



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Н.Э. БАУМАНА

Учебное пособие

Методические указания
по выполнению домашних заданий
по единому комплексному заданию по блоку дисциплины

«Контроль и диагностика электронных средств»

МГТУ имени Н.Э. Баумана

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Н.Э. БАУМАНА

Методические указания
по выполнению домашних заданий
по единому комплексному заданию по блоку дисциплины

«Контроль и диагностика электронных средств»

Москва
МГТУ имени Н.Э. Баумана

2012

УДК 681.3.06(075.8)
ББК 32.973-018
И201

Методические указания по выполнению домашних заданий по единому комплексному заданию по блоку дисциплины «Контроль и диагностика электронных средств» / Коллектив авторов –
М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 22 с.: ил.

В методических указаниях рассмотрены основные этапы, их последовательность и содержание по выполнению домашних заданий курсовой работы по единому комплексному заданию по блоку дисциплины «Контроль и диагностика электронных средств».

Ил. 39. Табл. 5. Библиогр. 7 назв.

УДК 681.3.06(075.8)

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ЧАСТЬ 1. ОДНОВЫХОДНОЙ ЦИФРОВОЙ УЗЕЛ.....	5
1.1 Постановка задачи.....	5
1.2 Исходные данные.....	5
1.3 Получение контрольного теста для одновыходного узла.....	5
1.3.1 Получение системы уравнений непосредственных связей.....	5
1.3.2 Составление эквивалентной нормальной формы (ЭНФ).....	6
1.3.3 Составление обратной эквивалентной нормальной формы (ОЭНФ).....	7
1.3.4 Составление контрольного теста.....	7
1.3.5 Алгоритм решения задачи.....	9
1.3.6 Структурная схемы системы управления качеством при контроле.....	10
Выводы.....	11
ЧАСТЬ 2. МНГОВЫХОДНОЙ ЦИФРОВОЙ УЗЕЛ.....	12
2.1 Постановка задачи.....	12
2.2 Исходные данные.....	12
2.3 Получение контрольного теста для одновыходного узла.....	13
2.3.1 Получение системы уравнений непосредственных связей.....	13
2.3.2 Составление эквивалентной нормальной формы (ЭНФ).....	14
2.3.3 Составление обратной эквивалентной нормальной формы (ОЭНФ).....	15
2.3.4 Составление контрольного теста.....	16
2.3.5 Алгоритм решения задачи.....	19
2.3.6 Структурная схемы системы управления качеством при контроле.....	20
Выводы.....	21
ЛИТЕРАТУРА.....	22

ЧАСТЬ 1. ОДНОВЫХОДНОЙ ЦИФРОВОЙ УЗЕЛ

1.1 Постановка задачи

Требуется составить контрольный тест для проверки функционирования одновыходной схемы.

1.2 Исходные данные

В качестве исходных данных используем схему электрическую принципиальную, представленную на рисунке 1.2.1.

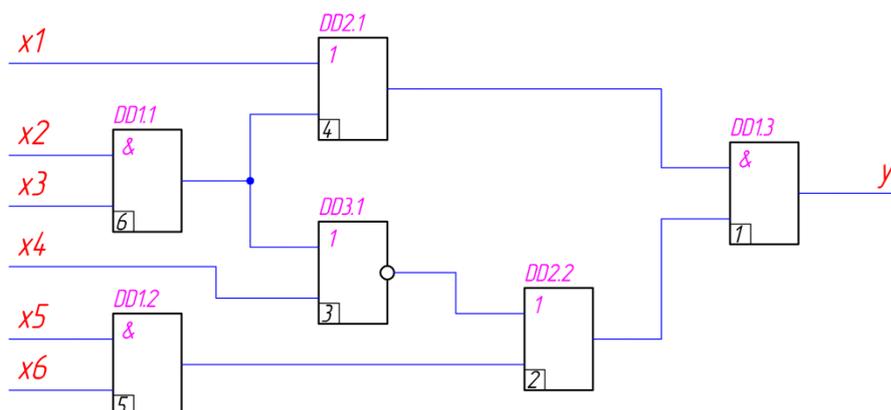


Рисунок 1.2.1 – Схема электрическая функциональная одновыходного цифрового узла

1.3 Получение контрольного теста для одновыходного узла

1.3.1 Получение системы уравнений непосредственных связей

Разобьем схему, представленную на рисунке 1.2.1 на уровни (Рисунок 1.3.1.1)

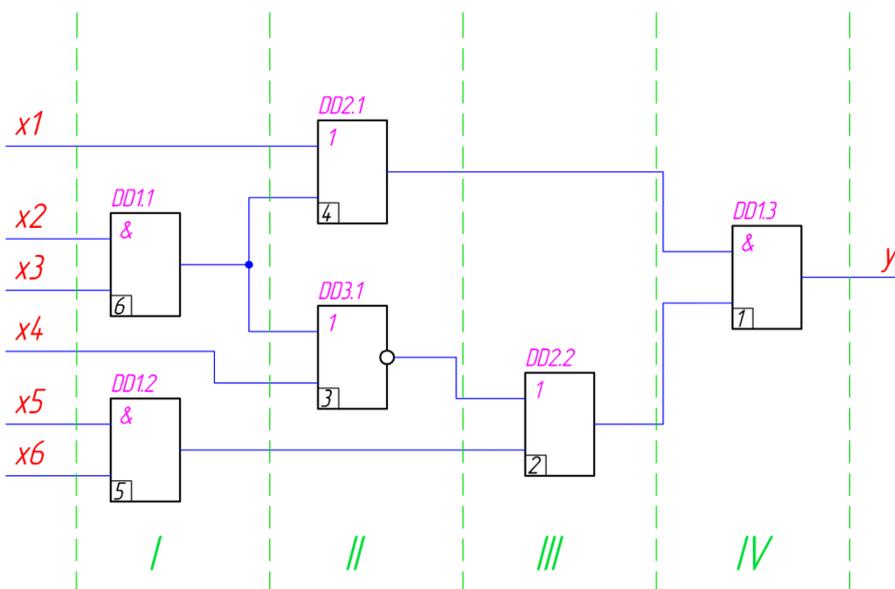


Рисунок 1.3.1.1 – Декомпозиция схемы электрической функциональной по уровням

Для схемы введем следующие обозначения:

1. Множество входных переменных: $X=\{x_i\}, i=1..6$
2. Множество выходных (промежуточных) переменных: $Y=\{y_j\}, j=1..6$
3. Множество логических элементов: $A=\{a_k\}, k=1..6$

Используя функциональное назначение элементарных логических элементов (ЭЛЭ), отображаем множество логических элементов во множестве выходных промежуточных переменных:

$$\{a_k\} \rightarrow \{y_j\}$$

Запишем систему уравнений непосредственных связей:

$$\begin{cases} y_6 = x_5 \cdot x_6 \\ y_5 = x_2 \cdot x_3 \\ y_4 = x_1 \vee y_5 = x_1 \vee x_2 \cdot x_3 \\ y_3 = \overline{x_4 \vee y_5} = \overline{x_4} \cdot \overline{y_5} = \overline{x_4} \cdot \overline{x_2 \cdot x_3} = \overline{x_4} \cdot (\overline{x_2} \vee \overline{x_3}) = \overline{x_4} \cdot \overline{x_2} \vee \overline{x_4} \cdot \overline{x_3} \\ y_2 = y_3 \vee y_6 = \overline{x_4} \cdot \overline{x_2} \vee \overline{x_4} \cdot \overline{x_3} \vee x_5 \cdot x_6 \\ y_1 = y_2 \cdot y_4 = (x_1 \vee x_2 \cdot x_3) \cdot (\overline{x_4} \cdot \overline{x_2} \vee \overline{x_4} \cdot \overline{x_3} \vee x_5 \cdot x_6) \end{cases}$$

