести схему записи чисел *A* и *B* в разрядной сетке машины с фиксированной запятой.

A	*B*
117,34	-0,36

Решение

Представим целую часть числа A_{10} = 117,34, т.е. C_{10} = 117, в двоичной системе счисления:

117 | 2
116 | 58 | 2
1 | 58 | 29 | 2
0 | 28 | 14 | 2
1 | 14 | 7 | 2
0 | 6 | 3 | 2
1 | 2 | 1
1

C_2 = 1110101

Представим дробную часть числа A_{10} = 117,34, т.е. D_{10} = 0,34, а также число B_{10} = -0,36 в двоичной системе счисления с точностью до 5 знака:

0,34 × 2 = 0,68	0,36 × 2 = 0,72
0,68 × 2 = 1,36	0,72 × 2 = 1,44
0,36 × 2 = 0,72	0,44 × 2 = 0,88
0,72 × 2 = 1,44	0,88 × 2 = 1,76
0,44 × 2 = 0,88	0,76 × 2 = 1,52
D_2 = 0,01010	B_2 = -0,01011

$A_2 = C_2 + D_2$ = 1110101,0101

В форме представления с плавающей запятой каждое число изображается в виде двух групп цифр. Первая группа цифр называется мантиссой, вторая – порядком, причем абсолютная величина мантиссы должна быть меньше 1, а порядок – целым числом со знаком. В общем виде число в форме с плавающей запятой может быть представлено так:

$$N = \pm M \cdot P^{\pm r},$$

где *M* – мантисса числа ($|M| < 1$); *r* – порядок числа (целое число); *P* – основание системы счисления.

Для числа A_2 мантисса *M* = 0,11101010101, порядок r_{10} = 7, т.е. r_2 = 111, P = 2. Представим число A_2 в формате с плавающей запятой:

$A_2 = 0{,}11101010101 \cdot 2^{111}$

Число A_2 представлено в разрядной сетке ЭВМ с плавающей запятой следующим образом:

знак порядка	порядок	знак мантиссы	мантисса
0	111	0	11101010101

Для числа B_2 мантисса M = -0,1011, порядок r_{10} = -1, т.е. r_2 = -1, P = 2. Представим число B_2 в формате с плавающей запятой:

$B_2 = -0{,}1011 \cdot 2^{-1}$

Число B_2 представлено в разрядной сетке ЭВМ с плавающей запятой следующим образом:

знак порядка	порядок	знак мантиссы	мантисса
1	1	1	1011

Задание №5. Перевести числа A и B, представленные в десятичной системе счисления, в двоичную систему счисления и найти их сумму в обратном и дополнительном кодах:

A	***B***
63	-45

Решение

Представим числа A_{10} = 63 и B_{10} = -45 в двоичной системе счисления:

```
63 | 2
62 | 31 | 2
 1 | 30 | 15 | 2
       1 | 14 | 7 | 2
             1 | 6 | 3 | 2
                   1 | 2 | 1
                       1 |
```

```
45 | 2
44 | 22 | 2
 1 | 22 | 11 | 2
       0 | 10 | 5 | 2
             1 | 4 | 2 | 2
                   1 | 2 | 1
                       0
```

A_{10} = 63 $\qquad$ B_{10} = -45

A_2 = 111111 $\qquad$ B_2 = -101101

Представим числа A_2 = 111111 и B_2 = -101101 в прямом, обратном и дополнительном кодах:

$[A_2]_п = 0{:}111111 \qquad [A_2]_{ок} = [A_2]_п = 0{:}111111 \qquad [A_2]_{дк} = [A_2]_п = 0{:}111111$

$[B_2]_п = 1{:}101101 \qquad [B_2]_{ок} = 1{:}010010 \qquad [B_2]_{дк} = 1{:}010011$

Сложим числа A_2 = 111111 и B_{10} = -101111 в обратном и дополнительном кодах:

