

А. И. ТИМОШКИН, В. В. КАМЕНСКИЙ (Ростовский государственный университет)

МЕТОДЫ ОПЕРАТИВНОГО АППАРАТНОГО КОНТРОЛЯ ЦИФРОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УЗЛОВ

Наведено різні методи оперативного вбудованого контролю для цифрових функціональних вузлів. Подані методи базуються на одночасному використанні декількох самоконтрольованих або (і) несамоконтрольованих схем вбудованого контролю для одного й того ж функціонального вузла.

Предлагаются различные методы оперативного встроенного контроля для цифровых функциональных узлов. Предлагаемые методы базируются на одновременном использовании нескольких самоконтролируемых или (и) несамоконтролируемых схем встроенного контроля для одного и того же функционального узла.

Various methods of operative built-in check for digital functional units are proposed. These methods are based on simultaneously using several self-checking or (and) non-self-checking control schemes for the same functional unit.

Для обеспечения максимальной эффективности железнодорожного транспорта необходимо свести к минимуму количество отказов и время восстановления узлов и систем управления. Бесперебойность работы железнодорожного транспорта обеспечивается современными системами автоматики и телемеханики, которые должны обладать высокой надежностью и отказоустойчивостью. Для повышения надежности и отказоустойчивости аппаратных средств систем телеуправления и телесигнализации используются различные методы резервирования устройств этих систем.

Обычно в системах железнодорожной автоматики и телемеханики используются методы резервирования, основанные на троированных мажоритарных структурах. Одним из существенных недостатков данной группы методов является общая сложность системы и как следствие ее высокая стоимость.

Другая группа методов повышения надежности и отказоустойчивости основана на контроле правильности функционирования устройств. Устройства дополняются схемами встроенного контроля (СВК) или самоконтролируемыми схемами встроенного контроля (ССВК).

СВК формирует сигнал ошибки в случае возникновения неисправностей в контролируемом устройстве. Однако СВК не обнаруживает собственные неисправности, что порождает в этом случае проблему «сторожа над сторожем».

Самоконтролируемая схема встроенного контроля обнаруживает не только неисправности контролируемого устройства, но также свои собственные. ССВК обычно имеет два выхода. Парафазный сигнал на выходах свидетельствует о правильном функционировании контролируемого устройства и ССВК, а синфазный – о наличии не-

исправности в устройстве или ССВК. Но в этом случае при синфазном сигнале на выходах ССВК приходится заменять весь самоконтролируемый блок (т. е. устройство и ССВК) целиком.

Для обеспечения возможности отдельной замены либо устройства, либо ССВК в самоконтролируемом блоке предлагается использовать в нем две ССВК одновременно (рис. 1). При этом при наличии синфазных сигналов на выходах обеих ССВК заменяется контролируемое устройство, при наличии синфазного сигнала на выходах только одной из двух ССВК заменяется эта ССВК.

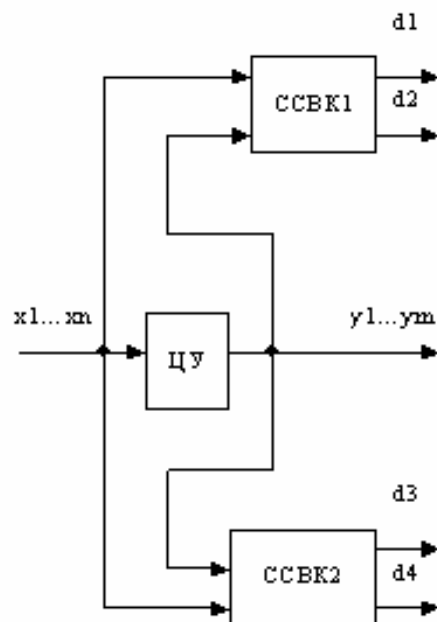


Рис. 1

Частичную возможность отдельной замены дает метод оперативного контроля на основе одновременного использования в самоконтро-

лируемом блоке двух несамоконтролируемых схем встроенного контроля (рис. 2). При этом при наличии сигналов о неправильном функционировании на выходах обеих СВК заменяется контролируемый цифровой узел, а при наличии различных сигналов на выходах этих СВК заменяется весь самоконтролируемый блок целиком (т. е. цифровой узел и две СВК).

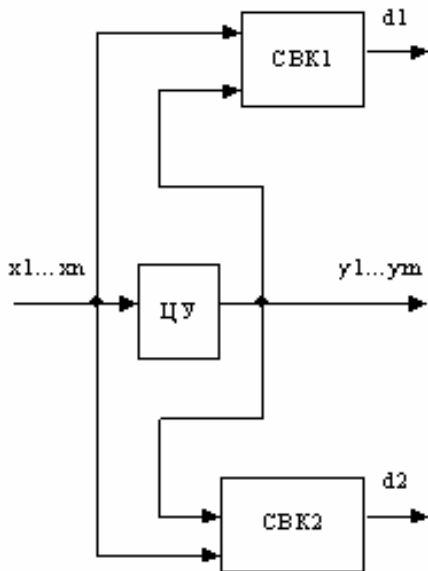


Рис. 2

Полную возможность отдельной замены наряду с методом на основе двух ССВК дает метод оперативного контроля на основе одновременного использования в самоконтролируемом блоке трех несамоконтролируемых схем встроенного контроля (рис. 3).

