

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОДУЛЯ КОММУТАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ АВИОНИКИ

© 2013 А.А. Зайцев, Н.А. Зотин

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва
(национальный исследовательский университет)

Поступила в редакцию 02.12.2013

В статье авторы приводят описание программного обеспечения для разработанной в НИЛ-36 СГАУ микропроцессорной автоматизированной системы контроля авионики, которое включает приложение для компьютера, управляющего процессом контроля электросборок, и программу микроконтроллера модуля коммутации и управления.

Ключевые слова: алгоритм контроля, диагностика электросборок, автоматизированная система диагностики, микроконтроллер.

В настоящее время наблюдается тенденция к увеличению сложности электротехнического оборудования летательных аппаратов, бортовых систем электроники и комплексов. Следовательно, возрастает и сложность диагностики таких систем. Необходимым условием высокой эффективности процесса диагностики является его повышенная автоматизация, достигаемая применением программно-аппаратных комплексов.

В качестве такого комплекса автоматизированного контроля токораспределительных систем и электросборок бортового комплекса оборудования в НИЛ СГАУ была разработана система микропроцессорная автоматизированная система контроля авионики («МАСКА»).

Система контроля «МАСКА» состоит из некоторого числа модулей коммутации и управления (МКУ), локальных интеллектуальных коммутаторов (ЛИК), внешнего измерительного комплекса и персонального компьютера.

МКУ предназначен для:

- управления воздействием на объект контроля стимулирующими напряжением +27В или потенциалом «земли» для непосредственной коммутации их на определенные точки электрических цепей многотактных устройств в соответствии с программой контроля от внешнего персонального компьютера;
- определения логики функционирования и конструктивных параметров объекта контроля приема ответных сигналов из объекта контроля;
- дистанционного подключения к объекту контроля внешних средств измерения;
- формирования адресов ответных сигналов

Зайцев Александр Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации авиационной техники. E-mail: nil-36@mail.ru

Зотин Никита Александрович, аспирант кафедры эксплуатации авиационной техники. E-mail: eat@ssau.ru

объекта контроля, обработки полученных результатов с последующей выдачей в персональный компьютер для диагностики дефектов.

ЛИК предназначен для:

- контроля электрических связей логической структуры бортовой токораспределительной сети;
- контроля проводимости электрических цепей для оценки их качества;
- контроля сопротивления изоляции бортовых систем электрических цепей (как один из вариантов).

Задачи, решаемые ЛИК:

- определение наличия стимулирующего напряжения на удаленных разъемах токораспределительной сети;
- создание измерительного контура совместно с другими модулями ЛИК, для определения параметров токораспределительной сети.
- проверка переходных и электрических сопротивлений проводников;
- проверка схемы соединений объекта контроля на соответствие заданной;
- проверка сопротивления изоляции разобранных цепей;
- передача информации о результатах проверок по интерфейсу в персональный компьютер.

В данной статье рассмотрим программное обеспечение управляющего компьютера и модуля МКУ.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕГО КОМПЬЮТЕРА

Разработанное программное обеспечение для управляющего компьютера системы «МАСКА» обеспечивает: чтение написанного файла программного кода из указанного места на диске; покадровое выполнение программного кода, который заключается в преобразовании сформированных кадров в машинный код и пересылки

его в МКУ последовательно в автоматическом режиме и в заданном пользователем порядке в ручном режиме; чтение из модуля результатов проверки из модуля и вывод на экран указаний оператору при диагностике объекта, как в текстовой форме, так и в виде рисунков; индикацию состояния контактов МКУ; отображение текста выполняемых кадров; сохранение файлов отчёта по диагностике объекта.

Рассмотрим элементы лицевой панели приложения (рис. 1).

1. Индикатор состояния клемм двух пятидесятиклеммных разъёмов МКУ. Контакты первого разъёма расположены сверху над тонкой линией, контакты второго – под ней. Каждый из контактов пронумерован.