1.3.2 Составление эквивалентной нормальной формы (ЭНФ)

Получим функцию $Y_{ВЫХ}$ как функцию только выходных переменных:

$$\begin{aligned} Y_{ВЫХ} &= 1 \\ Y_{ВЫХ} &= 4^1 \cdot 2^1 \\ Y_{ВЫХ} &= 4^1 \cdot (3 \vee 5)^{2,1} \\ Y_{ВЫХ} &= (x_1 \vee 6)^{4,1} \cdot [(x_4^3 \vee 6^3) \vee 5]^{2,1} \\ Y_{ВЫХ} &= [x_1 \vee (x_2 \cdot x_3)^6]^{4,1} \cdot [(x_4^3 \vee \{x_2 \cdot x_3\}^{6,3}) \vee (x_5 \cdot x_6)^5]^{2,1} \end{aligned}$$

Раскроем скобки и упростим это выражение:

$$\begin{aligned} Y_{ВЫХ} &= [x_1 \vee (x_2 \cdot x_3)^6]^{4,1} \cdot [(x_4^3 \vee \{x_2 \cdot x_3\}^{6,3}) \vee (x_5 \cdot x_6)^5]^{2,1} \\ Y_{ВЫХ} &= (x_1^{4,1} \vee x_2^{6,4,1} \cdot x_3^{6,4,1}) \cdot [(x_4^3 \vee \{x_2^{6,3} \vee x_3^{6,3}\}) \vee (x_5^5 \cdot x_6^5)]^{2,1} \\ Y_{ВЫХ} &= (x_1^{4,1} \vee x_2^{6,4,1} \cdot x_3^{6,4,1}) \cdot (x_4^3 \cdot \overline{x_2^{6,3}} \vee x_4^3 \cdot \overline{x_3^{6,3}} \vee x_5^5 \cdot x_6^5)^{2,1} \\ Y_{ВЫХ} &= x_1^{4,1} \cdot x_4^{3,2,1} \cdot x_2^{6,3,2,1} \vee x_1^{4,1} \cdot x_4^{3,2,1} \cdot x_3^{6,3,2,1} \vee x_1^{4,1} \cdot x_5^{5,2,1} \cdot x_6^{5,2,1} \vee x_2^{6,4,1} \cdot x_3^{6,4,1} \cdot x_4^{3,2,1} \cdot x_2^{6,3,2,1} \vee \\ & \quad x_2^{6,4,1} \cdot x_3^{6,4,1} \cdot x_4^{3,2,1} \cdot x_3^{6,3,2,1} \vee x_2^{6,4,1} \cdot x_3^{6,4,1} \cdot x_5^{5,2,1} \cdot x_6^{5,2,1} \end{aligned}$$

Обозначим пути:

Путь	4,1	3,2,1	5,2,1	6,4,1	6,3,2,1
№ пути	1	2	3	4	5

Запишем $Y_{ВЫХ}$ с учётом номеров путей:

$$Y_{ВЫХ} = x_1^1 \cdot \overline{x_4^2} \cdot \overline{x_5^3} \vee x_1^1 \cdot \overline{x_4^2} \cdot \overline{x_3^5} \vee x_1^1 \cdot x_5^3 \cdot x_6^3 \vee x_2^4 \cdot x_3^4 \cdot \overline{x_4^2} \cdot \overline{x_5^3} \vee x_2^4 \cdot x_3^4 \cdot \overline{x_4^2} \cdot \overline{x_3^5} \vee x_2^4 \cdot x_3^4 \cdot x_5^3 \cdot x_6^3$$

После сокращения (термы 4 и 5 удалили) получаем:

$$Y_{\text{ВЫХ}} = x_1^1 \cdot \overline{x_4^2} \cdot \overline{x_2^5} \vee x_1^1 \cdot \overline{x_4^2} \cdot \overline{x_3^5} \vee x_1^1 \cdot x_5^3 \cdot x_6^3 \vee x_2^4 \cdot x_3^4 \cdot x_5^3 \cdot x_6^3$$

1.3.3 Составление обратной эквивалентной нормальной формы (ОЭНФ)

Получим функцию $\overline{Y_{\text{ВЫХ}}}$ как функцию только выходных переменных и упростим его:

$$\begin{aligned} \overline{Y_{\text{ВЫХ}}} &= \overline{1} \\ \overline{Y_{\text{ВЫХ}}} &= \overline{4^1 \cdot 2^1} = \overline{4^1} \vee \overline{2^1} \\ \overline{Y_{\text{ВЫХ}}} &= \overline{4^1} \vee \overline{(3 \vee 5)^{2,1}} = \overline{4^1} \vee \overline{3^{2,1}} \cdot \overline{5^{2,1}} \\ \overline{Y_{\text{ВЫХ}}} &= \overline{x_1^{4,1} \vee 6^{4,1} \vee \overline{x_4^{3,2,1}} \vee \overline{6^{3,2,1}} \cdot \overline{5^{2,1}}} = \overline{x_1^{4,1}} \cdot \overline{6^{4,1}} \vee \overline{x_4^{3,2,1}} \cdot \overline{5^{2,1}} \vee \overline{6^{3,2,1}} \cdot \overline{5^{2,1}} \\ \overline{Y_{\text{ВЫХ}}} &= \overline{x_1^{4,1} \cdot x_2^{6,4,1} \cdot x_3^{6,4,1} \vee x_4^{3,2,1} \cdot x_5^{5,2,1} \cdot x_6^{5,2,1} \vee x_2^{6,3,2,1} \cdot x_3^{6,3,2,1} \cdot x_5^{5,2,1} \cdot x_6^{5,2,1}} = \\ &= \overline{x_1^{4,1} \cdot x_2^{6,4,1} \vee x_1^{4,1} \cdot x_3^{6,4,1} \vee x_4^{3,2,1} \cdot x_5^{5,2,1} \vee x_4^{3,2,1} \cdot x_6^{5,2,1} \vee x_2^{6,3,2,1} \cdot x_3^{6,3,2,1} \cdot x_5^{5,2,1} \vee} \\ &= \overline{x_2^{6,3,2,1} \cdot x_6^{5,2,1} \vee x_3^{6,3,2,1} \cdot x_5^{5,2,1} \vee x_3^{6,3,2,1} \cdot x_6^{5,2,1}} \end{aligned}$$

Видно, что пути в ЭНФ и ОЭНФ совпадают. Запишем $\overline{Y_{\text{ВЫХ}}}$ с учётом номеров путей:

$$\overline{Y_{\text{ВЫХ}}} = \overline{x_1^1 \cdot x_2^4} \vee \overline{x_1^1 \cdot x_3^4} \vee \overline{x_4^2 \cdot x_5^3} \vee \overline{x_4^2 \cdot x_6^3} \vee \overline{x_2^5 \cdot x_3^5} \vee \overline{x_2^5 \cdot x_6^3} \vee \overline{x_3^5 \cdot x_5^3} \vee \overline{x_3^5 \cdot x_6^3}$$

Сокращенная ОЭНФ совпадает с полной.

При составлении теста будем использовать ЭНФ, так как она имеет меньшую длину, чем ОЭНФ.

