

## ПРИМЕНЕНИЕ ПОДСИСТЕМЫ АВАРИЙНОЙ ДЕАКТИВАЦИИ НЕСТАБИЛЬНО РАБОТАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА С МНОГОКАНАЛЬНЫМ РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ

А.Ю. Ушаков, А.И. Пименов,

М.М. Землянов (ФГУП НИИ "Полюс" им. Стельмаха)

*Рассматривается подсистема аварийной деактивации устройств, предназначенная для изоляции сбойных узлов аппаратуры цифровой обработки сигналов (ЦОС), построенной по схеме многоканального резервирования, и приводятся результаты реализации такой системы в составе промышленного комплекса сбора данных.*

Для выполнения крайне жестких требований по отказоустойчивости современных систем сбора данных существует ряд традиционных решений, большинство из которых требует применения параллельных схем резервирования аппаратуры в сочетании со сложными и весьма ненадежными узлами мажоритирования, арбитража и т.п. Использование таких решений значительно повышает стоимость, ухудшает тактико-технические характеристики системы и неоправданно увеличивает объем данных, передаваемых по каналам связи.

Опыт авторов показывает, что наиболее эффективным способом повышения отказоустойчивости электронной аппаратуры является создание комплексной системы защиты от сбоев (СЗС), которая должна включать подсистему самодиагностики, ряд защитно-ограничительных устройств, а также подсистему аварийной деактивации сбойных узлов. Использование СЗС в сочетании с несложной схемой резервирования позволяет повысить стабильность разрабатываемой системы, улучшить ее весогабаритные характеристики и снизить энергопотребление [1, 2].

Подсистема самодиагностики служит для непрерывного контроля состояния всех устройств преобразования данных внутри функционального блока и формирования так называемой таблицы адекватности устройств (ТАУ), в которой содержится информация о степени "доверия" каждому из устройств. На основе результатов обработки ТАУ головная аппаратура принимает решение о формировании команды на блокирование "подозрительных" устройств, переконфигурацию блока с целью обхода сбойных сегментов и т.п.

Защитно-ограничительные устройства (ЗОУ) предназначены для исключения нежелательного взаимодействия между универсальными реконфигурируемыми блоками (УРБ), а именно блокирования рабо-

тоспособных УРБ сбойными УРБ вследствие выдачи ими некорректных управляющих сигналов. Представляют собой решающие устройства на жесткой логике с трехкратным резервированием и отказоустойчивой схемой голосования. Функционирование ЗОУ подробно описано в [2].

Подсистема аварийной деактивации (ПСАД) осуществляет изолирование неисправного УРБ от внутренней шины данных, тем самым предотвращая искажения данных на шине. Применение ПСАД дает возможность организовать последовательно-параллельное резервирование, которое является более предпочтительным с точки зрения простоты реализации и надежности.

Рассмотрим один из блоков ЦОС реальной системы сбора данных. Он содержит четыре УРБ, внутреннюю шину с кольцевой топологией и устройства аварийной деактивации (УАД) для каждого из УРБ (рис. 1). УРБ построены на базе микросхем программируемой логики (ПЛИС) и могут быть дистанционно запрограммированы для выполнения тех или иных функций ЦОС. В нормальном режиме работы пара УРБ образует законченную цепочку преобразования данных для каждого из двух информационных каналов, которая обеспечивает двухступенчатую конвейерную обработку данных с высокой скоростью. Помимо скорости преимуществом разделения функций между несколькими УРБ является меньшая стоимость устройства благодаря меньшей требуемой логической емкости ПЛИС для каждого УРБ, а также возможность их независимого переконфигурирования. В штатной ситуации появляется возможность перераспределения функций обработки данных между УРБ как одного, так и разных каналов. Отправной точкой при распределении функций является требуемая скорость и полнота обработки данных, их достоверность, а также число доступных вычислительных ресурсов (УРБ).

При проектировании ПСАД предполагается, что наименее надежными элементами функционального блока являются УРБ из-за сложности и большого объема их ПО ("прошивки") и высокой степенью интеграции кристалла ПЛИС. В случае сбоя в конфигурационной памяти ПЛИС или перехода управляющей логики в некое "запрещенное" состояние поведение УРБ оказывается непредсказуемым и может парализовать работу всего блока. Для исключения подобных

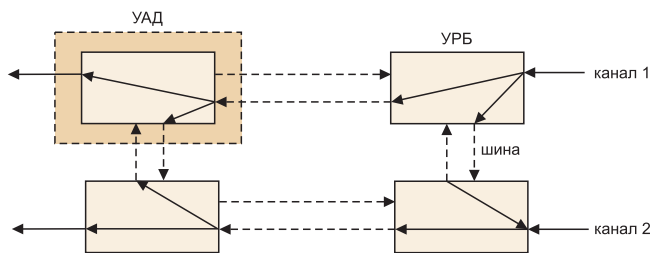


Рис. 1. Структурная схема функционального блока комплекса

ситуаций необходим непрерывный контроль адекватности поведения УРБ и его полная изоляция от других устройств в случае сбоев. Для решения этих задач применены устройства аварийной деактивации (УАД). Идея использования УАД (рис. 2) состоит в сохранении целостности канала связи, частью которого является внутренняя шина данных блока, для обеспечения беспрепятственного следования данных от их источника к потребителю при любых отказах УРБ.