$[A_2]_{ок} = 0{:}111111$

$[B_2]_{ок} = 1{:}010010$

$\quad 0{:}010001$

$+ \qquad\quad 1$

$[C_2]_{ок} = 0{:}010010$

$[A_2]_{дк} = 0{:}111111$

$[B_2]_{дк} = 1{:}010011$

$[C_2]_{дк} = 0{:}010010$

$[C_2]_п = [C_2]_{дк} = 0{:}010010$

$C_{10} = 18$

$[C_2]_{п} = [C_2]_{ок} = 0 \vdots 010010$

$C_{10} = 18$

$C_{10} = A_{10} + B_{10} = 63 – 45 = 18$

Задание №6. Составить совершенную дизъюнктивную нормальную форму (СДНФ) и совершенную конъюнктивную нормальную форму (СКНФ) функции $F(X_1, X_2, X_3, X_4)$, заданной в виде таблицы:

X_1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
X_2	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
X_3	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
X_4	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
F	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0

Представить структурную схему логического устройства, построенную по СДНФ или СКНФ.

Решение

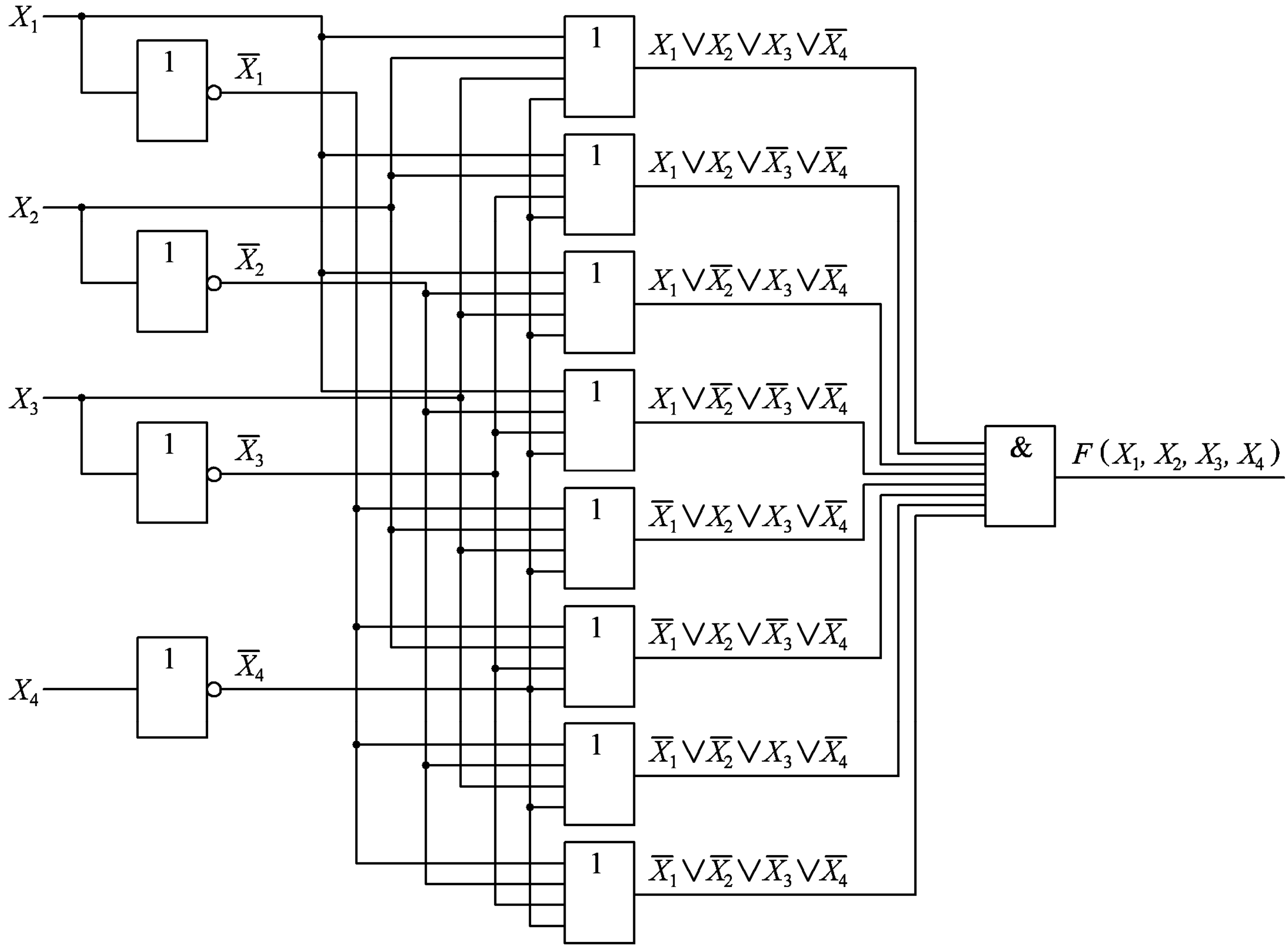
Совершенная дизъюнктивная нормальная форма:

