

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок  
и технологических комплексов»

## **НАЛАДКА И ДИАГНОСТИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА**

Методическое пособие по выполнению контрольной работы  
для студентов заочной формы обучения специальности 1-53 01 05  
«Автоматизированные электроприводы»

*Учебное электронное издание*

**М и н с к 2 0 1 2**

УДК

**А в т о р ы :**

*Д.С. Васильев,*

*Е.П. Раткевич*

**Р е ц е н з е н т ы :**

*Ю.Е. Лившиц,* доцент кафедры «Робототехнические системы» БНТУ,  
кандидат технических наук;

*Н.П. Коровкина,* доцент кафедры «Автоматизация производственных  
процессов и электроника» БГТУ, кандидат технических наук

В пособии приведены материалы, необходимые для выполнения контрольной работы по дисциплине «Наладка и диагностика автоматизированного электропривода», включающие варианты задания на контрольную работу, пример выполнения первой части контрольной работы, ссылки на литературу по тематике выполняемой контрольной работы и требования к ее оформлению.

Белорусский национальный технический университет  
пр-т Независимости, 65, г. Минск, Республика Беларусь  
Тел.(017) 293-91-97 факс (017) 292-91-37  
Регистрационный № БНТУ/ФИТР46-67.2012

© БНТУ, 2012

© Васильев Д.С., Раткевич Е.П., 2012

© Васильев Д.С., компьютерный  
дизайн, 2012

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| Введение .....   | 4  |
| Пример построения контролирующего и диагностического тестов..... | 5  |
| 1. Условие задачи.....   | 5  |
| 2. Составление таблиц функций неисправностей.....                | 5  |
| 3. Построение контролирующего теста .....                        | 8  |
| 4. Построение диагностического теста.....                        | 9  |
| Список использованных источников .....                           | 12 |
| Приложение А.....  | 13 |

## Введение

Контрольная работа по дисциплине «Наладка и диагностика автоматизированного электропривода» выполняется студентами 6 курса заочной формы обучения специальности 53 01 05 «Автоматизированные электроприводы».

Контрольная работа состоит из двух частей:

1. Построение контролирующего и диагностического тестов для заданного логического устройства.
2. Рассмотрение комплектного электропривода.

Схема логического устройства представлена на рис.А1 в Приложении А. Функции, реализуемые логическими элементами, назначаются преподавателем в соответствии с таблицей вариантов задания на контрольную работу (табл. А1), представленной в Приложении А.

Для построения тестов необходимо знание алгебры логики и методик получения оптимальных логических выражений.

В методическом пособии представлен пример построения контролирующего и диагностирующего тестов для логического устройства, а в списке использованных источников указана необходимая для выполнения задания на контрольную работу литература [1].

Комплектный электропривод студент должен подобрать по месту работы и согласовать его с преподавателем.

В контрольной работе необходимо представить технические данные электропривода, указать область применения, схему подключения с описанием, подробную функциональную схему с описанием, описать возможные режимы работы, применяемые защиты и диагностику, методику наладки и эксплуатации.

Оформлять контрольную работу необходимо в соответствии с требованиями методического пособия [2].

## Пример построения контролирующего и диагностического тестов

### 1. Условие задачи

Необходимо построить контролирующий и диагностический тесты для логического устройства, представленного ниже на рис.1.1.