О сигнале на клемме или об отсутствии необходимого сигнала можно судить по её цвету. Соответствие цветов и состояний клемм устанавливает оператор на панели «НАСТРОЙКА ЦВЕТОВ ИНДИКАЦИИ» (или оставляет настройки по умолчанию).

На данной панели можно настроить цвет незадействованной ячейки коммутационного поля: на которой не появляется сигнал, с которой сигнал не отправляется и не должен появиться; цвет элемента МКУ, на который подаётся сигнал «+27В»; цвет элемента МКУ, на который подаётся сигнал «-27В»; цвет клеммы, на которой должен появиться сигнал; цвет клеммы, на которой не появился ожидаемый сигнал; цвет клеммы, с появившемся на ней «лишним» сигналом.

2. Окно с указаниями для оператора, соответствующими текущему кадру. Окно снабжено скроллингом. Указания в соответствии с установленным синтаксисом вводятся в файл с программным кодом.

3. Окно с графическими комментариями для

оператора. Окно снабжено скроллингом. Название выводимого на экран рисунка, лежащего в директории с файлом текста программного кода, в соответствии с установленным синтаксисом вводится в файл с программным кодом.

4. Окно с текстом текущего кадра.

5. Панель изменения номера кадра. При нажатии на кнопку «НАЗАД» происходит декремент номера кадра; на кнопку «ДАЛЕЕ» – инкремент номера кадра. При нажатии на кнопку «ПЕРЕЙТИ» происходит переход к кадру с указанным номером в задатчике-индикаторе. При нажатии на кнопку «АВТОРЕЖИМ» происходит автоматический перебор кадров с текущего номера до последнего.

6. Окно «КОНТРОЛЬНЫЕ ДАННЫЕ». Содержит информацию об ответных сигналах объекта контроля в текстовой форме, пришедшую от МКУ по последовательному интерфейсу.

7. Панель выбора файла с программным кодом.

8. Панель выбора порта приёма и передачи данных.

9. Кнопка окончания работы.

Рассмотрим алгоритм приложения.

Графическая схема алгоритма приложения изображена на рис. 2.

1 – открытие на чтение файла с программным кодом; определение даты и времени; создание файла отчёта, в имени которого отображены определённая выше дата и время; определение количества кадров в программном коде; номеру текущего кадра присвоить ноль.

2 – присвоить массивам-реестрам, т.е. массивам, на основании которых формируются передаваемые в последовательный интерфейс послышки данных, пустые массивы; присвоить строке с указаниями оператору пустую строку; присвоить рисунку с указаниями оператору пустой рисунок;

