

ПОСТРОЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ОБЪЕКТОВ

А.А. Олексин

Харьковский институт Военно-Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба

Предлагается использование программируемых логических интегральных схем при построении дешифраторов для устройств диагностирования радиоэлектронных объектов. Рассмотрены вопросы возможности диагностирования датчиков, обнаружения кратковременно отказавших функциональных элементов, а также возможные пути диагностики объектов с обратными связями между функциональными элементами.

* * *

Пропонується використання програмуємих логічних інтегральних схем при побудові дешифраторів для систем діагностування радіоелектронних об'єктів. Розглянуті питання можливості діагностування датчиків, знаходження функціональних елементів що короткочасно відмовили, а також можливі шляхи діагностування об'єктів зі зворотними зв'язками між функціональними елементами.

* * *

Usage of programmed logical integrated circuits is offered at construction of decoders for devices of diagnosing radio electronic objects. The problems of a capability for diagnosing sensors, detection of the short-termed refus functional members, and also possible routes of diagnostic objects with feedbacks between functional members are reviewed.

Постановка проблемы. Одним из наиболее важных вопросов эксплуатации средств РЭО является вопрос технического контроля и диагностирования, особенно в тех ситуациях, когда сведения о техническом состоянии объекта необходимы в любой момент времени.

Наиболее перспективным решением этого вопроса является автоматизация процессов контроля и технического диагностирования радиоэлектронных объектов.

Анализ известных достижений. Автоматизированные системы контроля и технического диагностирования (АСКД), которые осуществляют контроль работоспособности и поиск отказавших функциональных элементов (ФЭ) в радиоэлектронных объектах АСКД могут быть построены с применением электронно-вычислительных машин, или на простейших структурах (локальные АСКД).

Локальные АСКД на простейших структурах способны решать основные диагностические задачи при минимальных затратах. Их функциональные возможности зависят от принципов построения их

основных элементов.

Различают АСКД с жесткой программой последовательного поиска отказов, АСКД с гибкой программой последовательного поиска отказов и АСКД комбинационного поиска отказов [1,2].

Наиболее перспективными из них являются автоматизированные системы контроля и диагностики, которые реализуют комбинационный поиск отказавших функциональных элементов, так как обладают достаточно высоким быстродействием, возможностью обнаружения групповых отказов, а также одновременное осуществление процессов контроля работоспособности объекта и поиска отказавших в нём элементов. Основным недостатком таких АСКД следует считать необходимость одновременной подачи к дешифратору сигналов от всей совокупности датчиков, а значит и большого количества линий связи между датчиками и дешифратором.

Это обстоятельство ограничивает применение комбинационного поиска отказов для сложных радиоэлектронных комплексов, расположенных на

значительной площади. Поэтому рассмотренный принцип построения целесообразно использовать при создании локальных АСКД, в которых диагностическая информация предназначается для операторов низшего звена [1]. Функциональные возможности таких локальных АСКД зависят от принципов построения дешифраторов контрольно-диагностической информации (КДИ). Известно устройство для диагностирования радиоэлектронного объекта, которое состоит из группы пороговых датчиков, подключенных к входам дешифратора, блоков индикаторов отказов элементов объекта и отказов датчиков, переключателя режимов работы и элементов «ИЛИ», «И» [3]. Недостатками такого устройства являются низкая достоверность результатов и невозможность прогнозирования отказов элементов объекта.

Наиболее близким по технической сути и получаемым результатам является устройство для диагностирования взаимосвязанных элементов объекта, которое состоит из группы датчиков допускового контроля, дешифратор состояния элементов объекта и датчиков, блоков индикаторов работоспособности, отказов элементов объекта и отказов датчиков, переключателя режимов работы и элементов «ИЛИ» [4]. Недостатком такого устройства является невозможность определения предотказового состояния функциональных элементов объекта.