1.3.4 Составление контрольного теста

При составлении контрольного теста используем ЭНФ:

$$Y_{\text{ВЫХ}} = x_1^1 \cdot \overline{x_4^2} \cdot \overline{x_2^5} \vee x_1^1 \cdot \overline{x_4^2} \cdot \overline{x_3^5} \vee x_1^1 \cdot x_5^3 \cdot x_6^3 \vee x_2^4 \cdot x_3^4 \cdot x_5^3 \cdot x_6^3$$

Проверяем x_1 на «0»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y
1	0	1	0	1	1	1

Проверяем x_2 на «0»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y
0	1	1	0	1	1	1

Проверяем x_3 на «0»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y
0	1	1	0	1	1	1

Проверяем x_4 на «0»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y
0	0	0	1	0	1	0

Проверяем x_5 на «0»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y
1	0	0	0	1	1	1

Проверяем x_6 на «0»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y
1	1	1	0	1	1	1

Проверяем x_1 на «1»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y
0	0	0	0	1	1	0

Проверяем x_2 на «1»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y
0	0	1	0	1	1	0

Проверяем x_3 на «1»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y
1	1	0	0	1	0	1

Проверяем x_4 на «1»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y
1	1	0	0	1	0	1

Проверяем x_5 на «1»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y
0	1	1	0	0	1	0

Проверяем x_6 на «1»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y
0	1	1	0	1	0	0

Составим таблицу 1.3.4.1 контрольных наборов (контрольную программу). Так как для некоторых букв наборы совпадают, то их можно объединить. Входы, проверяемые набором, подчеркнуты и выделены курсивом.

Таблица 1.3.4.1 – Таблица контрольных наборов

№ набора	Входы						Выход y
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	
1	<u>1</u>	0	1	0	1	<u>1</u>	1
2	0	<u>1</u>	<u>1</u>	0	1	1	1
3	0	0	0	<u>1</u>	0	1	0
4	1	0	0	0	<u>1</u>	1	1
5	<u>0</u>	0	0	0	1	1	0
6	0	<u>0</u>	1	0	1	1	0
7	1	1	<u>0</u>	<u>0</u>	1	0	1
8	0	1	1	0	<u>0</u>	1	0
9	0	1	1	0	1	<u>0</u>	0

1.3.5 Алгоритм решения задачи

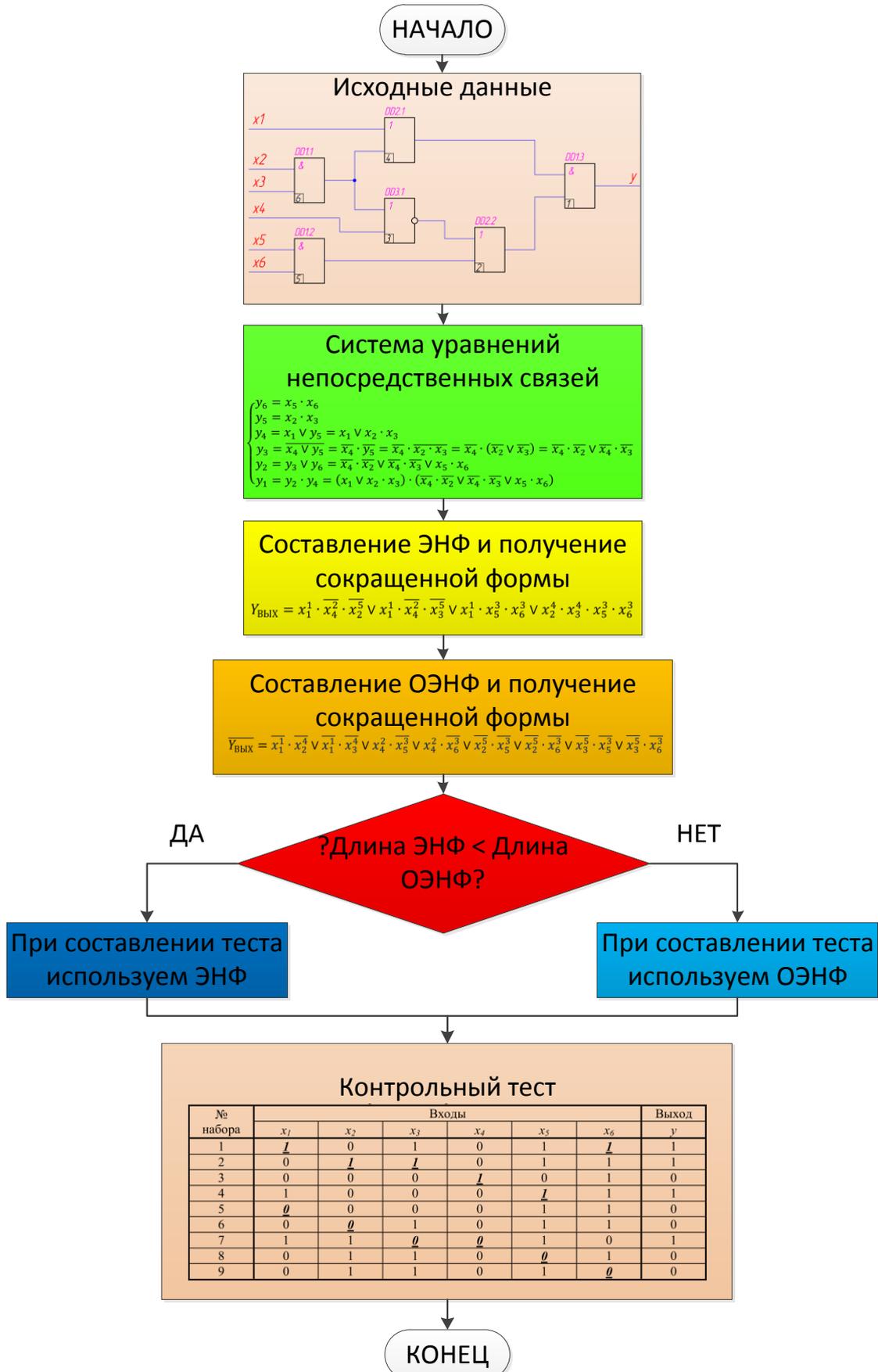
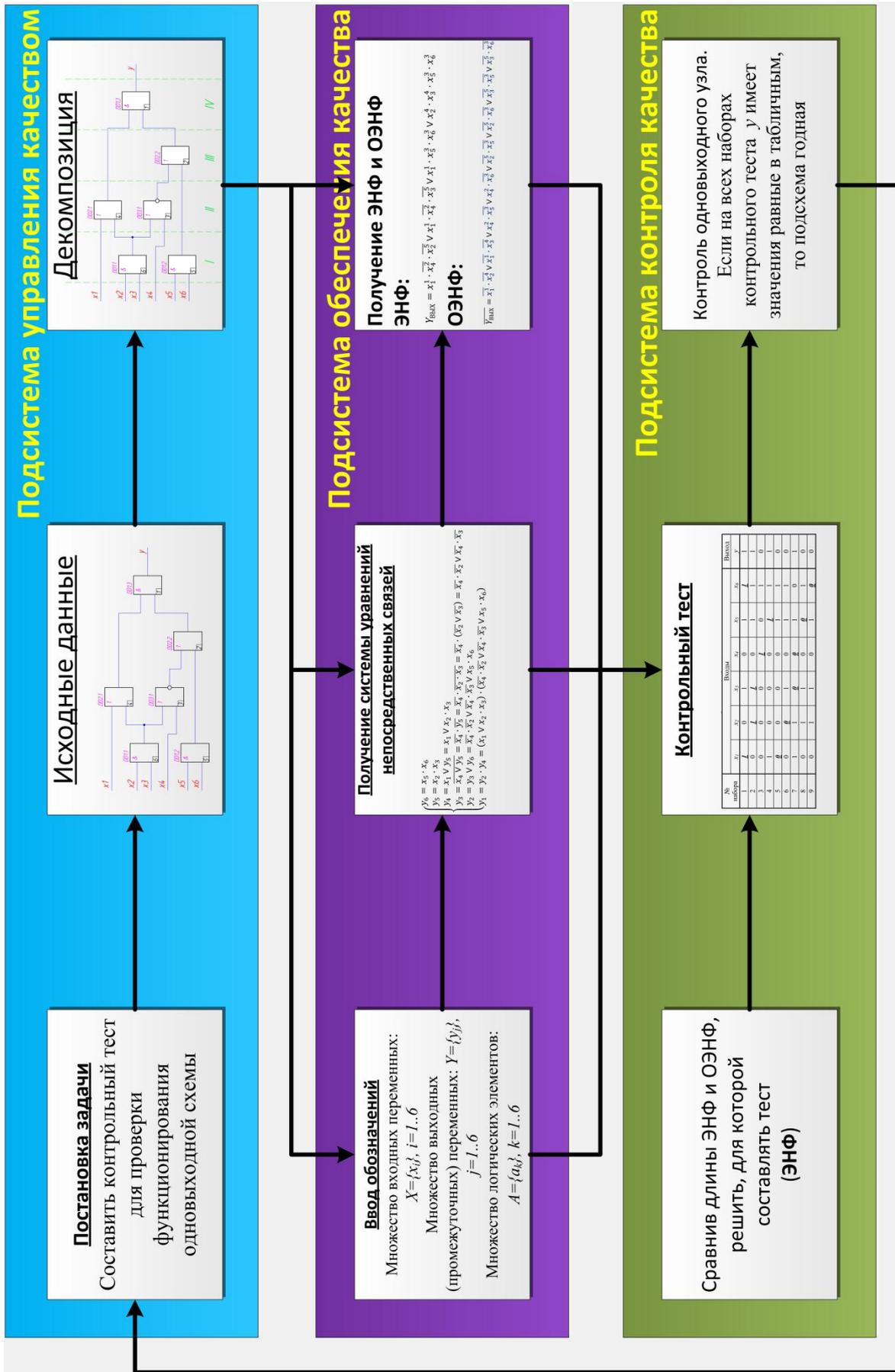