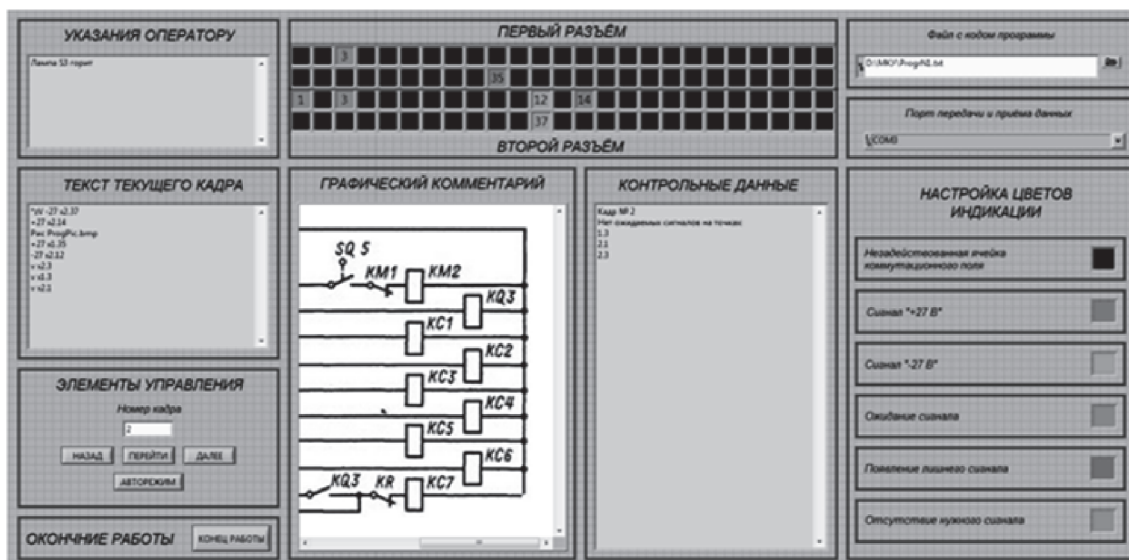


Рис. 1. Лицевая панель приложения

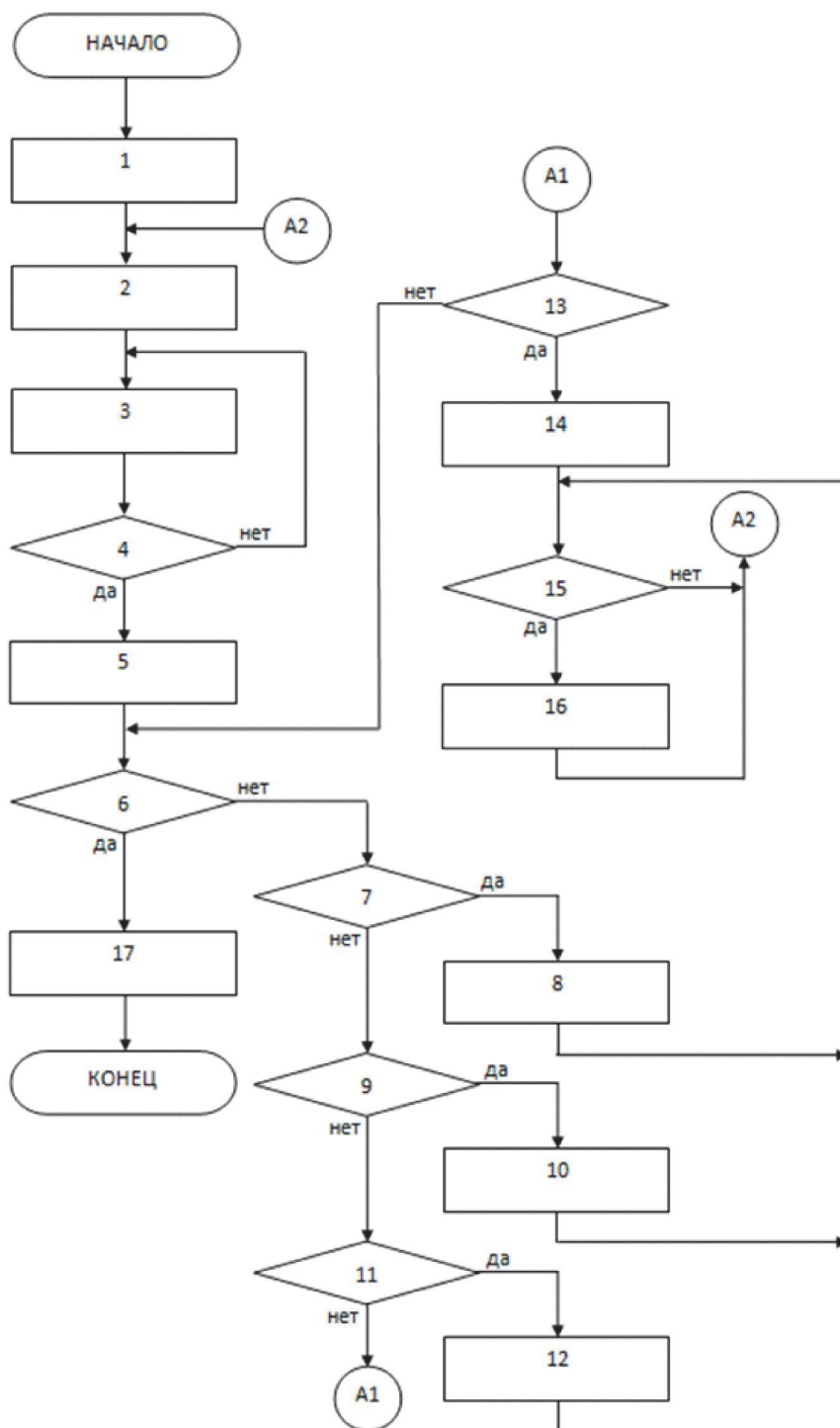


Рис. 2. Графическая схема алгоритма приложения

присвоить элементам массива индикации состояния МКУ цвет неактивного элемента; считать текст кадра текущего номера кадра, исключив из него комментарии; определить тип кадра; $i=0$.

3 – определить тип действия указанный в i -той строке текущего кадра; занести в массивы-реестры (на основании которых формируются передаваемые в порт послышки данных) элементы, соответствующие указанному типу действия в i -той строке; $i=i+1$.

4 – текст кадра закончился?

5 – в соответствии с элементами массивов-реестров и определённого типа кадра присвоить элементам массива индикации состояния МКУ цвета активных элементов; в соответствии с элементами массивов-реестров сформировать послышку данных; переслать данные через порт; считать данные с порта; на основании считанных данных сформировать строку, в которой описано состояние контактов МКУ и вывести её на экран; дополнить этой строкой файл отчёта; на основании считанных данных присвоить элемен-

там массива индикации состояния МКУ цвета активных элементов.

- 6 – кнопка «КОНЕЦ РАБОТЫ» нажата?
- 7 – кнопка «НАЗАД» нажата?
- 8 – декремент номера кадра
- 9 – кнопка «ДАЛЕЕ» нажата?
- 10 – инкремент номера кадра.
- 11 – кнопка «ПЕРЕЙТИ» нажата?
- 12 – присвоить номер кадра указанный в датчике-индикаторе.
- 13 – кнопка «АВТОРЕЖИМ» нажата?
- 14 – инкремент номера кадра.
- 15 – (кнопка «АВТОРЕЖИМ» нажата) и (текущий номер кадра максимален)?