УАД состоит из формирователя эталонного сигнала (ФЭС), анализатора эталонного сигнала (АЭС), линии задержки, затвора и модулятора. С приходом внешнего сигнала ФЭС формирует эталонный сигнал, позволяющий диагностировать сбой при обработке данных внутри УРБ. Оба сигнала синхронно обрабатываются изолируемым устройством и проходят через одни и те же узлы преобразования УРБ (например, фильтрация 'сжатие' кодирование). При выходе из строя какого-либо узла, что может быть связано со сбоем в ячейке статической памяти ПЛИС, эталонный сигнал будет искажен определенным образом. Отклонения в преобразованном эталонном сигнале выявляются с помощью АЭС, который выдает сигнал разрешения на затвор только при полном совпадении преобразованного эталонного сигнала с шаблоном анализатора. При наличии сигнала разрешения затвор "пропускает" переменную составляющую сигнала, которая накладывается на исходный сигнал, изменяя его требуемым образом. Для обеспечения синхронизации исходный сигнал проходит через линию задержки. Схема построена таким образом, что при выходе из строя какого-либо ее элемен-

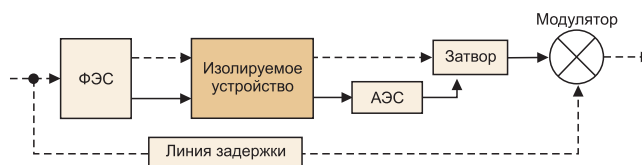


Рис. 2. Структурная схема УАД

та затвор предотвращает любые изменения исходного сигнала. Аппаратная реализация функциональных частей УАД является ноу-хау разработчиков и не приводится в данной статье.

Предложенная ПСАД была испытана на лабораторном макете бортовой распределенной системы сбора данных и показала убедительные результаты в части отказоустойчивости, универсальности и возможностей расширения. Впоследствии разработка была применена при создании многоканального промышленного комплекса сбора данных с повышенными требованиями по надежности и подтвердила свою эффективность при эксплуатации в условиях сильных электромагнитных помех и сложных климатических условиях.

#### Список литературы

1. *Ананьев М.П., Землянов М.М., Казаков А. А., Мамин А.В. и др.* Волоконно-оптический канал сбора и передачи информации с бортовых датчиков ракетно-космического комплекса "Ангара" // Труды V научно-техн. конф. "Новые информационные технологии в системах связи и управления" Часть 2. Калуга: Изд. ЦНТИ. 2006.
2. *Ушаков А., Пименов А., Землянов М., Иевский А. и др.* Повышение надежности бортового специализированного комплекса телеметрии // Схемотехника. 2007. №4.

*Землянов Михаил Михайлович – начальник отдела, Пименов Александр Игоревич – руководитель группы, Ушаков Алексей Юрьевич – главный специалист ФГУП НИИ "Полюс" им. Стельмаха. Контактный телефон (495) 333-04-55. E-mail: alu77@yandex.ru*



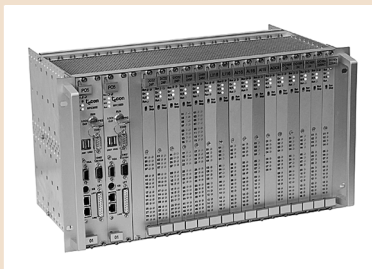
#### МФК3000: новые возможности флагмана линейки контроллеров ТЕКОН

ЗАО ПК "Промконтроллер" (торговая марка ТЕКОН) объявляет о расширении функциональных возможностей флагмана линейки контроллеров ТЕКОН – МФК3000, модульного контроллера с распределенной архитектурой и высокой производительностью для крупномасштабных АСУТП и ответственных применений.

Номенклатура модулей ввода/вывода пополнилась новыми устройствами – модулями измерения частоты FR6 и ввода дискретных сигналов DI32-220АС.

Модуль FR6 включает шесть каналов измерения частоты в диапазоне 0,5...50000 Гц и шесть каналов дискретного вывода, что позволит реализовывать системы противоразгонных защит турбин со временем реакции до 10 мс. Все каналы модуля имеют индивидуальную гальваническую развязку. Относительная погрешность измерения – 0,005...0,01% при времени измерения от 4 мс.

Модуль DI32-220АС предназначен для ввода 32 дискретных сигналов переменного тока с номинальным напряжением 220 В. Среди особенностей нового модуля – незначительная рассеиваемая мощность, возможность измерения числа



импульсов входного сигнала и их длительности, малое число каналов в группе (16 гальванически изолированных групп по два входа). Использование модуля DI32-220АС позволит не только увеличить число каналов дискретного ввода в контроллере, но также уменьшить стоимость решения (в пересчете на канал).

Значительные изменения внесены также в системное ПО (СПО). Разработчик АСУТП получил возможность настроить часть каналов дискретного вывода на режим срочного инициативного вывода, что в совокупности с другими новыми возможностями СПО обеспечивает время реакции системы 10...20 мс. В новую версию также добавлены средства визуализации, обеспечивающие графическое отображение ресурсов контроллера и характеристик прикладного проекта, введены функции резервного сохранения и последующего восстановления пользовательского проекта, удаленной перезагрузки контроллера.

Новые возможности МФК3000 позволяют использовать этот контроллер в системах аварийных защит и блокировок с высокими требованиями к скорости реакции, а также создавать на базе МФК3000 системы управления турбоагрегатами.

[Http://www.tecon.ru](http://www.tecon.ru)