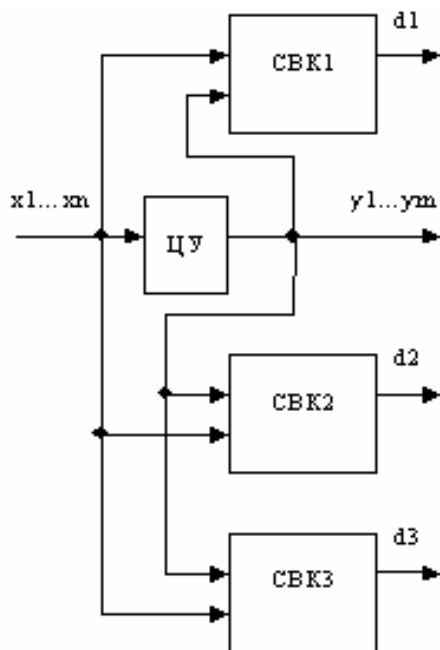


Рис. 3

В этом случае, при наличии сигналов о неправильном функционировании на выходах всех трех СВК, заменяется контролируемый цифровой узел, при наличии сигнала о неправильном функционировании на выходе одной из трех СВК заменяется эта СВК, а при наличии сигнала о правильном функционировании на выходе одной из трех СВК заменяется эта СВК и контролируемый узел. Считается, что одновременно не могут отказать две и более подсхем структур, приведенных на рис. 1–3.

Метод повышения разрешающей способности оперативного контроля на основе одновременного использования двух самоконтролируемых схем встроенного контроля (ССВК) имеет существенный недостаток. Для реализации встроенного контроля правильности функционирования цифровых узлов могут потребоваться большие аппаратные затраты. Так, по данным работ [2; 3] аппаратные затраты на реализацию одной несамоконтролируемой схемы встроенного контроля (СВК) в среднем составляют 25...30 % от затрат на реализацию цифрового контролируемого узла. Поскольку затраты на реализацию ССВК как минимум вдвое превышают затраты на реализацию СВК, то суммарные затраты на реализацию двух ССВК могут составить 100...120 %. Для уменьшения аппаратных затрат на реализацию схем встроенного контроля при сохранении возможности отдельной замены [1] предлагается следующее:

- организовать двухуровневый контроль правильности функционирования;
- ССВК использовать в комбинации с СВК.

Применение двух отмеченных принципов позволяет получить рациональную с точки зрения затрат на реализацию встроенного контроля структуру самоконтролируемого блока. Эта структура представлена на рис. 4. Правильность функционирования цифрового узла контролируется одновременно двумя СВК, правильность функционирования которых в свою очередь контролируется отдельной ССВК. При этом затраты на реализацию встроенного контроля составляют 75...90 %.

При наличии сигналов о неправильном функционировании на выходах обеих СВК заменяется контролируемый цифровой узел, а также ССВК, на выходах которой присутствует синфазный сигнал, либо заменяются обе СВК при синфазных сигналах на выходах двух ССВК. (Считается, что одновременно могут отказать не более двух подсхем рассматриваемой структуры).

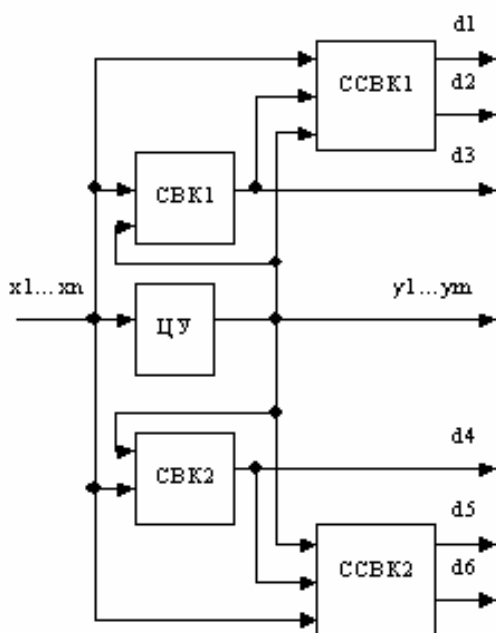


Рис. 4

При наличии различных сигналов на выходах двух СВК и синфазных сигналов на выходах обеих ССВК заменяется СВК с сигналом на выходе об ошибочном функционировании и ССВК той СВК, на выходе которой присутствует сигнал о правильном функционировании.

Если на выходе одной СВК имеется сигнал о неправильном функционировании и парафазный сигнал на выходах ее ССВК, а на выходе другой СВК – сигнал о правильном функционировании и синфазный сигнал на выходах ее ССВК, то заменяются контролируемый узел и СВК с выходным сигналом о правильном функционировании.

При наличии сигнала о неправильном функционировании на выходе одной СВК и синфаз-

ного сигнала на выходах ее ССВК, а также сигнала о правильном функционировании на выходе другой СВК и парафазного сигнала на выходах ее ССВК заменяется СВК с выходным сигналом о неправильном функционировании.

Если на выходах обеих СВК имеются сигналы о правильном функционировании и синфазный сигнал на выходе одной из ССВК, то заменяется ССВК с синфазным сигналом.

При наличии сигналов о правильном функционировании на выходах обеих СВК и синфазных сигналов на выходах обеих ССВК выполняется следующая последовательность действий:

- заменяется контролируемый узел и обе СВК;
- если после замены совокупность значений выходных сигналов схем встроенного контроля не меняется, то в самоконтролируемый блок возвращаются заменяемые схемы и заменяются уже обе ССВК.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тимошкин А. И. Метод повышения разрешающей способности аппаратного контроля / А. И. Тимошкин, В. В. Каменский // Труды научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава: Транспорт-2004. Ч. 1. – Ростов-на-Дону: РГУПС, 2004.
2. Граф Ш. Схемы поиска неисправностей / Ш. Граф, М. Гессель; Пер. с нем. – М.: Энергоатомиздат, 1989 – 144 с.
3. Согомонян Е. С. Самопроверяемые устройства и отказоустойчивые системы / Е. С. Согомонян, Е. В. Слабаков. – М.: Радио и связь, 1989 – 208 с.

Поступила в редколлегию 12.06.2005.