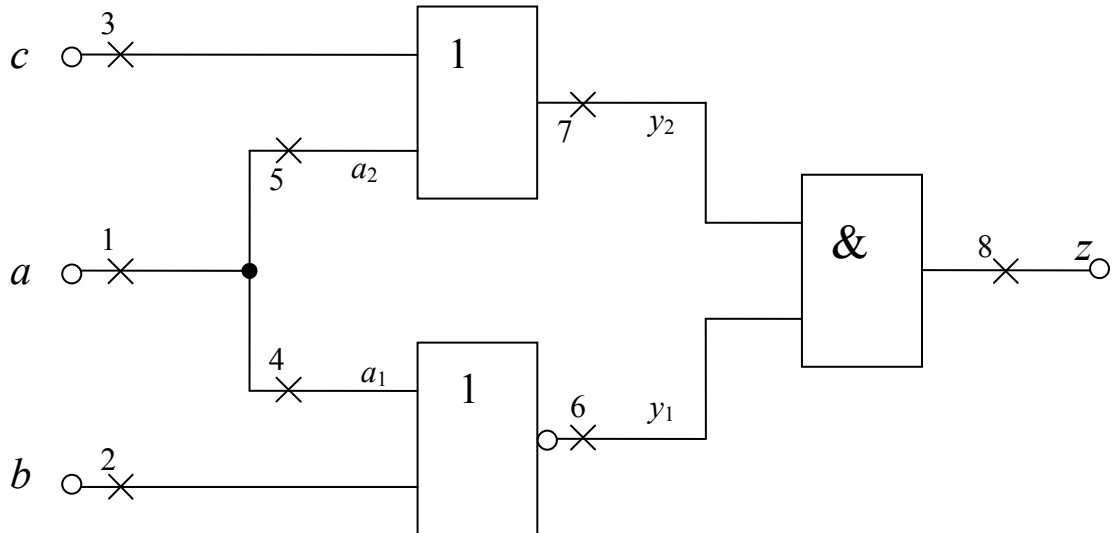


Рис.1.1. Схема логического устройства

Перед построением контролирующего и диагностирующего тестов принимаем следующие допущения:

1. Логические элементы исправны.
2. Неисправность может быть только в одном отдельно взятом узле схемы (от 1 до 8).
3. Неисправность может иметь значение «1» или «0».

Контролирующий и диагностический тесты представляют собой наборы переменных, подаваемых на входы  $a$ ,  $b$ ,  $c$ .

С помощью контролирующего теста по значениям выходного сигнала  $z$  можно определить, исправна схема или нет, а с помощью диагностического теста можно определить место и вид неисправности.

Логическое выражение для исправной схемы имеет вид:

$$z = (y_1 + y_2) = (a + c) \cdot (\overline{a + b}) = (a + c) \overline{a} \cdot \overline{b} = a \cdot \overline{a} \cdot \overline{b} + \overline{a} \cdot \overline{b} \cdot c = \overline{a} \cdot \overline{b} \cdot c. \quad (1.1)$$

Логическое выражение при неисправностях в узле 4 или 5 можно представить как:

$$z = (a_2 + c) \cdot (\overline{a_1 + b}) = (a_2 + c) \cdot \overline{a_1} \cdot \overline{b} = \overline{a_1} \cdot a_2 \cdot \overline{b} + \overline{a_1} \cdot \overline{b} \cdot c. \quad (1.2)$$

### 2. Составление таблиц функций неисправностей

В табл.2.1 в столбике «Функция неисправностей» записывается выражение функций неисправностей, соответствующее наличию конкретной неисправности в соответствующем узле схемы. Эти выражения получают подстановкой в выражения (1.1) и (1.2) значений «1» или «0» в соответствующем узле схемы.

Таблица неисправностей

| Номер узла | Неисправность | Переменная в узле   | Функция неисправности                       |
|------------|---------------|---------------------|---|
| 1          | 1             | $a_1=1 \quad a_2=1$ | $z_{1+1}=0$                                 |
|            | 0             | $a_1=0 \quad a_2=0$ | $z_{1-0}=\bar{b} \cdot c$                   |
| 2          | 1             | $e=1$               | $z_{2-1}=0$                                 |
|            | 0             | $e=0$               | $z_{2-0}=\bar{a} \cdot c$                   |
| 3          | 1             | $c=1$               | $z_{3-1}=\bar{a} \cdot \bar{b}$             |
|            | 0             | $c=0$               | $z_{3-0}=0$                                 |
| 4          | 1             | $a_1=1 \quad a_2=a$ | $z_{4-1}=0$                                 |
|            | 0             | $a_1=0 \quad a_2=a$ | $z_{4-0}=a \cdot \bar{b} + c \cdot \bar{b}$ |
| 5          | 1             | $a_2=1 \quad a_1=a$ | $z_{5-1}=\bar{a} \cdot \bar{b}$             |
|            | 0             | $a_2=0 \quad a_1=a$ | $z_{5-0}=\bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c$     |
| 6          | 1             | $y_1=1$             | $z_{6-1}=a + c$                             |
|            | 0             | $y_1=0$             | $z_{6-0}=0$                                 |
| 7          | 1             | $y_2=1$             | $z_{7-1}=\bar{a} \cdot \bar{b}$             |
|            | 0             | $y_2=0$             | $z_{7-0}=0$                                 |
| 8          | 1             | $z=1$               | $z_{8-1}=1$                                 |
|            | 0             | $z=0$               | $z_{8-0}=0$                                 |

