

УДК 519.714.2

**В.В. Сапожников** – доктор технических наук (ПГУПС)**Вл.В. Сапожников** – доктор технических наук (ПГУПС)**Р.Ш. Валиев** – кандидат технических наук (НИЛ КСА)

## ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПАРАФАЗНЫХ СИГНАЛОВ

В пространственной парафазной логике [1, 2] для представления двоичной переменной  $x$  выделяются две фазы, выполненные в виде самостоятельных токовых цепей: единичная –  $x^1$  и нулевая –  $x^0$ . Тогда логическая 1 кодируется как  $x^1x^1 = 10$ , а логический 0 – как  $x^1x^1 = 01$ . Коды 10 и 01 являются рабочими, а коды 00 и 11 – ошибочными (защитными).

К способам построения самопроверяемых структур, использующих для обнаружения ошибок свойства временных парафазных кодов, можно отнести новый метод, основанный на использовании двух принципов [3]: свойств класса самодвойственных булевых функций и импульсного режима работы схемы. Период самодвойственного сигнала  $x_a$  содержит два такта, определяемых значением дополнительной импульсной переменной  $a$ . В информационном такте ( $a=0$ ) значение сигнала  $x_a$  равно логическому значению сигнала, а в контрольном такте ( $a=1$ ) – инверсно ему. Любые искажения приводят к замене импульсных сигналов  $x_a$  на непрерывные.

Методы построения и практические реализации цифровых устройств и контрольных схем, элементов сопряжения с объектами, работающих в пространственной парафазной логике, в настоящее время достаточно подробно рассмотрены и проработаны [1, 2]. Для возможности их использования при построении самодвойственных структур необходима разработка методов преобразования парафазных сигналов.

Преобразователь парафазных сигналов (*ПП*) имеет один вход, на который поступает самодвойственный сигнал  $x_a$ . На выходах  $x^1$  и  $x^0$  присутствует пространственный парафазный сигнал.

Схема *ПП* должна обладать следующими свойствами:

1. на выходе *ПП*, при поступлении на его вход самодвойственного сигнала, присутствует пространственный парафазный сигнал, соответствующий логическому значению входного альтернативного, при этом значение выхода  $x^1$  равно логическому значению на входе, а значение  $x^0$  – инверсно ему;
2. выходной сигнал *ПП* является парафазным ( $x^1 \neq x^0$ ), если и только если входная переменная  $x_a$  сохраняет свойство временной парафазности и отсутствуют неисправности элементов внутренней структуры преобразователя;
3. в случае нарушения самодвойственности хотя бы в одном периоде сигнала  $x_a$  или при возникновении одиночной константной неисправности в схеме *ПП* на выходах  $x^1$  и  $x^0$  устанавливаются одинаковые значения ( $x^1 = x^0$ ).

Подадим самодвойственный сигнал на элемент задержки, величина которой равна одному такту (половине периода) импульсной последовательности  $a$  и проанализируем соотношение исходного сигнала  $x_a$  и сигнала с выхода элемента задержки  $x_{a.лз}$ .

Фактически произведем сравнение значений  $x_a$  в информационном и контрольном тактах.

В моменты информационных тактов (см. такты 3, 5, 7, 9 и 13 на рисунке 1) работы  $x_a$  и  $x_{a.лз}$  принимают как разные, так и одинаковые значения. Но это не означает искажения самодвойственного сигнала. Причина в том, что  $x_a$  и  $x_{a.лз}$  соответствуют информационному такту сигнала одного периода и контрольному предыдущего соответственно. Например, в тактах 3 и 7 сигналы  $x_a$  и  $x_{a.лз}$  принимают противоположные значения, поскольку в периодах 2 и 4 не происходит смены логического значения  $x$ , а в тактах 5 и 9  $x_a$  и  $x_{a.лз}$  равны, потому что изменилось логическое значение входной переменной.

Рассмотрим такты 2, 4, 6, 8, 10 и 14. Из временной диаграммы видно, что сигналы  $x_a$  и  $x_{a.лз}$  всегда различны. В этом случае они соответствуют контрольному и информационному тактам одного периода.

Таким образом, сигналы  $x_a$  и  $x_{a.лз}$  являются пространственными парафазными только во время контрольных тактов работы самодвойственной системы. Именно это свойство использовано при построении преобразователя временного парафазного сигнала в пространственный парафазный.

На рисунке 2 представлена схема, реализующая предложенный принцип. На вход парафазного синхронного  $D$  – триггера [1] поступают два самодвойственных сигнала:  $x_a$  и  $x_{a.лз}$ . Их сравнение происходит только во время контрольных тактов работы самодвойственной системы. Данное условие реализуется с помощью импульсного сигнала  $a$ , поданного на вход синхронизации триггера.

