

ГЛАВА 9

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РАП

Уровень надежности СУ РАП как любой СУ технического устройства нельзя отнести к ста процентам. Однако к РАП необходимо предъявлять повышенные требования, связанные с тем, что РАП будет непосредственно общаться с человеком.

Одним из путей обеспечения требуемого уровня надежности является система диагностики и прогнозирования ожидаемой безотказной работы. Построение СУ на СБИС усложняет поиск неисправностей.

В связи с воздействием на СБИС внешних излучений (особенно природной радиации), динамических сил, любое изделие СУ РАП будет претерпевать временные изменения и эти изменения необходимо фиксировать и прогнозировать.

Используются методы тестовой и функциональной диагностики. Тестовая диагностика предусматривает подачу специальных тестовых воздействий, по результатам выполнения которых формируется сообщение о состоянии блока или системы. Функциональная диагностика реализуется во время функционирования при подаче рабочих воздействий. Методы функциональной диагностики имеют то преимущество, что они обеспечивают непрерывный контроль и оперативность получения информации о состоянии систем РАП.

Для диагностики РАП применим оба метода: тестовая диагностика для проверки работоспособности СУ на базе микроконтроллеров, когда в СУ подаются специальные тест-программы, а затем проводится функциональная диагностика манипуляторов и супервизорного управления.

Диагностическая система содержит информацию о:

- Параметрах экстропитания РАП: электростанция, преобразователи напряжения, система автоматики электростанции в ранцевом исполнении и в напольном исполнении.
- Параметрах гидростистемы и наличие давления в каждой камере МГП, температура гидрожидкости, загазованность ее, качество фильтрации и состояние фильтров, степень охлаждения и перегрева, состояние гидроаккумуляторов.
- Работоспособности систем автоматического управления МГП-ов, электростанции, гидростистемы.
- Устройств измерения температуры, расстояния, телеобзора, прикосновения и приближения, вертикальная стабилизация.
- Работоспособности схватов манипуляторов.

- Работоспособности стоп манипуляторов ног.
- Пожарной безопасности.
- Радиационной безопасности.
- Работоспособности средств предотвращения столкновений с людьми и другими РАП.
- Действенности речевого управления РАП.
- Эффективности супервизорного управления РАП.

Для создания системы технической диагностики необходимо решить следующие задачи:

- детально изучить систему диагностирования РАП – для выявления наиболее уязвимых мест и составления перечня параметров, а также разделения на классы технических состояний, подлежащих распознаванию;
- выбрать необходимые средства измерения параметров и места размещения датчиков на РАП;
- определить динамические характеристики и создать математические модели узлов, МГП-ов, СУ и в целом модель диагностики РАП;
- проанализировать признаки, чувствительные к изменению параметров состояния РАП, определить их пороговые значения;
- разработать алгоритм определения текущего технического состояния;
- разработать алгоритм прогнозирования изменения параметров и характеристик состояния РАП.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕСТ-ПРОГРАММ РАП

Приведем перечень тест-программ отдельных блоков и систем, которые будут анализироваться диагностической системой для РАП-АЭС.

1. Тест-программа проверка работоспособности интегрированной системы электропитания замеряет величину напряжений и токов в контрольных точках системы в режимах ожидания и функционирования манипуляторов, сравнивает с нормой и выдает информацию оператору в виде таблицы контрольных точек. Количество контрольных точек ...

2. Тест-программа проверки работоспособности системы гидропитания оценивает перепады давления гидрожидкости к работающим МГП состояние гидронасоса и гидроаккумуляторов. Количество контрольных точек...

3. Тест-программа проверки манипуляторов. В начале проверяется работоспособность ЦСП2 ЦСП3, затем подается программа проверки функционирования каждого МГП манипуляторов путем подачи поочередно каждому МГП на выполнение движения в пределах 1-2° и по ответу индуктосина оценивается работоспособность с выдачей информации на дисплей оператора. При этом выдаются показания давления в гидросистеме, угол, скорость и ускорение отработки каждым МГП. Количество контрольных точек...

4. Тест-программа проверки работоспособности ЦСП, а затем программа функционирования каждой из шести телекамер с выдачей контрольных картинок на дисплей оператора. Количество контрольных изображений 6.

5. Тест-программа проверки системы телеуправления, которая подает контрольные управляющие воздействия от пульта оператора на манипуляторы и получает ответную реакцию. Количество контрольных точек по числу МПП-ов и равно 24.

6. Тест-программа проверки системы управления инструментом, которая подает контрольные управления на схваты. Количество сигналов 2.

7. Тест-программа шагания на месте, по командам которой происходит шагание РАП-АЭС на месте. Количество шагов 10.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ

В современных системах диагностики преобладает программный способ самотестирования, предполагающий использование программных средств тестов, функционирующих в диагностирующих устройствах. Тесты строятся таким образом, чтобы результаты операций зависели от исправности оборудования.