В случае неисправности в узле 4 рассматривается  $a_1 = 1(0)$ ,  $a_2 = a$ , в узле 5 – соответственно  $a_1 = a$ ,  $a_2 = 1(0)$ . В индексе выходного сигнала указываются номер рассматриваемого узла и вид неисправности, например,  $z_{2-1}$  – значение выходного сигнала, если во втором узле неисправность типа «1».

В таблице функций неисправностей (табл.2.2) записываются для всех восьми наборов входных сигналов исправной схемы ( $e_0$ ) и шестнадцати неисправных схем – соответственно  $e_1-e_{16}$  по выражениям, которые представлены в табл. 2.1.

Анализируя табл.2.2., находим обнаруживаемые, необнаруживаемые, различные и неразличимые неисправности.

Сравнивая  $e_{10}$  и  $e_0$  находим, что неисправность вида  $e_{10}$  относится к классу необнаруживаемых неисправностей, так как при всех наборах входных переменных выходные сигналы исправной схемы и схемы с данной неисправностью одинаковы.

К классу обнаруживаемых, но неразличимых неисправностях, относятся неисправности, у которых при всех наборах входных переменных выходные сигналы одинаковы.

Таблица 2.2

Таблица функций неисправностей

| Номер набора | Входные переменные |   |   | Функции исправной схемы $e_0$ | Функции неисправностей |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|--------------|--------------------|---|---|-------------------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|              |                    |   |   |                               | $e_1$                  | $e_2$     | $e_3$     | $e_4$     | $e_5$     | $e_6$     | $e_7$     | $e_8$     | $e_9$     | $e_{10}$  | $e_{11}$  | $e_{12}$  | $e_{13}$  | $e_{14}$  | $e_{15}$  | $e_{16}$  |
|              | a                  | b | c |                               | $z_{1-1}$              | $z_{1-0}$ | $z_{2-1}$ | $z_{2-0}$ | $z_{3-1}$ | $z_{3-0}$ | $z_{4-1}$ | $z_{4-0}$ | $z_{5-1}$ | $z_{5-0}$ | $z_{6-1}$ | $z_{6-0}$ | $z_{7-1}$ | $z_{7-0}$ | $z_{8-1}$ | $z_{8-0}$ |
| 0            | 0                  | 0 | 0 | 0                             | 0                      | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 1         | 0         |
| 1            | 0                  | 0 | 1 | 1                             | 0                      | 1         | 0         | 1         | 1         | 0         | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 0         | 1         | 0         | 1         | 0         |
| 2            | 0                  | 1 | 0 | 0                             | 0                      | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         |
| 3            | 0                  | 1 | 1 | 0                             | 0                      | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         |
| 4            | 1                  | 0 | 0 | 0                             | 0                      | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         |
| 5            | 1                  | 0 | 1 | 0                             | 0                      | 1         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         |
| 6            | 1                  | 1 | 0 | 0                             | 0                      | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         |
| 7            | 1                  | 1 | 1 | 0                             | 0                      | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         |

В данной схеме две группы неразличимых неисправностей –  $e_1, e_3, e_6, e_7, e_{12}, e_{14}, e_{16}$  и  $e_5, e_9, e_{13}$ .

Из дальнейшего рассмотрения исключаем неисправность  $e_{10}$  и из каждой группы неразличимых неисправностей оставляем по одной неисправности; в данном случае оставляем  $e_1$  и  $e_5$ .

Все остальные неисправности являются обнаруживаемыми и различимыми.

В результате в дальнейшем рассматриваем исправную схему ( $e_0$ ) и неисправные схемы  $e_1, e_2, e_4, e_5, e_8, e_{11}, e_{15}$ .

### 3. Построение контролирующего теста

Для построения минимального контролирующего теста построим таблицу покрытия для пар функций  $e_0 e_j$ , где  $e_0$  – функция исправной схемы,  $e_j$  – функция конкретной неисправной схемы.