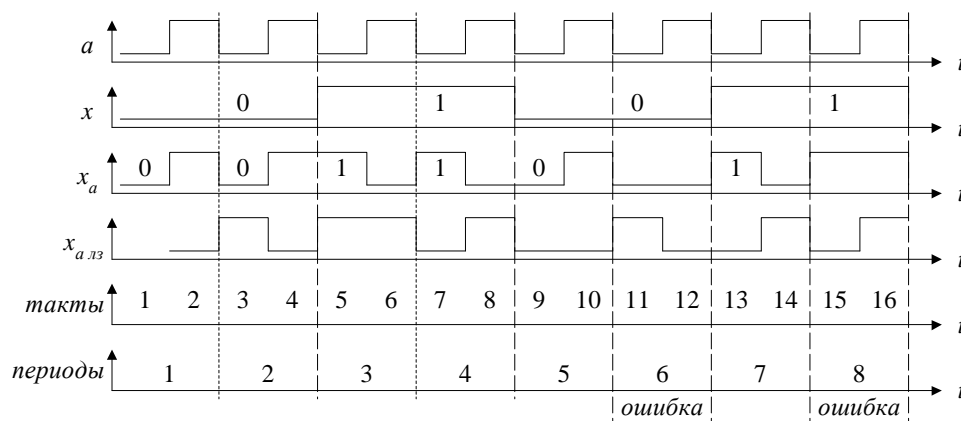


Рисунок 1

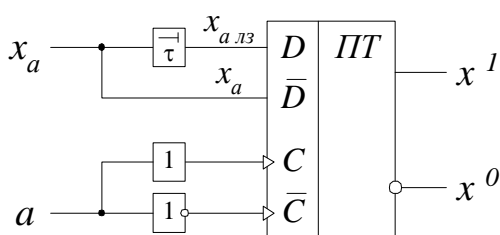


Рисунок 2

Если  $x_a$  и  $x_{a_{лз}}$  поступают на входы  $D$  – триггера согласно схеме, приведенной на рисунке 2, на его выходе присутствует пространственный парафазный сигнал, повторяющий логическое значение входного. Инверсное значение  $x_a$  реализуется на выходе  $III$  без использования какой-либо дополнительной аппаратуры за счет перекоммутации линий  $x_a$  и  $x_{a_{лз}}$  на входах  $D$  – триггера. Введение повторителя на входе  $\bar{C}$  обусловлено жесткими требованиями к парафазности тактовых сигналов. Свойство самопроверяемости схемы  $III$  обеспечивается за счет использования полностью самопроверяемого парафазного  $D$  – триггера [1].

Проанализируем работу схемы при поступлении на ее вход ошибочного, несамодвойственного сигнала (см. рисунок 1). Временная диаграмма показывает, что сигналы  $x_a$  и  $x_{a_{лз}}$  в контрольных тактах периодов проявления ошибок (такты 12 и 16) равны. Таким образом, при нарушении временной парафазности в любом из периодов, сигналы  $x_a$  и  $x_{a_{лз}}$  на входе  $D$  – триггера потеряют свойство пространственной парафазности в момент их сравнения и триггер перейдет в защитное состояние. На его выходах установятся одинаковые значения  $x^1 = x^0$ .

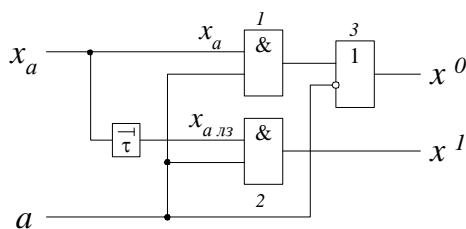


Рисунок 3

Для построения схем контроля самодвойственного сигнала возможно использование упрощенной схемы преобразователя (рисунок 3). В отличие от рассмотренного выше  $III$  на ее выходе пространственный парафазный сигнал соответствует логическому значению входного самодвойственного лишь в период контрольных тактов, когда происходит сравнение  $x_a$  и  $x_{a_{лз}}$ . Во время действия информационного такта пространственный парафазный сигнал на выходах  $III$  создается искусственно. Однако этот факт не является препятствием для осуществления контроля временной парафазности по равенству сигналов  $x^1$  и  $x^0$  в периодах проявления ошибки.

Преобразование пространственного парафазного сигнала во временной парафазный осуществляется используя тактовый сигнал  $a$  по следующей формуле:

$$x_a = \bar{a}x^1 \vee ax^0.$$

## Литература

1. Сапожников В.В., Сапожников Вл.В. Самопроверяемые дискретные устройства. – СПб.: Энергоатомиздат, 1992. 224 с.
2. Сапожников В.В., Сапожников Вл.В. Методы синтеза надежных автоматов. – Л.: Энергия, Ленингр. отд-ие, 1980. 96 с.

3. Сапожников В.В., Сапожников Вл.В., Гессель М. Самодвойственные дискретные устройства. – С-Пб.: Энергоатомиздат, Санкт-Петербургское отд-ие, 2001. 331 с.

**Статья опубликована**

Сапожников В.В., Сапожников Вл.В., Валиев Р.Ш. Преобразование парафазных сигналов // Разработка и эксплуатация новых устройств и систем железнодорожной автоматики и телемеханики: Сб. науч. трудов. – СПб., 2004. С. 3 – 7.