- 16 – отжать кнопку «АВТОРЕЖИМ».
- 17 – закрыть открытые ранее файлы.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОДУЛЯ МКУ

Модуль МКУ выполнен на базе микроконтроллера, а все современные микроконтроллеры относятся к процессорной технике и, соответственно, имеют собственное программное обеспечение. Прикладное программное обеспечение МКУ включает в себя:

- программный модуль информационного взаимодействия по локальной сети;
- программный модуль управления коммутационными ячейками и выбором измерительных или стимулирующих шин;
- программный модуль отображения служебной информации;
- программный модуль формирования адресов ответных сигналов;
- тестовый программный модуль самоконтроля МКУ.

Включение модуля МКУ или нажатие кнопки сброса приводит к выполнению программы прошивки микроконтроллера с нулевого адреса, в результате чего в первую очередь выполняется подпрограмма инициализации модуля, в ходе которой настраиваются все функциональные узлы микроконтроллера и выполняется сброс всех ячеек коммутационного поля модуля с целью исключения возникновения короткого замыкания в объекте контроля в случае произвольного срабатывания регистров при сбросе питания. Затем все ячейки модуля последовательно переключаются на шину ЗЕМЛЯ, а линия опроса к шине «земли». После чего контроллер переходит в цикл ожидания, выйти из которого он может лишь по возникновению прерывания от клавиш управления на лицевой панели, запускающих соответствующую подпрограмму самотестирования модуля, или прерывание от входящего сообщения по последовательному интерфейсу.