Рисунок 1.3.5.1 – Алгоритм решения задачи контроля

1.3.6 Структурная схемы системы управления качеством при контроле



Р И С У Н О К 1. 3. 6. 1 – С и с т е м а у п р а в л е н и я к а ч е с т в о м п р и к о н т р о л е

Выводы

Анализируя этот метод и полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

1. Метод позволяет строить контрольные тесты для любых комбинационных узлов.
2. Некоторые наборы позволяют контролировать одновременно несколько букв.

Если на всех наборах контрольного теста (таблица 1.3.4.1) выход u имеет значения, равные значениям в таблице, то подсьема не имеет неисправностей (годная). Если один или несколько наборов теста имеют выход u , отличный от таблицы, то в подсьеме существует неисправность. К сожалению, в каком месте подсьемы эта неисправность, по тесту невозможно.

ЧАСТЬ 2. МНОГОВЫВОДНОЙ ЦИФРОВОЙ УЗЕЛ

2.1 Постановка задачи

Требуется составить контрольный тест для проверки функционирования одновыходной схемы.

2.2 Исходные данные

В качестве исходных данных используем схему электрическую принципиальную, представленную на рисунке 2.2.1.

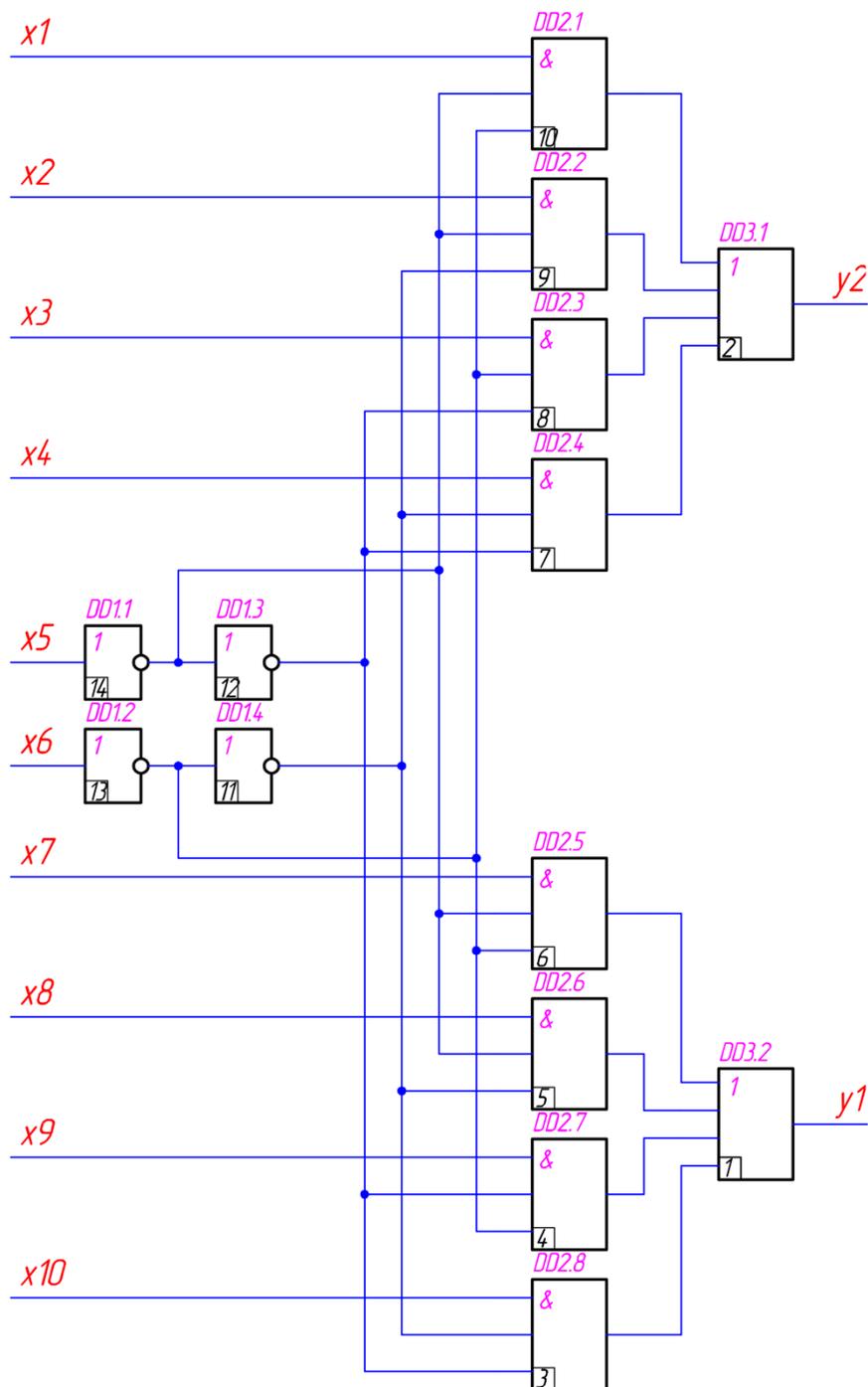


Рисунок 2.2.1 – Схема электрическая функциональная многовыходного цифрового узла

2.3 Получение контрольного теста для многовыходного узла

2.3.1 Получение системы уравнений непосредственных связей

Разобьем схему, представленную на рисунке 2.2.1 на уровни (Рисунок 2.3.1.1)