Программное управление тестированием дает возможность генерировать пакеты тестовых последовательностей достаточно большой длины, логически обрабатывать результаты работы тестов без специальных аппаратных средств. Программная доступность МП-систем позволяет выдавать на них тестовые последовательности и анализировать соответствующую реакцию. Метод обладает универсальностью.

Разработана автоматическая система диагностики (АСД), позволяющая контролировать запуск и функционирование 32-х МП-систем, тестировать и диагностировать отказы в рабочем режиме и режиме предстартового контроля, принимать и протоколировать сообщения об отказах с указанием времени и даты, подавать предупредительный сигнал при поступлении сообщения об отказах, наращивать программные модули самотестирования в соответствии с набором функциональных элементов, получать справочные данные о конфигурации любой локальной системы.

Основой АСД является комплект базовых тестов (комплект программ), рассчитанных на проверку основных вычислительных ресурсов (ЦП, ОЗУ, ПЗУ, таймеров).

Тестовые программы вместе с программами обмена образуют локальный программный модуль самотестирования.

Некоторые параметры АСД:

- разрядность процессора АСД8
- разрядность процессоров локальных систем.....8
- тип интерфейса связи локальных систем с АСД..... ИРПС

– протокол обмена для сетей	X.25
– максимальное число локальных систем.....	32
– объем памяти АСД, Кбайт:	
ОЗУ	8
ПЗУ	24
двухпортового ОЗУ	4;
базы данных	8
– максимальная интенсивность поступления сообщений	32/с

По принципу АСД может быть сконструирована АСД-РАП с некоторым изменением программ, разрядности и комплекта тест-программ.

Можно применить несколько иной подход к диагностике, расположив на каждой плате локальной МП-системы РАП свою ИМС диагностики, тем более, что ЦСП снабжены самотестированием.

В России выпускался комплект ИМС для осуществления самотестирования серии КР1828. Комплект состоит из двух ИМС КР1828ВЖ1 и КР1828ВЖ2.

Микросхема КР1828ВЖ1 предназначена для диагностики микропроцессоров различного типа и имеет такие параметры:

– разрядность с возможностью наращивания.....	8
– максимальная длительность такта	200 нс
– максимальный ток потребления	260 мА
– тип корпуса	239.24-2

Микросхема КР1828ВЖ2 предназначена для диагностики ОЗУ и имеет следующие параметры:

– разрядность с возможностью наращивания	
данных	8
адреса	8
– максимальная длительность такта не более.....	200 нс
– максимальный ток потребления	300 мА
– тип корпуса	244.48-5

Существенный недостаток ИМС диагностики серии КР1828 – значительная величина токопотребления.

Эффективность данного способа диагностики зависит не только от схемной реализации, но и от уровня «приспособленности» системы к проведению самотестирования. Для этого необходимо учитывать ряд особенностей самотестирования.

1. Необходимость в процессе тестирования разрыва обратных связей может привести к неоднозначности при смене состояний устройства под воздействием тестовой последовательности.

2. Синхронизация всех асинхронных схем (ОЗУ, прерываний, канала прямого доступа).

3. Возможность перевода работы времязадающих схем на сокращенные временные интервалы (таймеры).

4. Уменьшение числа фронтов синхроимпульсов, по которым происходит изменение логических уровней схем.

5. Исключение неоднозначных уровней сигналов, которые могут формироваться схемами с тремя состояниями.

Выполнение перечисленных требований позволяет обнаруживать не только терминальные неисправности МП-ых плат, но и широкий класс параметрических отказов, поскольку диагностика осуществляется на рабочей частоте.

Наиболее отработана диагностика микроэлектронных систем в мобильных телефонах и автомобилях. Рассмотрим принципы построения диагностических систем в этих изделиях.

Приведем примеры используемых систем диагностики.

ПРИНЦИПЫ ДИАГНОСТИКИ МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕФОНОВ

Неисправности мобильных телефонов (МТ) делят на следующие классы.

А и В – неисправности не представляют собой серьезных поломок, могут быть обнаружены путем обычной проверки телефона, после их устранения инструментальная регулировка аппарата не требуется.

С – неисправности (отклонение параметров узлов от нормы) столь серьезны и значительны, что после замены вышедших из строя компонентов необходима регулировка на стационарном уровне.

Д – неисправность узлов требует регулировки на уровне отдельных плат с использованием полного комплекта приборов.

Неисправности в каждом классе имеют свой код (буквенный или цифровой). Каждое повреждение расшифровывается с указанием методов устранения. Узел самодиагностики высвечивает на дисплее код повреждения и методы его устранения.

КОДЫ ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЯ

Современные импортные автомобили снабжаются системой бортовой самодиагностики, работающей совместно с электронным блоком впрыскивания. Система впрыскивания снабжена датчиками. Показания датчиков сравниваются с опорными значениями, которые записаны в ПЗУ.

В случае значительного расхождения (более чем на 30 %) параметров рабочего и опорного сигналов система самодиагностики фиксирует это как «неисправность» и присваивает ей определенный код.

В Журнале «Ремонт и сервис электронной техники» публикуются коды неисправности самодиагностики различных машин и аппаратов.

Приведем пример **кодировки самодиагностики автомобиля** «Volkswagen».

Неисправность.....	код
Конец вывода кодов неисправностей.....	0000
Нет дефектов	4444
Форсунка № 1 (ее цепь)	4411
Форсунка № 2 (ее цепь)	4412
Форсунка № 3 (ее цепь)	4413
Форсунка № 4 (ее цепь)	4414
Форсунка № 5 (ее цепь)	4421
Клапан управления холостым ходом	4431
Клапан ограничения давления надува.....	4432
Клапан аккумуляторов паров топлива	4343
Дефект в ЭБУ-В	1111
Некорректное управление составом смеси.....	2413
Багатая смесь	2344
Бедная смесь	2343
Датчик скорости автомобиля или его цепь	1231
Привод дроссельной заслонки	1232
Датчик частоты вращения или его цепь	2111
Датчик ВМТ или его цепь	2112
Датчик Холла или его цепь	2113
Распределитель зажигания	2114
Датчик положения дроссельной заслонки	2121
Отсутствие сигнала датчика частоты вращения.....	2122
Некорректная работа выключателя дроссельной заслонки при полной нагрузке.....	2123
Некорректная работа ЭБУ-В по цепи «управление по детонации».....	2143
Датчик детонации 1	2142
Датчик детонации 11	2144
Датчик положения дроссельной заслонки (ее цепь)	2112
Превышение максимальных оборотов двигателя	2214
Датчик абсолютного давления воздуха (их цепи) 1	2221
Датчик абсолютного давления воздуха 11	2222
Датчик барометрического давления	2223
Превышение максимального давления надува.....	2224
Некорректное управление холостым ходом	2231
Датчик расхода воздуха (их цепи до ЭБУ-В) 1	2232
То же 11.....	2233

Превышение напряжения в системе электропитания (проверить бортовую сеть, регулятор напряжения, зарядку аккумуляторной батареи).....	2234
Потенциометр (переменный резистор регулировки состава смеси) или его цепь.....	2242
Датчик температуры охлаждающей жидкости (его цепь).....	2312
Проверить электрические соединения: двигатель – КПП – «масса»	2314
Датчик температуры (его цепь) подлежит проверке.....	2322
Электрическая часть датчика расхода воздуха (потенциометр)	2323
То же.....	2324
Кислородные датчики («лямда» зонды) их цепи	2341
То же.....	2342
Автомобиль – сложная и опасная техническая машина. Ее диагностика отличается следующими особенностями:	
1. Все параметры сосредоточены на главном – нормальная работа ДВС.	
2. Производится диагностика всех датчиков контроля.	
3. Производится диагностика всех приводов.	
4. Производится диагностика параметров внешней среды.	

КОДЫ ДИАГНОСТИКИ РАП-АЭС

Основываясь на предыдущих принципах, составим примерный перечень **кодов функциональной диагностики робота-андроида РАП-АЭС.**

Неисправность.....	код
Конец вывода кодов диагностики.....	0000
Дефектов нет	9999
Электропитание в норме	1111
Давление в гидросистеме в норме	2222
Манипулятор правой ноги исправен	3301
Манипулятор левой ноги исправен	3302
Манипулятор правой руки исправен.....	4401
Манипулятор левой руки исправен	4402
Манипулятор головной телекамеры исправен	5501
Модульные гидроприводы правой ноги исправны	3311-3351
Модульные гидроприводы левой ноги исправны	3312-3352
Модульные гидроприводы правой руки исправны.....	4411-4461
Модульные гидроприводы левой руки исправны.....	4412-4462
Модульные гидроприводы телекамеры исправны.....	5511, 5521
Модемы ГУ в норме.....	6601-6603

Электропитание функциональных блоков в норме	7701-7730
Давление модульных гидроприводов в норме	8801-8824
Электропитание СУ МГП0в в норме	8825-8849
Индуктосины МГП-в в норме	8850-8874
Схват правой руки в норме	4471
Схват левой руки в норме	4472
Стопа правой ноги в норме	3371
Стопа левой ноги в норме	3372
Радиация внутри скафандра в норме (30 точек).....	9901-9930
Радиация внешней среды в пределах допуска.....	9950
Компьютер оператора в норме.....	0001
Клавиатура оператора в норме.....	0002
Электропитание блоков оператора в норме.....	0003
Система телеуправления РАП в норме	0004
Система вертикальной стабилизации РАП в норме	0005
Система вертикальной стабилизации РАП в норме.....	0006
Система безопасности столкновений в норме.....	0007
Система аварийной остановки в норме.....	0008
Система речевого управления в норме	0009

Примечание 1. Отклонение от нормы любого кода вызывает световой мигающий сигнал на пульте оператора.

Примечание 2. Перечень кодов может быть расширен в зависимости от условий работы и модификации РАП.