В таблице покрытия (табл.3.1) для каждого набора входных переменных, которые для удобства обозначим заглавными латинскими буквами, запишем результаты сравнения выходных сигналов исправной схемы и рассматриваемой неисправной. Если выходные сигналы при данном наборе входных сигналов отличаются, то в соответствующей клеточке таблицы покрытия записываем «1».

Таблица 3.1

Таблица покрытия для пар функций  $e_0 e_j$

| Номер набора | Входные переменные |     |     | $e_0 e_j$ |     |     |     |     |      |      |
|--------------|--------------------|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|------|------|
|              | $a$                | $b$ | $c$ | 0.1       | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.8 | 0.11 | 0.15 |
| A 0          | 0                  | 0   | 0   |           |     |     | 1   |     |      | 1    |
| B 1          | 0                  | 0   | 1   | 1         |     |     |     |     |      |      |
| C 2          | 0                  | 1   | 0   |           |     |     |     |     |      | 1    |
| D 3          | 0                  | 1   | 1   |           |     | 1   |     |     | 1    | 1    |
| E 4          | 1                  | 0   | 0   |           |     |     |     | 1   | 1    | 1    |
| F 5          | 1                  | 0   | 1   |           | 1   |     |     | 1   | 1    | 1    |
| G 6          | 1                  | 1   | 0   |           |     |     |     |     | 1    | 1    |
| H 7          | 1                  | 1   | 1   |           |     |     |     |     | 1    | 1    |

Так, например, результаты сравнения выходных сигналов исправной схемы ( $e_0$ ) и первой неисправной ( $e_1$ ) указываются в столбике «0,1». При первом наборе входных переменных (наборе В) выходной сигнал исправной схемы равен «1», а первой неисправной – «0». Поэтому в соответствующей клеточке таблицы покрытия записываем «1». Т.е. данный набор входных переменных обнаруживает или проявляет рассматриваемую неисправность. При всех остальных наборах входных переменных выходные сигналы  $e_0$  и  $e_1$  одинаковые, следовательно, остальные клеточки этого столбика пустые. Аналогично, в соответствующих столбиках таблицы покрытия указываются результаты сравнения выходных сигналов  $e_0$  и  $e_2, e_0$  и  $e_4, e_0$  и  $e_5, e_0$  и  $e_8, e_0$  и  $e_{11}, e_0$  и  $e_{15}$ .

На основании таблицы покрытия (табл.3.1) записываем функцию покрытия по следующим правилам:

1. Для каждого столбика таблицы покрытия записываем сумму наборов входных переменных при которых в этом столбике указана «1», например, в столбике, где



представлены результаты сравнения  $e_0$  и  $e_{11}$  при наборе D, E, F, G, H записана «1», поэтому для данного столбика записываем сумму – D+E+F+G+H.

2. Записываем произведение указанных сумм.

В итоге функция покрытия имеет вид:

$$\Phi_{\Pi} = B \cdot F \cdot D \cdot A \cdot (E+F)(D+E+F+G+H)(A+C+D+E+F+G+H).$$

Преобразуем ее по аналогии со следующим примером:

$$F \cdot (E+F) = F \cdot E + F \cdot F = F \cdot E + F = F \cdot (E+1) = F \cdot 1 = F.$$

В результате преобразования функция покрытия примет вид:

$$\Phi_{\Pi} = A \cdot B \cdot D \cdot F.$$

В данном примере функция покрытия состоит из одного произведения, однако может быть получено выражение, состоящее из нескольких произведений. В этом случае из них следует выбрать произведение, состоящее из минимального количества сомножителей, что определяет наименьшее количество наборов, входящих в контролирующий тест.

В нашем случае контролирующий тест состоит из наборов 0(A), 1(B), 3(D) и 5(F) и представлен ниже в табл.3.2.