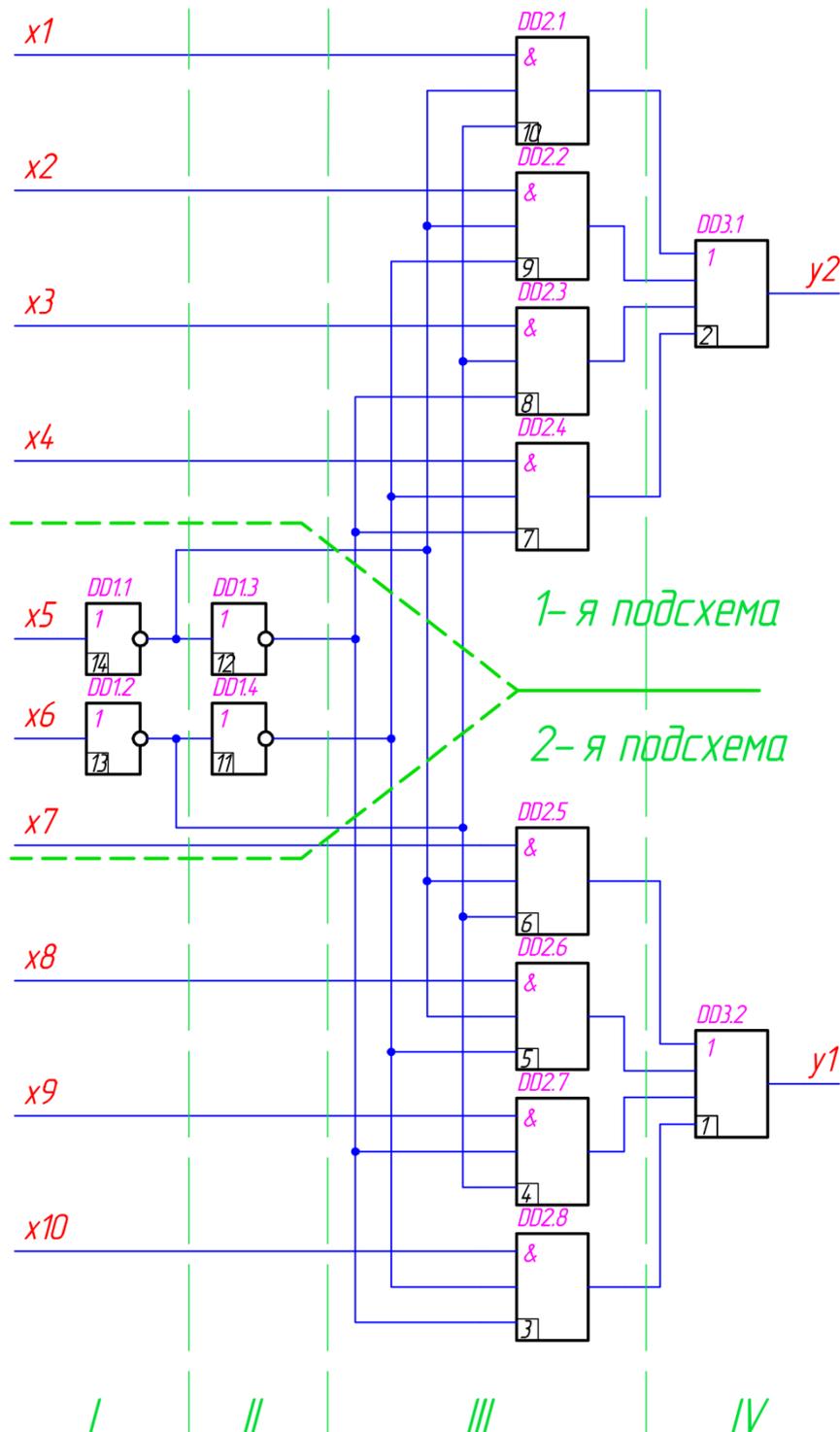


Рисунок 2.3.1.1 – Декомпозиция схемы функциональная принципиальной по уровням

Для схемы введем следующие обозначения:

1. Множество входных переменных: $X=\{x_i\}, i=1..10$
2. Множество выходных (промежуточных) переменных: $Y=\{y_j\}, j=1..14$
3. Множество логических элементов: $A=\{a_k\}, k=1..14$

Используя функциональное назначение элементарных логических элементов (ЭЛЭ), отображаем множество логических элементов во множестве выходных промежуточных переменных:

$$\{a_k\} \rightarrow \{y_j\}$$

Запишем систему уравнений непосредственных связей:

$$\begin{cases} y_{14} = \bar{x}_5 \\ y_{13} = \bar{x}_6 \\ y_{12} = \overline{y_{14}} = x_5 \\ y_{11} = \overline{y_{13}} = x_6 \\ y_{10} = x_1 \cdot y_{14} \cdot y_{13} = x_1 \cdot \bar{x}_5 \cdot \bar{x}_6 \\ y_9 = x_2 \cdot y_{14} \cdot y_{11} = x_2 \cdot \bar{x}_5 \cdot x_6 \\ y_8 = x_3 \cdot y_{13} \cdot y_{12} = x_3 \cdot x_5 \cdot \bar{x}_6 \\ y_7 = x_4 \cdot y_{11} \cdot y_{12} = x_4 \cdot x_5 \cdot x_6 \\ y_6 = x_7 \cdot y_{14} \cdot y_{13} = x_7 \cdot \bar{x}_5 \cdot \bar{x}_6 \\ y_5 = x_8 \cdot y_{14} \cdot y_{11} = x_8 \cdot \bar{x}_5 \cdot x_6 \\ y_4 = x_9 \cdot y_{13} \cdot y_{12} = x_9 \cdot x_5 \cdot \bar{x}_6 \\ y_3 = x_{10} \cdot y_{11} \cdot y_{12} = x_{10} \cdot x_5 \cdot x_6 \\ y_2 = y_{10} \vee y_9 \vee y_8 \vee y_7 \\ y_1 = y_6 \vee y_5 \vee y_4 \vee y_3 \end{cases}$$

2.3.2 Составление эквивалентной нормальной формы (ЭНФ)

Получим функцию $Y_{ВЫХj}$ как функцию только выходных переменных:

$$\begin{aligned} Y_{ВЫХ1} &= 1 \\ Y_{ВЫХ1} &= 6^1 \vee 5^1 \vee 4^1 \vee 3^1 \\ Y_{ВЫХ1} &= x_7^{1,6} \cdot 14^{1,6} \cdot 13^{1,6} \vee x_8^{1,5} \cdot 14^{1,5} \cdot 11^{1,5} \vee x_9^{1,4} \cdot 13^{1,4} \cdot 12^{1,4} \vee x_{10}^{1,3} \cdot 11^{1,3} \cdot 12^{1,3} \\ Y_{ВЫХ1} &= x_7^{1,6} \cdot 14^{1,6} \cdot 13^{1,6} \vee x_8^{1,5} \cdot 14^{1,5} \cdot \overline{13^{1,5,11}} \vee x_9^{1,4} \cdot 13^{1,4} \cdot \overline{14^{1,4,12}} \vee x_{10}^{1,3} \cdot \overline{13^{1,3,11}} \cdot \overline{14^{1,3,12}} \\ Y_{ВЫХ1} &= x_7^{1,6} \cdot \overline{x_5^{1,6,14}} \cdot \overline{x_6^{1,6,13}} \vee x_8^{1,5} \cdot \overline{x_5^{1,5,14}} \cdot \overline{x_6^{1,5,11,13}} \vee x_9^{1,4} \cdot x_5^{1,4,12,14} \cdot \overline{x_6^{1,4,13}} \vee x_{10}^{1,3} \cdot x_6^{1,3,11,13} \cdot x_5^{1,3,12,14} \\ Y_{ВЫХ2} &= 2 \\ Y_{ВЫХ2} &= 10^2 \vee 9^2 \vee 8^2 \vee 7^2 \\ Y_{ВЫХ2} &= x_1^{1,10} \cdot 14^{2,10} \cdot 13^{2,10} \vee x_2^{2,9} \cdot 14^{2,9} \cdot 11^{2,9} \vee x_3^{2,8} \cdot 13^{2,8} \cdot 12^{2,8} \vee x_4^{2,7} \cdot 11^{2,7} \cdot 12^{2,7} \\ Y_{ВЫХ2} &= x_1^{2,10} \cdot 14^{2,10} \cdot 13^{2,10} \vee x_2^{2,9} \cdot 14^{2,9} \cdot \overline{13^{2,9,11}} \vee x_3^{2,8} \cdot 13^{2,8} \cdot \overline{14^{2,8,12}} \vee x_4^{2,7} \cdot \overline{13^{2,7,11}} \cdot \overline{14^{2,7,12}} \\ Y_{ВЫХ2} &= x_1^{2,10} \cdot \overline{x_5^{2,10,14}} \cdot \overline{x_6^{2,10,13}} \vee x_2^{2,9} \cdot \overline{x_5^{2,9,14}} \cdot \overline{x_6^{2,9,11,13}} \vee x_3^{2,8} \cdot x_5^{2,8,12,14} \cdot \overline{x_6^{2,8,13}} \vee x_4^{2,7} \cdot x_6^{2,7,11,13} \cdot x_5^{2,7,12,14} \end{aligned}$$

Данные выражения представляют из себя ЭНФ.

Обозначим пути:

Путь	1,3	1,4	1,5	1,6
№ пути	1	2	3	4
Путь	2,7	2,8	2,9	2,10
№ пути	5	6	7	8
Путь	1,4,13	1,5,14	1,6,13	1,6,14
№ пути	9	10	11	12
Путь	2,8,13	2,9,14	2,10,13	2,10,14
№ пути	13	14	15	16
Путь	1,3,11,13	1,3,12,14	1,4,12,14	1,5,11,13
№ пути	17	18	19	20
Путь	2,7,11,13	2,7,12,14	2,8,12,14	2,9,11,13
№ пути	21	22	23	24

Запишем $Y_{ВЫХj}$ с учётом номеров путей:

$$Y_{ВЫХ1} = x_7^4 \cdot \overline{x_5^{12}} \cdot \overline{x_6^{11}} \vee x_8^3 \cdot \overline{x_5^{10}} \cdot x_6^{20} \vee x_9^2 \cdot x_5^{19} \cdot \overline{x_6^9} \vee x_{10}^1 \cdot x_6^{17} \cdot x_5^{18}$$

$$Y_{ВЫХ2} = x_1^8 \cdot \overline{x_5^{16}} \cdot \overline{x_6^{15}} \vee x_2^7 \cdot \overline{x_5^{14}} \cdot x_6^{24} \vee x_3^6 \cdot x_5^{23} \cdot \overline{x_6^{13}} \vee x_4^5 \cdot x_6^{21} \cdot x_5^{22}$$

Сокращенные ЭНФ совпадают с полными.

2.3.3 Составление обратной эквивалентной нормальной формы (ОЭНФ)

Получим функции $\overline{Y_{ВЫХj}}$ как функцию только выходных переменных и упростим его:

$$\begin{aligned} \overline{Y_{ВЫХ1}} &= \overline{1} \\ \overline{Y_{ВЫХ1}} &= \overline{6^1 \vee 5^1 \vee 4^1 \vee 3^1} = \overline{6^1} \cdot \overline{5^1} \cdot \overline{4^1} \cdot \overline{3^1} \\ \overline{Y_{ВЫХ1}} &= \left(\overline{x_7^{1,6}} \vee \overline{14^{1,6}} \vee \overline{13^{1,6}} \right) \cdot \left(\overline{x_8^{1,5}} \vee \overline{14^{1,5}} \vee \overline{11^{1,5}} \right) \cdot \left(\overline{x_9^{1,4}} \vee \overline{13^{1,4}} \vee \overline{12^{1,4}} \right) \cdot \left(\overline{x_{10}^{1,3}} \vee \overline{11^{1,3}} \vee \overline{12^{1,3}} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \overline{Y_{ВЫХ1}} &= \left(\overline{x_7^{1,6}} \vee \overline{14^{1,6}} \vee \overline{13^{1,6}} \right) \cdot \left(\overline{x_8^{1,5}} \vee \overline{14^{1,5}} \vee \overline{13^{1,5,11}} \right) \cdot \left(\overline{x_9^{1,4}} \vee \overline{13^{1,4}} \vee \overline{14^{1,4,12}} \right) \cdot \\ &\left(\overline{x_{10}^{1,3}} \vee \overline{13^{1,3,11}} \vee \overline{14^{1,3,12}} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \overline{Y_{ВЫХ1}} &= \left(\overline{x_7^{1,6}} \vee \overline{x_5^{1,6,14}} \vee \overline{x_6^{1,6,13}} \right) \cdot \left(\overline{x_8^{1,5}} \vee \overline{x_5^{1,5,14}} \vee \overline{x_6^{1,5,11,13}} \right) \cdot \left(\overline{x_9^{1,4}} \vee \overline{x_5^{1,4,12,14}} \vee \overline{x_6^{1,4,13}} \right) \cdot \\ &\left(\overline{x_{10}^{1,3}} \vee \overline{x_6^{1,3,11,13}} \vee \overline{x_5^{1,3,12,14}} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \overline{Y_{ВЫХ2}} &= \overline{2} \\ \overline{Y_{ВЫХ2}} &= \overline{10^2 \vee 9^2 \vee 8^2 \vee 7^2} = \overline{10^2} \cdot \overline{9^2} \cdot \overline{8^2} \cdot \overline{7^2} \end{aligned}$$

$$\overline{Y_{\text{ВЫХ2}}} = \left(\overline{x_1^{1,10}} \vee \overline{14^{2,10}} \vee \overline{13^{2,10}} \right) \cdot \left(\overline{x_2^{2,9}} \vee \overline{14^{2,9}} \vee \overline{11^{2,9}} \right) \cdot \left(\overline{x_3^{2,8}} \vee \overline{13^{2,8}} \vee \overline{12^{2,8}} \right) \cdot \left(\overline{x_4^{2,7}} \vee \overline{11^{2,7}} \vee \overline{12^{2,7}} \right)$$

$$\overline{Y_{\text{ВЫХ2}}} = \left(\overline{x_1^{2,10}} \vee \overline{14^{2,10}} \vee \overline{13^{2,10}} \right) \cdot \left(\overline{x_2^{2,9}} \vee \overline{14^{2,9}} \vee \overline{13^{2,9,11}} \right) \cdot \left(\overline{x_3^{2,8}} \vee \overline{13^{2,8}} \vee \overline{14^{2,8,12}} \right) \cdot \left(\overline{x_4^{2,7}} \vee \overline{13^{2,7,11}} \vee \overline{14^{2,7,12}} \right)$$

$$\overline{Y_{\text{ВЫХ2}}} = \left(\overline{x_1^{2,10}} \vee \overline{x_5^{2,10,14}} \vee \overline{x_6^{2,10,13}} \right) \cdot \left(\overline{x_2^{2,9}} \vee \overline{x_5^{2,9,14}} \vee \overline{x_6^{2,9,11,13}} \right) \cdot \left(\overline{x_3^{2,8}} \vee \overline{x_5^{2,8,12,14}} \vee \overline{x_6^{2,8,13}} \right) \cdot \left(\overline{x_4^{2,7}} \vee \overline{x_6^{2,7,11,13}} \vee \overline{x_5^{2,7,12,14}} \right)$$

Видно, что пути в ЭНФ и ОЭНФ совпадают. Также видно, что после раскрытия скобок получается очень длинные выражения $Y_{\text{ВЫХ}j}$, поэтому для составления теста выбираем ЭНФ.

2.3.4 Составление контрольного теста

При составлении контрольного теста используем ЭНФ:

$$Y_{\text{ВЫХ1}} = x_7^4 \cdot \overline{x_5^{12}} \cdot \overline{x_6^{11}} \vee x_8^3 \cdot \overline{x_5^{10}} \cdot x_6^{20} \vee x_9^2 \cdot x_5^{19} \cdot \overline{x_6^9} \vee x_{10}^1 \cdot x_6^{17} \cdot x_5^{18}$$

$$Y_{\text{ВЫХ2}} = x_1^8 \cdot \overline{x_5^{16}} \cdot \overline{x_6^{15}} \vee x_2^7 \cdot \overline{x_5^{14}} \cdot x_6^{24} \vee x_3^6 \cdot x_5^{23} \cdot \overline{x_6^{13}} \vee x_4^5 \cdot x_6^{21} \cdot x_5^{22}$$

Проверка 1^й подсхемы:

Проверяем x_5 на «0»

x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	y_1
1	1	1	1	1	1	1

Проверяем x_6 на «0»

x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	y_1
1	1	1	1	1	1	1

Проверяем x_7 на «0»

x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	y_1
0	0	1	1	1	1	1

Проверяем x_8 на «0»

x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	y_1
0	1	1	1	1	1	1

Проверяем x_9 на «0»

x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	y_1
1	0	1	1	1	1	1

Проверяем x_{10} на «0»

x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	y_1
1	1	1	1	1	1	1

Проверяем x_5 на «1»

x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	y_1
0	1	1	1	1	1	1

Проверяем x_6 на «1»

x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	y_1
1	0	1	1	0	1	0

Проверяем x_7 на «1»

x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	y_1
0	0	0	1	1	1	0

Проверяем x_8 на «1»

x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	y_1
0	1	1	0	1	1	0

Проверяем x_9 на «1»

x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	y_1
1	0	1	1	0	1	0

Проверяем x_{10} на «1»

x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	y_1
1	1	1	1	1	0	0

Проверка 2^й подсхемы:

Проверяем x_1 на «0»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y_2
1	1	1	1	0	0	1

Проверяем x_2 на «0»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y_2
1	1	1	1	0	1	1

Проверяем x_3 на «0»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y_2
1	1	1	1	1	0	1

Проверяем x_4 на «0»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y_2
1	1	1	1	1	1	1

Проверяем x_5 на «0»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y_2
1	1	1	1	1	1	1

Проверяем x_6 на «0»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y_2
1	1	1	1	1	1	1

Проверяем x_1 на «1»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y_2
0	1	1	1	0	0	0

Проверяем x_2 на «1»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y_2
1	0	1	1	0	1	0

Проверяем x_3 на «1»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y_2
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

1	1	0	1	1	0	0
---	---	----------	---	---	---	---

Проверяем x_4 на «1»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y_2
1	1	1	0	1	1	0

Проверяем x_5 на «1»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y_2
1	0	1	1	0	1	0

Проверяем x_5 на «1»

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y_2
1	1	0	1	1	0	0

Составим таблицу 2.3.4.1 контрольных наборов (контрольную программу). Так как для некоторых букв наборы совпадают, то их можно объединить. Входы, проверяемые набором, подчеркнуты и выделены курсивом.

Таблица 2.3.4.1 – Таблица контрольных наборов

№ набора	Входы										Выходы	
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	y_1	y_2
1	-	-	-	-	<u>1</u>	<u>1</u>	1	1	1	<u>1</u>	1	-
2	-	-	-	-	0	0	<u>1</u>	1	1	1	1	-
3	-	-	-	-	<u>0</u>	1	1	<u>1</u>	1	1	1	-
4	-	-	-	-	1	0	1	1	<u>1</u>	1	1	-
5	-	-	-	-	1	<u>0</u>	1	1	<u>0</u>	1	0	-
6	-	-	-	-	0	0	<u>0</u>	1	1	1	0	-
7	-	-	-	-	0	1	1	<u>0</u>	1	1	0	-
8	-	-	-	-	1	1	1	1	1	<u>0</u>	0	-
9	<u>1</u>	1	1	1	0	0	-	-	-	-	-	1
10	1	<u>1</u>	1	1	0	1	-	-	-	-	-	1
11	1	1	<u>1</u>	1	1	0	-	-	-	-	-	1
12	1	1	1	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	-	-	-	-	-	1
13	<u>0</u>	1	1	1	0	0	-	-	-	-	-	0
14	1	<u>0</u>	1	1	<u>0</u>	1	-	-	-	-	-	0
15	1	1	<u>0</u>	1	1	<u>0</u>	-	-	-	-	-	0
16	1	1	1	<u>0</u>	1	1	-	-	-	-	-	0

2.3.5 Алгоритм решения задачи

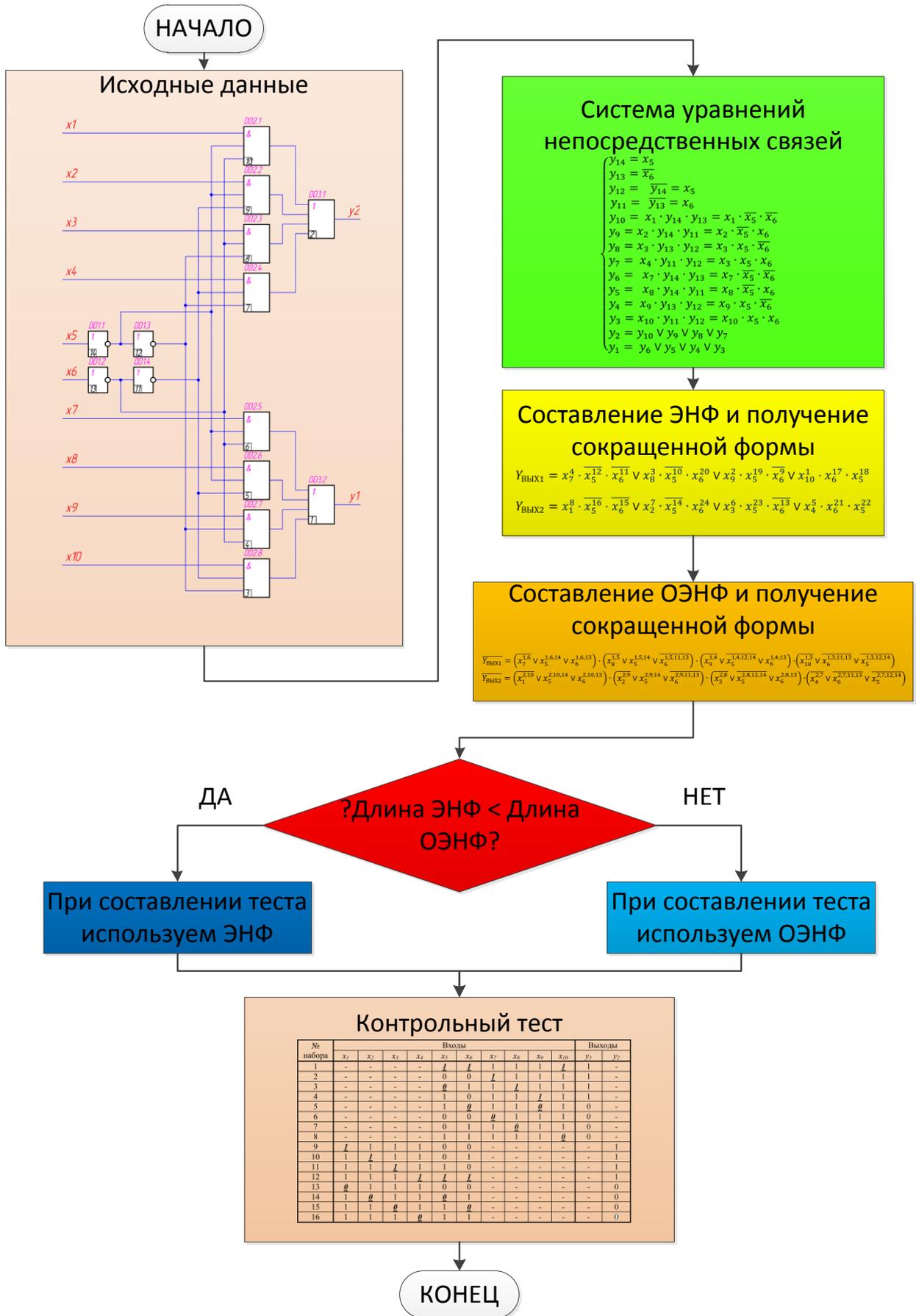
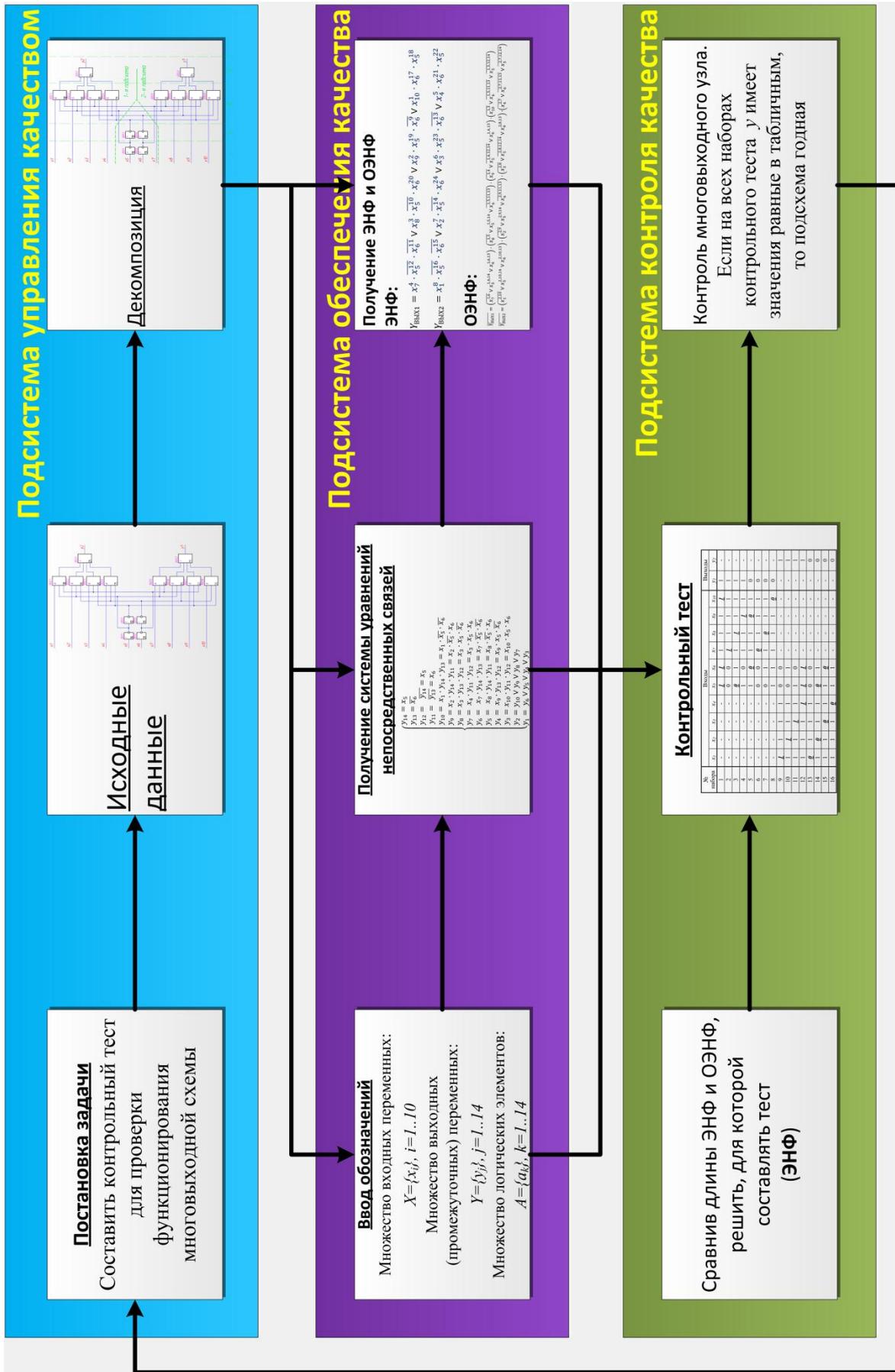


Рисунок 2.3.5.1 – Алгоритм решения задачи контроля

2.3.6 Структурная схемы системы управления качеством при контроле



Р и с у н о к 2. 3. 6. 1 – С и с т е м а у п р а в л е н и я к а ч е с т в о м п р и к о н т р о л е

Выводы

Анализируя этот метод и полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

1. Метод позволяет строить контрольные тесты для любых комбинационных узлов.
2. Некоторые наборы позволяют контролировать одновременно несколько букв.
3. На некоторых наборах требуется одновременный контроль нескольких выходов.

Если на всех наборах контрольного теста (таблица 2.3.4.1) выход u имеет значения, равные значениям в таблице, то подсхема не имеет неисправностей (годная). Если один или несколько наборов теста имеют выход u , отличный от таблицы, то в подсхеме существует неисправность. К сожалению, в каком месте подсхемы эта неисправность, по тесту невозможно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркелов В.В.
Контроль цифровых функциональных узлов ЭВС, Курс лекций 2011 г.
2. Силантьев Ю.Н.
Автоматизация контроля цифровых устройств и ТЭЗов (Модулей первого уровня) на комбинационных схемах. Методические указания для курсового и дипломного проектирования по курсу «Технология производства ЭВА и РЭА». Москва, 1984.