$F(X_1, X_2, X_3, X_4) = \overline{X}_1 \cdot \overline{X}_2 \cdot \overline{X}_3 \cdot \overline{X}_4 \vee \overline{X}_1 \cdot \overline{X}_2 \cdot X_3 \cdot \overline{X}_4 \vee \overline{X}_1 \cdot X_2 \cdot \overline{X}_3 \cdot \overline{X}_4 \cdot \overline{X}_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot \overline{X}_4 \vee X_1 \cdot \overline{X}_2 \cdot \overline{X}_3 \cdot \overline{X}_4 \vee X_1 \cdot \overline{X}_2 \cdot X_3 \cdot \overline{X}_4 \vee X_1 \cdot X_2 \cdot \overline{X}_3 \cdot \overline{X}_4 \vee X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot \overline{X}_4$

Совершенная конъюнктивная нормальная форма:

$F(X_1, X_2, X_3, X_4) = (X_1 \vee X_2 \vee X_3 \vee \overline{X}_4) \cdot (X_1 \vee X_2 \vee \overline{X}_3 \vee \overline{X}_4) \cdot (X_1 \vee \overline{X}_2 \vee X_3 \vee \overline{X}_4) \cdot (X_1 \vee \overline{X}_2 \vee \overline{X}_3 \vee \overline{X}_4) \cdot (\overline{X}_1 \vee X_2 \vee X_3 \vee \overline{X}_4) \cdot (\overline{X}_1 \vee X_2 \vee \overline{X}_3 \vee \overline{X}_4) \cdot (\overline{X}_1 \vee \overline{X}_2 \vee X_3 \vee \overline{X}_4) \cdot (\overline{X}_1 \vee \overline{X}_2 \vee \overline{X}_3 \vee \overline{X}_4)$

Логическая схема, построенная по СКНФ функции *F*:



X_1
X_2
X_3
X_4
1
$\overline{X}_1$
$\overline{X}_2$
$\overline{X}_3$
$\overline{X}_4$
$X_1 \vee X_2 \vee X_3 \vee \overline{X}_4$
$X_1 \vee X_2 \vee \overline{X}_3 \vee \overline{X}_4$
$X_1 \vee \overline{X}_2 \vee X_3 \vee \overline{X}_4$
$X_1 \vee \overline{X}_2 \vee \overline{X}_3 \vee \overline{X}_4$
$\overline{X}_1 \vee X_2 \vee X_3 \vee \overline{X}_4$
$\overline{X}_1 \vee X_2 \vee \overline{X}_3 \vee \overline{X}_4$
$\overline{X}_1 \vee \overline{X}_2 \vee X_3 \vee \overline{X}_4$
$\overline{X}_1 \vee \overline{X}_2 \vee \overline{X}_3 \vee \overline{X}_4$
&
$F\,(X_1, X_2, X_3, X_4)$

Образец оформления титульного листа контрольной работы

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»

Кафедра «Автоматизация производственных процессов»

Контрольная работа

по дисциплине «Вычислительные машины, системы и сети»
на тему «Арифметические и логические основы построения ЭВМ»

Выполнил:
студент группы ЭТЗ-ххх
Иванов И. И.
Номер зачётки: 201ххххх
Проверил:
к.т.н., доцент кафедры АПП
Кухтик М. П.

Волгоград 2018