Выделение нерешенной проблемы и постановка задачи. Поставлена задача усовершенствования устройства для диагностирования взаимосвязанных элементов объекта и датчиков путем введения нового количества элементов и новой организации взаимосвязи между ними. *Цель статьи* - обеспечение более широких функциональных возможностей при использовании данного устройства по повышению достоверности результатов контроля и возможности прогнозирования отказов элементов объекта.

Основной материал. Поставленная задача достигается тем, что в устройство диагностирования

введена группа датчиков допускового контроля второго (предотказового) уровня, дешифратор контрольно-диагностической информации построен на основе программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС) из семейства универсальных SPLD[5], блок индикаторов предотказового состояния элементов и ухудшения их параметров, а также устройство обеспечивающее возможность диагностирования объекта, имеющего обратные связи между его ФЭ.

В качестве примера возьмем объект представленный на рис. 1. С целью уменьшения количества контрольных точек в объекте диагностирования, а следовательно, и датчиков следует прибегнуть к методу минимизации, указанному в [2]. Таким образом в данном объекте контрольную точку на выходе ФЭ1.1 для определения его отказа и ухудшения параметра можно минимизировать.

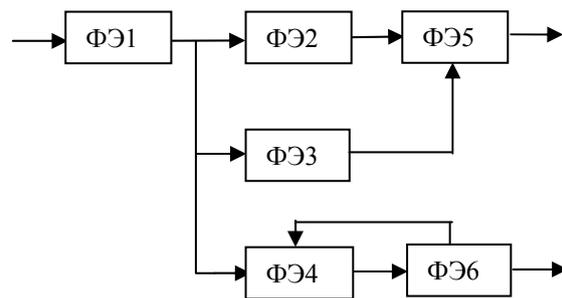


Рис. 1. Функциональная модель объекта диагностирования

Суть и принцип работы устройства диагностирования объясняется рис. 2 и табл. 1. На рис. 2 представлены:

- объект диагностирования 1;
- группа 2 пороговых датчиков 2.1...2.6 первого уровня;
- группа 3 пороговых датчиков 3.1...3.6 второго уровня;
- блок 4 индикаторов 4.1...4.13 состояния элементов объекта;
- блок 5 индикаторов 5.1...5.12 состояния датчиков;

- ключи 6.1 и 6.2, дешифратор 7 кодов состояния объекта и датчиков;
- источник 8 стимулирующего или эталонного сигнала;
- переключатель 9 режима работы с двумя положениями: 9а нормальной работы и 9б контроля датчиков.

Объект имеет информационный вход 12 и выходы 13, 14. Устройство с помощью шины 11 соединяется с внешним источником питания.

Датчики первого и второго уровней своими входами подключены к определенным функциональным элементам объекта, а своими выходами 16...26 к соответствующим информационным входам дешифратора 7. Дешифратор КДИ предназначен для преобразования сигналов двоичного позиционного параллельного кода в одиночные выходные сигналы согласно алгоритма, представленного в таблице 1. Дешифратор построен на ПЛИС из семейства универсальных SPLD (EP 1810) [6], и состоит из программируемой матрицы "И", двенадцати парафазных входов (15...26), двух специализированных входов (27,28) и двадцати пяти выходных макроячеек, где 1...13 макроячейки используются как регистровые выходы, а 14...25 макроячейки, как выходные макроячейки с обратной связью. Матрица «И» программируется согласно таблицы состояния объекта и датчиков, а выходные макроячейки – согласно схем представленных на рисунках 3 и 4. В макроячейках 1...13 использовано программирование их, как регистрового выхода с типом D-триггера, что позволило решить проблему обнаружения в объекте кратковременных отказов. Макроячейки 14...25 построены с использованием D-триггеров с обратной связью, необходимых для определения отказов датчиков в различных режимах работы устройства. Управление выходными макроячейками осуществляется через специализированные входы 27,28. Вход 28 служит для глобального разрешения выходов, обеспечивая выдачу информа-

ции об объекте только при нормальной работе устройства (положение переключателя-9а). Вход 27 предназначен для асинхронного сброса макроячеек (в нашем случае для 1...13 в режиме диагностирования датчиков положение переключателя-9б).

