

РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВАРИЙНОЙ ДИАГНОСТИКИ В УСТРОЙСТВАХ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

А. Н. Шейк-Сейкин, Ю. В. Нечипуренко

Одесский национальный политехнический университет
Украина, г. Одесса
ansibr@gmail.com

Сформулирован набор требований к системе аварийной диагностики, обеспечивающей обнаружение и идентификацию неисправных компонентов в устройствах цифровой обработки сигналов в реальном времени, на основании которого предложена обобщенная структура такой системы, имеющая иерархическое построение. Уровни иерархии разделяются по конструкционному признаку — уровень модуля, блока, стойки и т. д. Уточнение параметров и структуры системы проводится с помощью комплексной оценки ее быстродействия и аппаратурных затрат на реализацию.

Ключевые слова: система аварийной диагностики, обнаружение неисправности, уровень иерархии, системы цифровой обработки сигналов.

Система аварийной диагностики (САВД), обеспечивающая обнаружение и идентификацию неисправных компонентов, является неотъемлемой частью любого устройства или комплекса, работающего в реальном масштабе времени, в том числе и систем цифровой обработки сигналов (ЦОС).

Большинство публикаций в этой области имеет два направления — анализ работы САВД сложных систем на уровне принятия решений и экспертных оценок (энергетические установки, сложные машинные комплексы и т. п.) [1, 2], либо описание САВД отдельных устройств на уровне выполняемых функций без детализации структуры и затрат на ее реализацию [3, 4]. При этом весьма актуальным вопросом является оптимизация архитектуры САВД.

В настоящей работе разработана методика реализации САВД отдельного устройства (системы), учитывающая ограничения на время обнаружения неисправностей и минимизирующая аппаратурные затраты на ее реализацию.

Основные требования к проектируемому объекту следующие: контроль работоспособности компонентов системы ЦОС по критерию «норма/отказ» или «норма/предупреждение/отказ»; сбор информации о состоянии компонентов системы и ее передача на систему индикации (сигнализации) и/или на систему управления более высокого уровня иерархии для принятия адекватного решения по выявленной ситуации; глобальность, т. е. охват всех узлов системы; иерархичность построения; оперативность, т. е. высокая скорость выявления аварийной ситуации и передачи информации о ней; надежность, использование элементов дублирования [1—4].

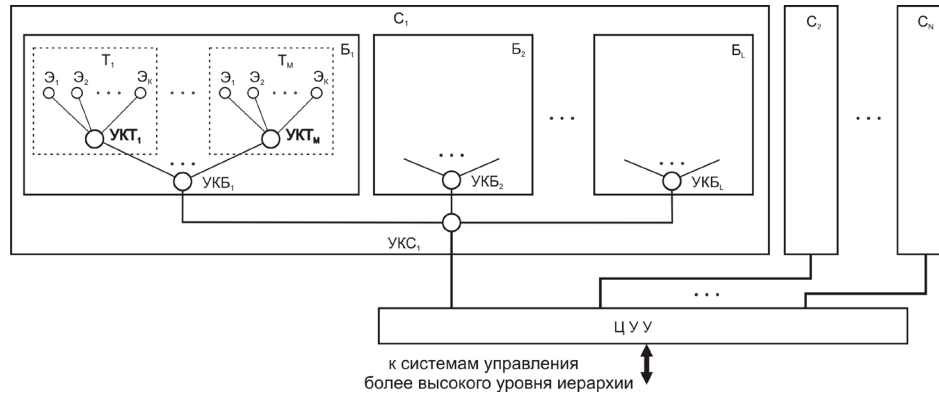
С учетом вышеизложенного, предлагается структура САВД, приведенная на рисунке, где приняты следующие обозначения: \mathcal{E}_i — контролируемый элемент (узел) устройства; T_i — типовой элемент замены (ТЭЗ), представляющий собой конструкционно законченный модуль или печатную плату; B_i — блок; C_i — стойка (шкаф); ЦУУ — центральное устройство управления системой ЦОС; УКТ_{*i*}, УКБ_{*i*}, УКС_{*i*} — узлы контроля ТЭЗ, блока и стойки соответственно.

Приведенная структура разделена на следующие уровни иерархии: уровень ТЭЗ (модуля); уровень блока; уровень стойки (шкафа); уровень комплекса (системы) в целом. Разделение осуществляется по конструкционному признаку, который принят в качестве базового.

С целью дублирования САВД возможна реализация других подсистем, организованных например, по функциональному признаку (тракт передачи, тракт приема, система питания и т. п.), что в целом повышает ее надежность (в данной работе не рассматривается).

Дальнейшее проектирование САВД для конкретной системы включает в себя уточнение структуры и параметров САВД на каждом из уровней. Для этого необходимо определить следующие параметры:

- максимальное время фиксации аварийной информации для системы в целом ($T_{0\max}$);
- ограничение числа соединений (каналов диагностики) на каждом из уровней ($M_{i\max}$) и для системы в целом ($M_{0\max}$);
- число контролируемых параметров на каждом из уровней (K_i).



Структурная схема системы аварийной диагностики

Получены соотношения для $T_{i\max}$ и $M_{i\max}$ при использовании различных вариантов структур САВД на каждом из уровней — «шина», «звезда», «кольцо», позволяющие произвести предварительную оценку параметров САВД. При этом, оценки суммарного времени фиксации и суммарного числа соединений, соответственно, определяются соотношениями

$$T_{0\max} = \sum_{i=1}^N T_{i\max}, \quad M_{0\max} = \sum_{i=1}^N \eta_i M_{i\max},$$

где $T_{i\max}$ — максимальное время фиксации аварийной информации на каждом из уровней;

$M_{i\max}$ — максимальное число соединений (каналов диагностики) на каждом из уровней;

η_i — веса, отображающие коэффициенты относительной сложности реализации каналов диагностики на каждом из уровней.

Сопоставление предложенных оценок для различных вариантов реализации каждого из уровней и системы в целом позволяет выбрать вариант САВД с требуемыми параметрами по быстродействию и минимальными аппаратными затратами.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Башлыков А.А. Технология построения экспертных систем для оперативной диагностики оборудования атомных энергоблоков // Программные продукты и системы. Научно-практическое издание. — Тверь: НИИ «Центрпрограммсистем», 2012. — № 2 (98). — С. 121—125.

2. Kontogiannis C.C., Safacas A.N. The architecture of the expert diagnostic system for the protection of power plants // ICEM-2002. — Old St. Jan Conference Center, Brugge, Belgium. — 2002. — Conference Record N 9.

3. Будынков А.Н., Промыслов В.Г., Масолкин С.И. Модульная архитектура системы диагностики экспериментальных двигателей // Труды X Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» (SICPRO'15). — Москва, 2015. — С. 1211—1217.

4. SI2000 Цифровая коммутационная система: справочник по эксплуатации. — http://sitech.narod.ru/inf_sp/oficial/d_ls5082/SYS_DESC.PDF

A. N. Sheik-Seikin

Realization of the emergency diagnostics systems in real-time digital signal processing devices

The author defines a set of requirements to the emergency diagnostics system in devices for real time digital signal processing. These requirements allowed proposing a generalized structure of such a system with a hierarchical construction. The hierarchy levels are separated using the structural feature: the level of the module, of the block, of the rack, etc. The parameters and structure of the system are specified using a comprehensive assessment of its speed and hardware implementation costs.

Keywords: emergency diagnostics system, hierarchy level, control node, fault detection, equipment composition.