Таблица 3.2

Контролирующий тест

| Номер набора | Входные переменные |     |     | $e_0$ | Функция неисправностей |       |       |       |       |          |          |
|--------------|--------------------|-----|-----|-------|------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|
|              | $a$                | $b$ | $c$ |       | $e_1$                  | $e_2$ | $e_4$ | $e_5$ | $e_8$ | $e_{11}$ | $e_{15}$ |
| 0            | 0                  | 0   | 0   | 0     | 0                      | 0     | 0     | 1     | 0     | 0        | 1        |
| 1            | 0                  | 0   | 1   | 1     | 0                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 1        | 1        |
| 3            | 0                  | 1   | 1   | 0     | 0                      | 0     | 1     | 0     | 0     | 1        | 1        |
| 5            | 1                  | 0   | 1   | 0     | 0                      | 1     | 0     | 0     | 1     | 1        | 1        |

Проверка исправности устройства производится следующим образом. На входы устройства подаются последовательно наборы входных переменных, указанных в контролирующем тексте, если значения выходных сигналов отличаются от значений  $e_0$ , то в устройстве имеется неисправность. Данный тест не является диагностическим, так как выходные сигналы при второй неисправности ( $e_2$ ) и восьмой неисправности ( $e_8$ ) одинаковы при всех наборах контролирующего теста.

#### 4. Построение диагностического теста

Диагностический тест позволяет указать место и вид неисправности в устройстве. Поэтому в таблице покрытия указываются результаты попарного сравнения функций всех неисправностей друг с другом (табл.4.1). Заполнение таблицы осуществляется так же, как и табл.3.1. В случае, если при одном и том же наборе входных переменных выходные сигналы при сравниваемых неисправностях не совпадают, то в соответствующей клеточке таблицы покрытия записывается «1».

Таблица 4.1

Таблица пар функций  $e_i e_j$ .

| Номер набора | Входные переменные |     |     | $e_i e_j$ |     |     |     |      |      |     |     |     |      |      |     |     |      |      |     |      |      |      | Число единиц в строке |       |       |       |       |       |
|--------------|--------------------|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|------|------|-----|------|------|------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|              | $a$                | $b$ | $c$ | 1-2       | 1-4 | 1-5 | 1-8 | 1-11 | 1-15 | 2-4 | 2-5 | 2-8 | 2-11 | 2-15 | 4-5 | 4-8 | 4-11 | 4-15 | 5-8 | 5-11 | 5-15 | 8-11 | 8-15                  | 11-15 | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ |
| 0            | 0                  | 0   | 0   |           |     | 1   |     |      | 1    |     | 1   |     |      | 1    | 1   |     |      | 1    | 1   | 1    |      |      | 1                     | 1     | 10    | 5     | 3     | —     |
| 1            | 0                  | 0   | 1   | 1         | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    |     |     |     |      |      |     |     |      |      |     |      |      |      |                       |       | 6     | 3     | 2     | 1     |
| 2            | 0                  | 1   | 0   |           |     |     |     |      | 1    |     |     |     |      | 1    |     |     |      | 1    |     |      | 1    |      | 1                     | 1     | 6     | 2     | 1     | —     |
| 3            | 0                  | 1   | 1   |           | 1   |     |     | 1    | 1    | 1   |     |     | 1    | 1    | 1   | 1   |      |      |     | 1    | 1    | 1    | 1                     |       | 12    | 5     | —     | —     |
| 4            | 1                  | 0   | 0   |           |     |     | 1   | 1    | 1    |     |     | 1   | 1    | 1    |     | 1   | 1    | 1    | 1   | 1    | 1    |      |                       |       | 12    | —     | —     | —     |
| 5            | 1                  | 0   | 1   | 1         |     |     | 1   | 1    | 1    | 1   | 1   |     |      |      |     | 1   | 1    | 1    | 1   | 1    | 1    |      |                       |       | 12    | 3     | 2     | 1     |
| 6            | 1                  | 1   | 0   |           |     |     |     | 1    | 1    |     |     |     | 1    | 1    |     |     | 1    | 1    |     | 1    | 1    | 1    | 1                     |       | 10    | 2     | —     | —     |
| 7            | 1                  | 1   | 1   |           |     |     |     | 1    | 1    |     |     |     | 1    | 1    |     |     | 1    | 1    |     | 1    | 1    | 1    | 1                     |       | 10    | 2     | —     | —     |

Функция покрытия обеспечивает получение минимально возможного теста, но требует громоздких преобразований. В нашем случае исходная функция покрытия содержит 21 сомножитель.

Рассмотрим простой метод, который позволяет получить минимизированный, т.е. близкий к минимальному, тест. В некоторых случаях, в том числе и в рассматриваемом, этот метод обеспечивает получение минимального теста.

Для определения диагностического теста необходимо найти такую совокупность наборов входных переменных, чтобы она обеспечивала получение единиц во всех столбцах таблицы покрытия.