В устройстве предложено использование возможности диагностирования ФЭ объекта, имеющих обратные связи. Это достигается использованием ключей 6.1,6.2, которые обеспечивают подключение источника 8 эталонного сигнала, при возникновении отказа ФЭ с обратной связью. Шины питания элементов устройства на схемах не показаны.

Устройство работает следующим образом. Датчики 2.1...1.6 и 3.1...3.6 преобразовывают контролируемые параметры в унифицированный сигнал вида «1», если параметр в пределах нормальных значений. Датчики 2.1...2.6 выдают сигнал «0» в случае, когда контролируемый параметр вышел за пределы нормальных значений, а датчики 3.1...3.6, если контролируемый параметр значительно отклонился от номинального значения, но не вышел за пределы допустимых значений. Сигналы от датчиков в виде двоичного позиционного параллельно поступают на дешифратор КДИ 7. Дешифратор выделяет из числа всевозможных комбинаций сигналов необходимые, которые в виде одиночных сигналов появляются на его выходах 29...53.

Принцип прогнозирования отказов ФЭ объекта основан на получении и обработке информации контролируемых параметров в виде комбинаций:

11 – параметр в пределах нормальных значений; 01 – параметр приближается к граничному значению; 00 – параметр вышел за пределы нормальных значений. Для контроля работоспособности датчиков, обусловленных ошибками 1-го рода, при которых отказавшие ФЭ воспринимаются датчиками как работоспособные, переключатель устанавливается в положение 9б. В этом положении входные сигналы на объект не поступают. Если в датчиках нет отказов, обусловленных ошибками 1-го рода, то