В случае возникновения прерывания от приемника интерфейса CAN или RS-232 запускается подпрограмма анализа признака массива принятых данных, которая в свою очередь запускает очередность выполнения подпрограмм, соответствующих одному из возможных тестов или же отработку монтажного, измерительного кадра, или кадра измерения сопротивления изоляции. После выполнения которой, управляющей ЭВМ отправляются данные о результатах самотестирования или отработки кадра и контроллер возвращается в цикл ожидания.

Рассмотрим отработку монтажного кадра. В первую очередь производится анализ – является ли кадр зависимым или нет, по биту признака зависимого кадра маркере начала монтажного кадра – первый байт массива. Т.е. определяется необходимо ли сбросить все ячейки коммутационного поля в исходное состояние перед отработкой нового монтажного кадра или же дополнить существующие подключения. По результату анализа либо выполняется сброс всех ячеек и подключение их к опросной шине как при инициализации модуля, либо продолжается подключение очередных ячеек. Также в первом байте указано к какой шине подключается опросная шина коммутационных ячеек модуля – Общий объекта контроля или к -27 В.

Далее из памяти данных производится чтение номера очередной ячейки коммутационного поля и осуществляется ее подключение к заданной шине. Затем запускается подпрограмма последовательного опроса выходных регистров схемы формирования ответного адреса и после чтения каждого из них контролирует наличие логических нулей в принятом байте, что соответствует сработавшей ячейке. Если все биты равны нулю то читается следующий регистр, в противном случае запускается подпрограмма, вычисляющая номер сработавшей ячейки и далее он заносится в память.

Следующим шагом запускается подпрограмма, в которой путем перебора отработанных данных происходит сравнение их с заданными точками монтажного кадра. В случае соответствия они заменяются на маркер соответствия, который при дальнейшем обнаружении пропускается. После чего анализируется область памяти данных подключения на наличие номеров ячеек, не заменённых на маркеры. Если такие имеются, они упорядочиваются в памяти и пересылаются в ЭВМ. На этом работа останавливается, поскольку это свидетельствует о неисправности модуля МКУ.

В противном случае аналогичным образом проверяется соответствие области памяти контрольных данных, т.е. тех точек, где должен появиться ответный сигнал. После чего контроли-

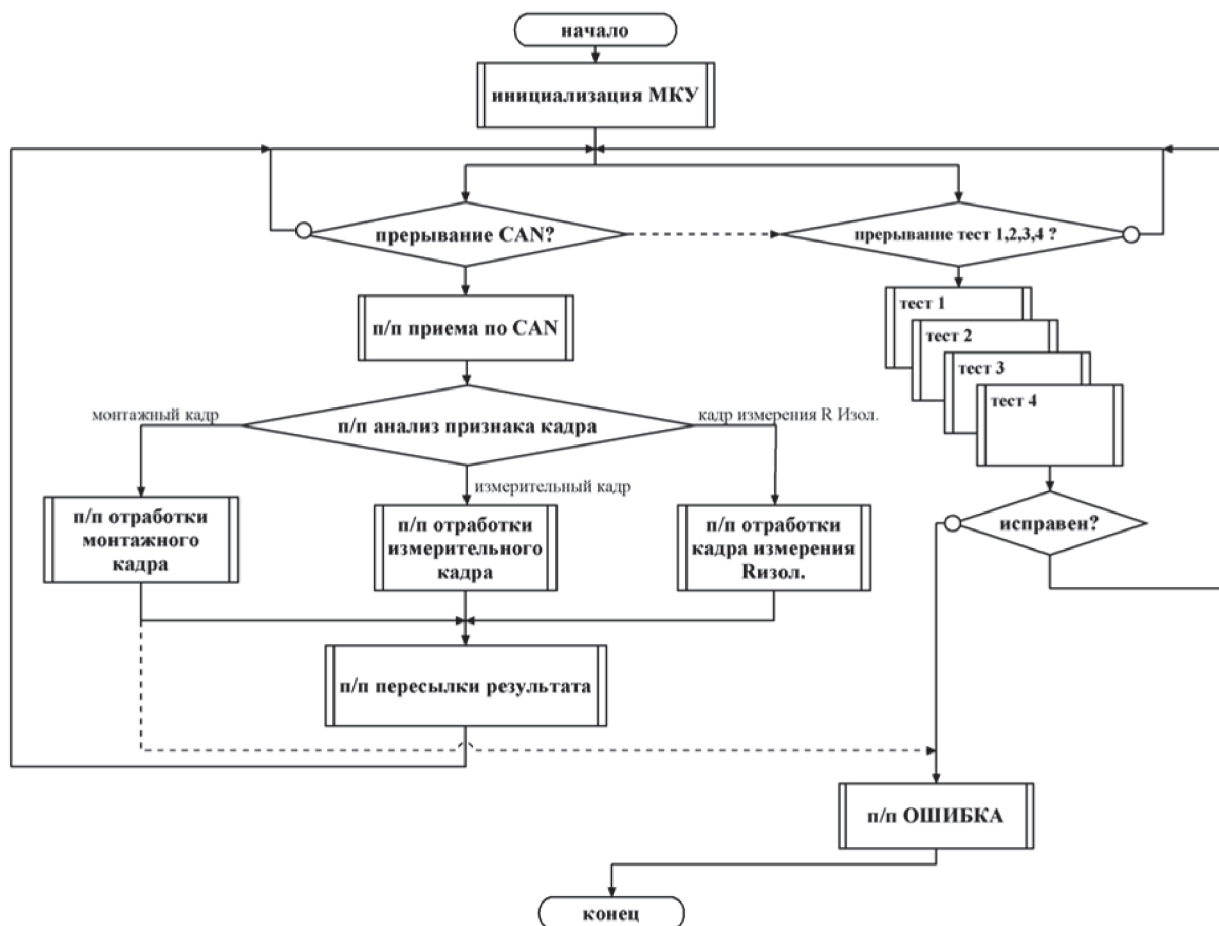


Рис. 3. Общий алгоритм работы программы микроконтроллера модуля МКУ

руется наличие в принятых контрольных и обработанных данных байт несоответствующих маркерам соответствия. Если таковые имеются, то с разделительным маркером они передаются в ЭВМ как результат отсутствия цепи в объекте контроля или наличие ложных перемычек. Иначе передается пустой кадр, свидетельствующий о завершении работы модуля и готовности к приему очередного кадра.

По такому принципу реализован асинхронный режим работы модуля МКУ и ЭВМ при приеме любого типа кадра.

Если же был принят пустой монтажный кадр, необходимый для контроля ответных адресов при работе других модулей (такой кадр содержит начальный и конечный маркер и разделительный), в ответном кадре отправляются либо адреса сработавших ячеек либо также пустой ответный кадр.

В том случае если опрос необходимо производить относительно шины -27В, поскольку сработают ячейки с потенциалом и 27В и «земля», выполняется дополнительная операция связанная с копированием данных анализа ячеек с потенциалом 27В (множество X). И затем из множества Y упрощенных точек относительно шины -27В вычитается множество X и в результате получается множество точек Z с потенциалом «зем-

ли», которое в дальнейшем и анализируется либо отправляется в ЭВМ.

Обработка измерительного кадра. В случае необходимости измерить какой-либо параметр объекта контроля, входящий кадр измерения содержит также информацию о том является ли он зависимым и к какому из приборов необходимо подключить точку объекта контроля. Соответственно в подпрограмме обработки измерительного кадра выполняется сброс всех точек если необходимо, затем производится подключение шины заданного прибора и чтение адреса точки с последующим ее подключением. Завершающим этапом является отправка в ЭВМ пустого кадра свидетельствующего о готовности к началу измерения и приему очередного кадра.

Обработка кадра измерения сопротивления изоляции цепей ($R_{изол.}$). При измерении сопротивления изоляции цепей объекта контроля в память микроконтроллера пишутся данные, соответствующие адресу точки подключения прибора и массива точек, которые необходимо объединить в одну цепь. Выполняется переключение реле шины измерения на измеритель $R_{изол.}$, читается адрес первой точки и подключается к прибору. Затем выполняется сортировка методом пузырька последующих точек по возрастанию номера

ячейки и последовательно читаются адреса до обнаружения маркера конца кадра и подключаются к земле измерения.

Одновременно с этим в подпрограмме включения зон производится анализ очередного адреса для определения к какой из 13 зон принадлежит эта точка. Зоны разбиты по 4 платам – 1,2 на плате управления, 3-6 и 7-10 на платах коммутации 32 точек и 11-13 на плате коммутации 20. Управление группой зон на каждой из плат осуществляется при помощи 4-хразрядного регистра. Следовательно, выполняется двойной анализ очередного адреса с целью определения к какой их плат он относится и к какой именно зоне на выбранной плате.

Если номер ячейки превысил возможный диапазон адресов текущей платы или в случае подключения последней точки из массива запускается подпрограмма, подключающая соответствующую группу реле на плате.

Аналогично предыдущему после завершения цикла подключений в ЭВМ отправляется пустой кадр готовности к началу измерения и приему нового кадра.

В ходе выполнения программы на лицевую панель выдается информация о текущем статусе модуля, такая как исправность/отказ, прием/передача данных, работа.

Кроме того с лицевой панели клавишами управления можно запустить одну из четырех подпрограмм самотестирования модуля. Тест пред-

назначен для оперативной проверки работоспособности модулей МКУ. Предлагается при включении системы «МАСКА» в выборочном режиме или как результат автопоиска. Запуск производится по нажатию кнопки, вызывающей прерывание микроконтроллера и запуск соответствующей подпрограммы самотестирования или по приходу кадра «тест» от ЭВМ.

Первые три теста предназначены для контроля срабатывания всех реле модуля и работоспособности схемы формирования ответных адресов, как самим модулем, так и при помощи тестового жгута. Четвертый тест запускает процесс отправки в ЭВМ одиночного кадра для проверки работоспособности приемопередатчика последовательного интерфейса. Успешный прием тестового кадра также сигнализируется на лицевой панели.

ВЫВОД

На данный момент создано программное обеспечение, которое позволяет по составленному оператором алгоритму в соответствии с установленным простым в освоении синтаксисом производить диагностику электротехнического оборудования летательных аппаратов, бортовых систем электроники и комплексов. Структура написанного приложения позволяет легко его модифицировать, что позволяет при необходимости дополнить или расширить синтаксис программного кода.

THE SOFTWARE FOR COMMUTATION AND OPERATION MODULE OF AUTOMATIZED MICROPROCESSOR-BASED AVIONICS MONITORING SYSTEM

© 2013 A.A. Zaitsev, N.A. Zotin

Samara State Aerospace University named after Academician S.P. Korolyov
(National Research University)

In this paper authors describe software for automatized microprocessor-based avionics monitoring system, which was developed in scientific research laboratory №36 of Samara State Aerospace University. This software contains application for computer, which direct the electro assemblage monitoring process, and program for commutation and operation module microprocessor.

Key words: monitoring algorithm, electro assemblage, diagnostics of electro assemblage, system of automatized diagnostics, microcontroller.

*Aleksander Zaitsev, Candidate of Technics, Associate Professor of Operating Aircraft Department. E-mail: nil-36@mail.ru
Nikita Zotin, Postgraduate Student at the Aircraft Maintenance Department. E-mail: eat@ssau.ru*