К табл.4.1 добавляются несколько заполняемых в определенной последовательности столбцов  $a_1, a_2, a_3, a_4$ , в которых отмечается поэтапно число единиц в каждой строке. В клетках столбца  $a_1$  записывается число единиц в каждой строке в начале составления диагностического теста. Выбирается одна из строк, содержащая наибольшее число единиц. В данном случае 12 единиц имеют строки 3, 4, 5, т.е.  $a_{1\max}=12$ . Выбирается любая из этих строк, например, 4. Следовательно, в состав диагностического теста включаем четвертый набор входных переменных.

Затем вычеркиваем все столбцы табл.4.1, содержащие единицу в четвертой строке, их будет 12.

Опять подсчитываем единицы в каждой строке с учетом оставшихся столбцов и записываем их в столбце  $a_2$ . Максимальное количество единиц  $a_{2\max}=5$ . В табл.4.1.  $a_{2\max}$  находится в строках под номерами 0 и 3. Выбираем строку 3, включая этот набор входных переменных в диагностический тест, и вычеркиваем столбцы, содержащие единицу в наборе под номером 3.

В столбце  $a_3$  записываем количество единиц в оставшихся столбцах и выбираем строку, где  $a_{3\max}=3$  – это строка под номером 0. Включаем этот набор в диагностический тест и вычеркиваем соответствующие столбцы. В столбце  $a_4$  получаем  $a_{4\max}=1$  в первом и пятом наборах выбираем первый набор.

В результате получим диагностический тест, содержащий наборы 0, 1, 3, 4 (табл.4.2) – в этой таблице выходные сигналы всех неисправностей отличаются друг от друга.

Таблица 4.2

Диагностический тест

| Номер набора | Входные переменные |     |     | Функции неисправностей |       |       |       |       |          |          | $e_0$ |
|--------------|--------------------|-----|-----|------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|-------|
|              | $a$                | $b$ | $c$ | $e_1$                  | $e_2$ | $e_4$ | $e_5$ | $e_8$ | $e_{11}$ | $e_{15}$ |       |
| 0            | 0                  | 0   | 0   | 0                      | 0     | 0     | 1     | 0     | 0        | 1        | 0     |
| 1            | 0                  | 0   | 1   | 0                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 1        | 1        | 1     |
| 3            | 0                  | 1   | 1   | 0                      | 0     | 1     | 0     | 0     | 1        | 1        | 0     |
| 4            | 1                  | 0   | 0   | 0                      | 0     | 0     | 0     | 1     | 1        | 1        | 0     |

После получения диагностического теста данным методом необходимо проверить, имеются ли в данном тесте лишние наборы входных переменных. Для этого необходимо последовательно исключать каждый из наборов входных переменных и анализировать функции неисправностей, если они отличаются друг от друга, значит, этот набор входных переменных можно удалить.

Для определения места и вида неисправности на входы устройства последовательно подаются наборы входных переменных 0, 1, 3, 4, записываются выходные сигналы и с помощью таблицы диагностического теста определяют имеющуюся неисправность ( $e_1 - e_{15}$ ).

Данный диагностический тест не может быть контролирующим, т.к. выходные сигналы исправной схемы ( $e_0$ ) совпадают с выходными сигналами при второй неисправности ( $e_2$ ), но при применении диагностического теста уже известно, что схема неисправна.

При проверке устройства необходимо учитывать наличие в нем обнаруживаемых и неразличимых неисправностей.

Так как в схеме существует обнаруживаемая неисправность  $e_{10}$  (табл. 2.2), то если в результате применения контролирующего теста получаем выходные сигналы, соответствующие  $e_0$  (табл. 3.2) необходимо убедиться, что схема исправна. Для этого необходимо проверить сигнал в точке 5 (см. схему устройства на рис.1.1). Если сигнал в точке 5 равен входному сигналу «а» и меняется с изменением этого сигнала, следовательно, схема исправна. Если сигнал в точке 5 при изменении входного сигнала «а» не меняется и равен нулю, то имеет место неисправность типа «0» в точке 5.

Если в результате применения диагностического теста обнаруживают неисправность, входящую в группу неразличимых неисправностей, то для выявления конкретной неисправности необходимо дополнительно проверить сигналы в конкретных точках схемы. Так, например, если выявлена неисправность  $e_5$ , то необходимо проверить сигнал в точке 3 при входном сигнале  $c=0$ , сигнал в точке 5 при входном сигнале  $a=0$  и сигнал в точке 7 при  $a=c=0$ .

#### **Список использованных источников**

1. Грейнер, Г.Р. Проектирование бесконтактных управляющих логических устройств промышленной автоматики / Г.Р. Грейнер, В.П. Ильяшенко. - М.: Энергия, 1977. – 384 с.

2. Васильев, С.В. Оформление курсовых работ, дипломных и курсовых проектов: методическое пособие для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» / С.В. Васильев, Е.П. Раткевич. - Минск: БНТУ, 2012. – 37 с.

Варианты задания на контрольную работу

| Номер варианта | Логическая функция элемента |        |        | Номер варианта | Логическая функция элемента |        |        |
|----------------|-----------------------------|--------|--------|----------------|-----------------------------|--------|--------|
|                | 1                           | 2      | 3      |                | 1                           | 2      | 3      |
| 1              | или                         | или    | или    | 24             | или                         | и-не   | и-не   |
| 2              | или                         | и      | или    | 25             | или-не                      | и-не   | и      |
| 3              | или                         | или    | и      | 26             | или-не                      | и-не   | и-не   |
| 4              | и                           | или    | или    | 27             | и                           | или    | или-не |
| 5              | и                           | и      | или    | 28             | и                           | или-не | или    |
| 6              | и                           | или    | и      | 29             | и                           | или-не | или-не |
| 7              | или                         | и      | и      | 30             | и-не                        | или-не | или    |
| 8              | или                         | или-не | или    | 31             | и-не                        | или-не | или-не |
| 9              | или-не                      | или    | или    | 32             | или                         | или    | и-не   |
| 10             | или                         | или    | или-не | 33             | или                         | или-не | и-не   |
| 11             | или                         | или-не | или-не | 34             | или-не                      | или    | и-не   |
| 12             | или-не                      | или-не | или    | 35             | или-не                      | или-не | и-не   |
| 13             | или-не                      | или    | или-не | 36             | и                           | и      | или-не |
| 14             | или-не                      | или-не | или-не | 37             | и                           | и-не   | или-не |
| 15             | и                           | и      | и-не   | 38             | и-не                        | и      | или-не |
| 16             | и                           | и-не   | и      | 39             | и-не                        | и-не   | или-не |
| 17             | и-не                        | и      | и      | 40             | или-не                      | или-не | и      |
| 18             | и-не                        | и-не   | и      | 41             | и-не                        | и-не   | или    |
| 19             | и-не                        | и      | и-не   | 42             | или-не                      | и      | или-не |
| 20             | и                           | и-не   | и-не   | 43             | или-не                      | и-не   | или-не |
| 21             | и-не                        | и-не   | и-не   | 44             | и-не                        | или    | и-не   |
| 22             | или                         | и      | и-не   | 45             | и-не                        | или-не | и-не   |
| 23             | или                         | и-не   | и      | 46             | или                         | и-не   | и      |

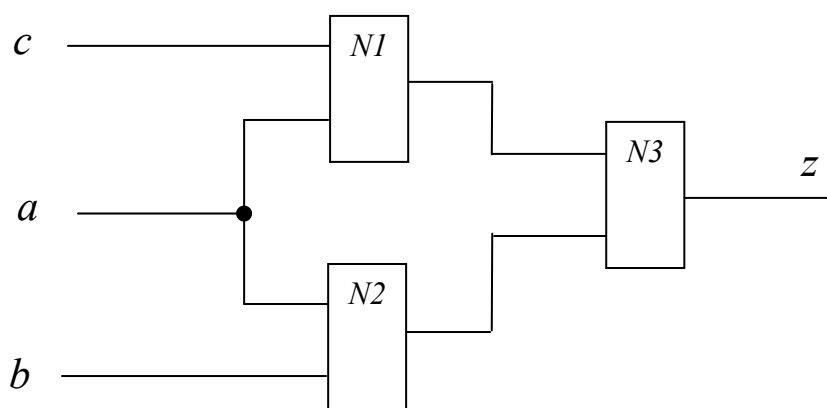


Рис. А1. Схема логического устройства