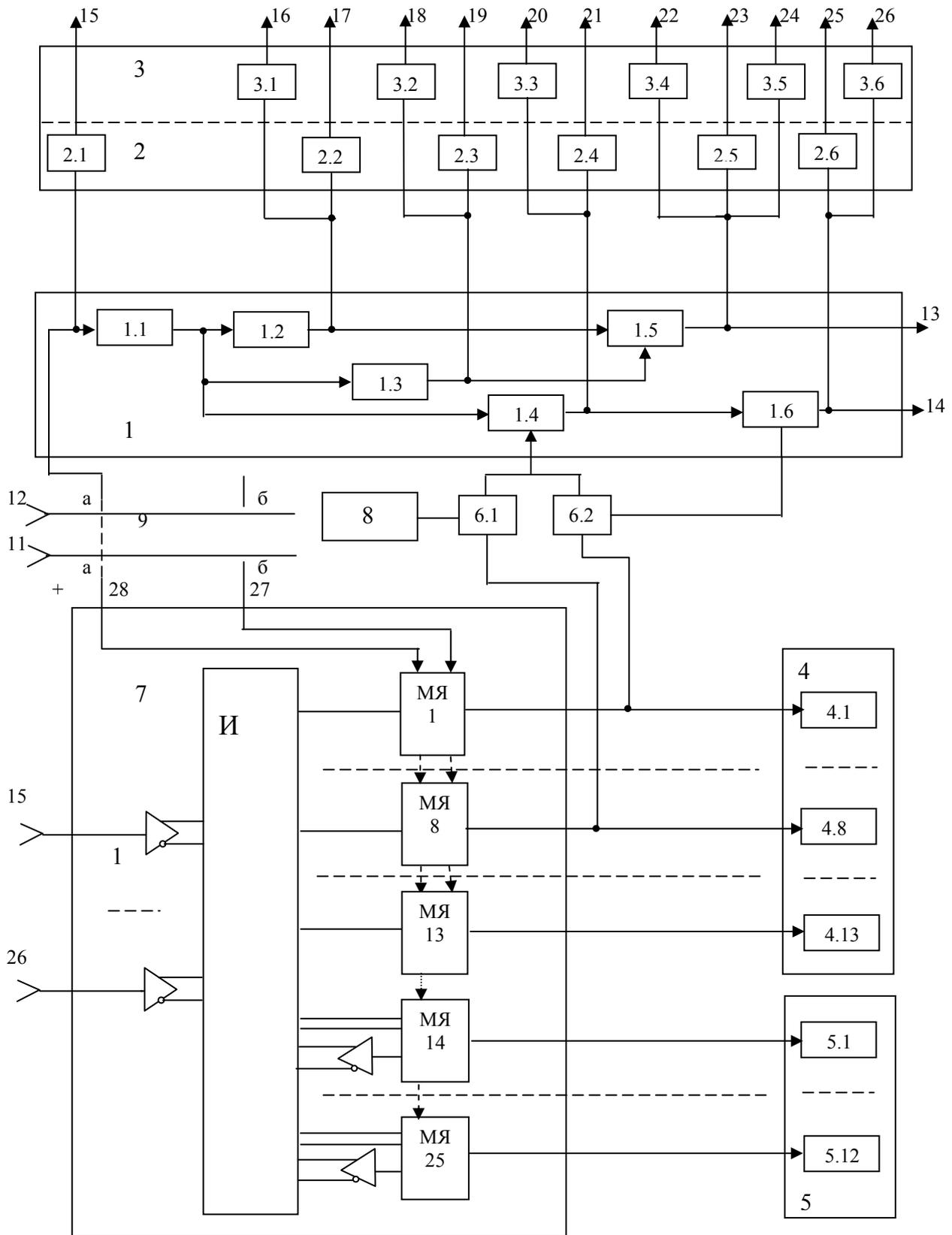


Рис. 2. Устройство для диагностирования взаимосвязанных элементов объекта и датчиков.

Таблица 1

Состояния объекта и датчиков

№ пп	Сигналы на входах дешифратора											Вых. дешиф- ратора	№ индикато- ра	Диагноз	
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25				26
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	29	4.1	Объект работоспособен
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	4.2	Вх. сигнал вне допуска
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	4.3	Отказ ФЭ 1.1
4	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	32	4.4	Отказ ФЭ 1.2
5	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	33	4.5	Отказ ФЭ 1.3
6	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	34	4.6	Отказ ФЭ 1.4
7	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	35	4.7	Отказ ФЭ 1.5
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	36	4.8	Отказ ФЭ 1.6
9	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	37	4.9	Ухудшение параметра ФЭ 1.1
10	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	38	4.10	Ухудшение параметра ФЭ 1.2
11	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	39	4.11	Ухудшение параметра ФЭ 1.3
12	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	40	4.12	Ухудш. параметра ФЭ 1.4, 1.6
13	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	41	4.13	Ухудшение параметра ФЭ 1.5
14	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	42	5.1	Отказал датчик 2.1
15	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	43	5.2	Отказал датчик 2.2
16	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	44	5.3	Отказал датчик 3.1
17	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	45	5.4	Отказал датчик 2.3
18	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	46	5.5	Отказал датчик 3.2
19	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	47	5.6	Отказал датчик 2.4
20	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	48	5.7	Отказал датчик 3.3
21	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	49	5.8	Отказал датчик 3.4
22	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	50	5.9	Отказал датчик 2.5
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	51	5.10	Отказал датчик 3.5
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	52	5.11	Отказал датчик 2.6
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	53	5.12	Отказал датчик 3.6
26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	5.1	Отказал датчик 2.1
27	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	5.2	Отказал датчик 2.2
28	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	5.3	Отказал датчик 3.1
29	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	45	5.4	Отказал датчик 2.3
30	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	46	5.5	Отказал датчик 3.2
31	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	47	5.6	Отказал датчик 2.4
32	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	48	5.7	Отказал датчик 3.3
33	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	49	5.8	Отказал датчик 3.4
34	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	50	5.9	Отказал датчик 2.5
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	51	5.10	Отказал датчик 3.5
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	52	5.11	Отказал датчик 2.6
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	53	5.12	Отказал датчик 3.6

на их выходах, а значит и на входах дешифратора 15...26 будет комбинация из логических 0. Если же отказал какой-либо из датчиков, то на его выходе будет логическая 1, которая устроится на один из входов дешифратора КДИ. В этом случае высокий “единичный” потенциал, согласно табл. 1 (состояний объекта и датчиков), окажется на выходе программируемой матрицы «И» и поступит на одну из 14...25 МЯ, где через дизъюнктор запишется в D-

триггер. При этом на вход 27 поступит управляющий сигнал, приводящий выходные D-триггеры 1...13 МЯ в начальное состояние, а сигнал со входа 28 даст глобальный запрет на все выходы дешифратора.

Для технического диагностирования объекта и датчиков с целью обнаружения ошибок 2-го рода, при которых работоспособные ФЭ воспринимаются, как отказавшие переключатель переводится в поло-

жение 9а. В этом положении объект приводится в режим нормального функционирования. При этом управляющий сигнал со входа 28 выдаст разрешение на выдачу информации, а отсутствие сигнала на входе 27 приведет D-триггеры в рабочее состояние. Если объект работоспособный и входной сигнал находится в пределах нормальных значений, то на выходах всех датчиков образуются сигналы вида логической 1, поступающие на входы дешифратора КДИ. В соответствии с табл. 1 на выходе 29 первой макроячейки образуется высокий потенциал, который обусловит включение индикатора 4.1 работоспособности объекта.

Если в объекте возникает отказ какого-либо ФЭ, отказ какого-нибудь датчика, обусловленного ошибками 2-го рода или же техническое состояние какого-либо ФЭ приближается к граничному и его выходные параметры значительно ухудшаются, то на информационные входы 15...26 дешифратора поступит комбинация сигналов, отличающаяся от комбинации из логических единиц. Вследствие этого на одном из запрограммированных выходов дешифратора образуется единичный потенциал, который приведет к включению соответствующего индикатора (см. табл. 1).

В том случае, когда на выходе дешифратора 3б возникает логическая 1 (отказ элемента 1.6) ключ 6.1 открывается (ключ 6.2 закрыт), происходит подключение источника эталонного сигнала 8 взамен сигнала, который должен был поступить по цепи обратной связи. В результате этого проводится диагностирование ФЭ, охваченных обратной связью и данные подаются на соответствующий индикатор.

Заключение

Технико-экономическая эффективность предлагаемого устройства основывается на увеличении количества и достоверности информации об объекте диагностирования, кроме того, использование ПЛИС при построении дешифраторов КДИ приводит к гибкости и доступности проектирования, а также возможности многократного перепрограммирования, что существенно облегчает задачу при отладке системы или же при возможной модификации объекта диагностирования.

Литература

1. Сердаков А.С. Автоматический контроль и техническая диагностика. – К.: Техника, 1971. – 342 с.
2. Зюбан А.Н., Терехов Н.К. Основы теории эксплуатации радиотехнических систем ВВС. - Харьков: ХВВАУРЭ, 1989. – 128 с.
3. А.С. №930275 СССР. Устройство для диагностирования технических объектов. /А.Н.Зюбан и др., кл.G05B23/02, оп.1980, бюл.19.
4. А.С. №1500998 СССР. Устройство для диагностирования взаимосвязанных элементов./ А.Н. Зюбан и др., кл.G05B23/02, оп.1989, бюл.30.
5. Bursky,D. Low-Complexity Programmable Logic Delivers top Speed, Electronic Design, 22 Jul., 1996, vol. 44.
6. PAL Device Data Book and Design Guide, Advanced Micro Devices, 1996.

Поступила в редакцию 11.08.03

Рецензент: д-р техн. наук, профессор Жихарев В.Я., Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков