

УДК: 681.2:629.13

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ АВИАНИКИ – МАСКА

© 2014 В.А. Прилепский¹, А.Н. Коптев¹, И.В. Прилепский²

¹ Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П.Королева

² ОАО «Авиаагрегат», г. Самара

Поступила в редакцию 09.09.2014

Статья посвящена актуальной проблеме контроля и диагностики неисправностей в процессах производства и эксплуатации авионики и комплексов бортового оборудования на основе новейших научных разработок, унифицированных контрольно-измерительных комплексов и графической программной среды Lab VIEW. Представлены технические данные и выполняемые функции основных модулей системы, характеристики и вариант исполнения и комплектации МАСКА для решения различных научно-технических и производственных задач.

Ключевые слова: микропроцессорная система, микроконтроллер, диагностика, техническое состояние, прогнозирование, CAN-сеть, коммутатор, приборная панель

Эффективность и экономичность производственных процессов и технического обслуживания сложных объектов электрооборудования, в частности, воздушных и морских судов, ракетно-космической и др. техники в значительной степени зависит от научного и организационно-технического уровня контрольно-измерительных средств, применяемых в производстве на этапах приемо-сдаточных испытаний или в эксплуатации при различных формах обслуживания и ремонта. Непрерывное развитие и совершенствование бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО) воздушных судов (ВС) и ракетно-технической техники (РКТ) требуют нового подхода к контролю, диагностике и прогнозированию технического состояния всего комплекса электрооборудования с учетом переработки отраслевых руководящих и методических материалов в соответствии с новыми требованиями стандартов серии ИСО, ТУ и ГОСТ Р.

Сегодня наиболее распространенным является применение специализированной контрольно-проверочной аппаратуры для каждого контролируемого объекта. Известны перспективные подходы на основе структуризации, унификации и реконфигурации программно-

технических средств за счет модульности схемотехнического и конструктивного исполнения аппаратных средств и программного обеспечения [2-4]. В Самарском государственном аэрокосмическом университете разработана Микропроцессорная Автоматизированная Система Контроля Авионики (МАСКА), которая является новым универсальным контрольно-измерительным комплексом наземного применения и предназначена для динамического моделирования поведения сложных систем ВС, контроля и диагностики технического состояния бортовых комплексов электрооборудования, а также для контроля логической структуры и качества сети электрических связей, измерения параметров электрических цепей объектов контроля (ОК) в эксплуатации при техническом обслуживании, ремонте и в производстве аэрокосмической техники. Система включает унифицированный системный коммутатор в составе оптимального сочетания контрольно-измерительного комплекса PXI, сетевого оборудования вычислительной CAN-сети, комплекта локальных интеллектуальных коммутаторов, реализованных на основе современных электронных компонент, измерительных средств и программного обеспечения, функционирующие в графической программной среде Lab VIEW под управлением операционной системы WINDOWS XP.

В системе МАСКА реализована «безбумажная» технология, которая предусматривает использование базы данных предприятия или эксплуатирующей организации, а также возможность создания и ведения базы данных в составе автоматизированного рабочего места (АРМ)

Прилепский Василий Андреевич, кандидат технических наук, доцент. E-mail: 2pr@inbox.ru

Коптев Анатолий Никитович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой эксплуатации авиационной техники. E-mail: eat@ssau.ru

Прилепский Илья Васильевич, кандидат технических наук, начальник отдела комплексных систем управления производством.

E-mail: oksup@aviaagregat.net

инженера-технолога и программного обеспечения МАСКА. Система имеет гибкую структуру и многовариантность комплектации технических

и программных средств, в зависимости от решения поставленных задач.

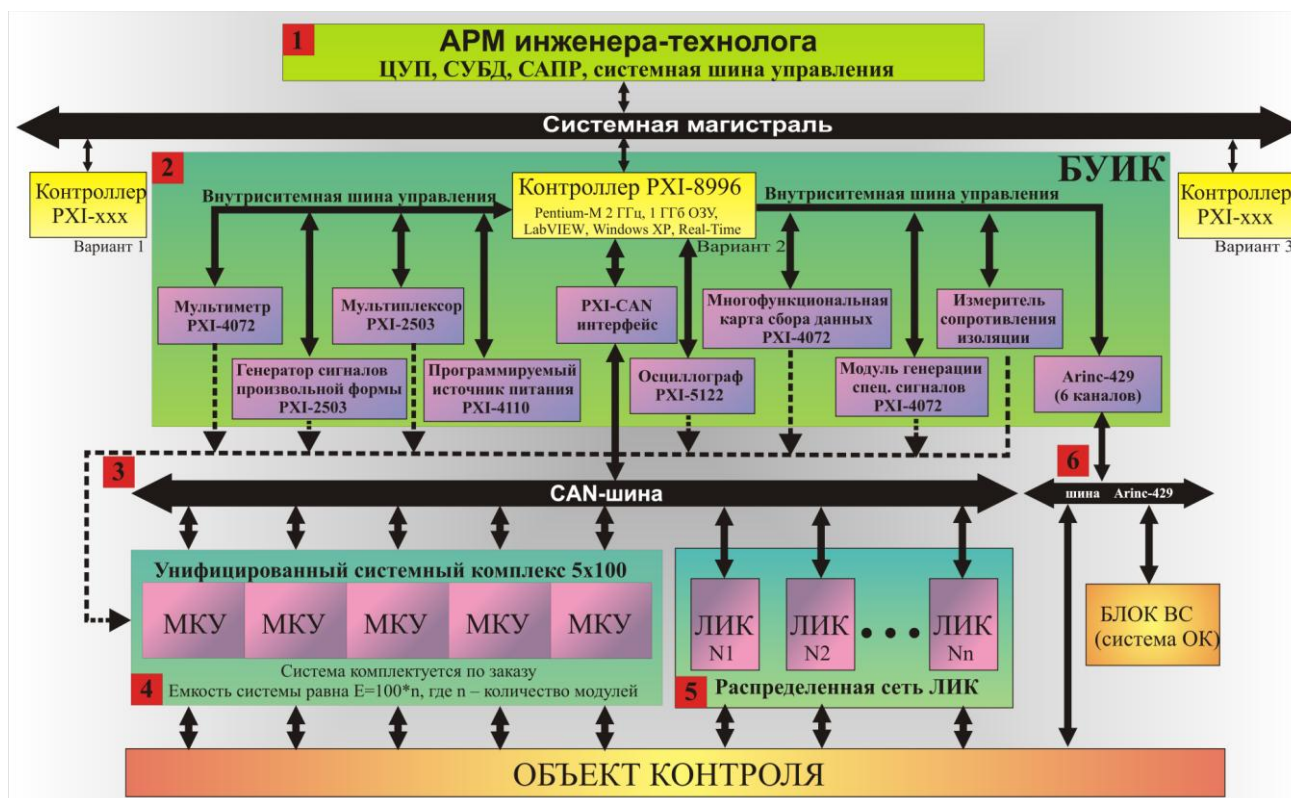


Рис. 1. Вариант структурной схемы и комплектации системы МАСКА

На рис. 1 представлен вариант структурной схемы системы, предназначенной для решения широкого круга таких задач, как:

- контроль логической структуры, качества проводимости и сопротивления изоляции электрических цепей, диагностика неисправностей и прогнозирование технического состояния кабельно-жгутовых изделий в цехе-изготовителе, токораспределительных сетей (фидерных схем) в цехе окончательной сборки на борту и в эксплуатации;

- тестовый контроль, контроль функционирования, диагностика неисправностей и прогнозирование технического состояния электросборок бортовой автоматики (распределительных коробок (РК), электрощитков (ЭЩ), электропанелей (ЭП), приборных досок (ПД) и пр.) при изготовлении и эксплуатации ВС;

- тестовый контроль, контроль функционирования, диагностика неисправностей и прогнозирование технического состояния блоков и готовых изделий бортовых комплексов электрооборудования при изготовлении и эксплуатации ВС, комплектуемые приборостроительными и др. заводами;

- моделирование и имитация неисправностей или критических режимов, а также анализ

динамики поведения блоков или сложных комплексов на стимулирующие воздействия.

АРМ инженера-технолога предназначен для формирования и хранения конструкторских и технологических документов в электронном виде, а также для обновления, ведения и пополнения хранимой информации и является одной из основных структурных компонент информационного обеспечения производственных задач монтажно-сборочного производства ВС и РКТ и эксплуатирующих организаций аэрокосмической техники. Оно составляет основу функционирования конструкторско-технологического и эксплуатационного обеспечения производства, контроля и эксплуатации бортовых комплексов авионики.

АРМ обеспечивает решение следующих задач:

- 1) Формирование схем и таблиц соединений для проектирования контроля, диагностики и прогнозирования технического состояния ОК, а также для проектирования технологических процессов технического обслуживания ОК ВС и РКТ.

- 2) Формирование таблиц соединений физических электрожгутов или выделенных структур.

3) Формирование заказных спецификаций по комплектующим изделиям и материалам для сборочно-монтажного производства и в эксплуатации.

4) Проектирование стыковочных карт для подключения электрожгутов и токораспределительных сетей к системам контроля.

5) Проектирование программ контроля электрожгутов и отдельных систем токораспределительной сети для контроля на борту в цехе окончательной сборки и АТБ и др. функции, указанные в описании ПО.

Блок управления, измерения и контроля (БУИК) реализован на базе стандарта PXI в операционной среде Windows с приложением прикладного графического программирования среды LabVIEW, используемой в системе МАСКА в качестве стандартного инструмента для проведения измерений, анализа их данных и последующего управления приборами и исследуемыми объектами. Назначение:

- централизованное управление процессами коммутации, измерения, обработки информации и взаимодействия функциональных блоков системы МАСКА;
- измерение параметров электрических цепей;
- обеспечение взаимодействия различных протоколов обмена, в частности, RS-232, USB, CAN-протокол, ARINC-429 и др.;
- обеспечение напряжением питания всех функциональных блоков системы.

В состав БУИК входят: шасси – PXI-1050 PXI/SCXI (комбинированное) 8/4 модулей; контроллер NI PXI-8196. Контроллер NI PXI-8196

представляет собой самый высокопроизводительный из доступных на сегодняшний день контроллеров реального времени. Его процессор Pentium M 760 2,0 ГГц позволяет увеличить среднюю производительность систем на 18% по сравнению с предыдущим лидером отрасли.



Рис. 2. Шасси PXI-1050 PXI/SCXI с контроллером NI PXI-8196

В состав унифицированного системного комплекса (УСК), показанного на рис. 3, входят:

- модуль коммутации и управления (МКУ);
- модуль коммутации стимулирующих сигналов (МКС);
- модуль коммутации эталонных значений конструктивных параметров электрических цепей (МКЭ);
- модули других различных функциональных назначений по техническим условиям поставки Заказчика.



Рис. 3. Унифицированный системный комплекс УСК

УСК предназначен для:

- коммутации электрических цепей сложных устройств в соответствии с программой контроля

для определения логики функционирования и конструктивных параметров объекта контроля;

- управления и предварительной обработки процессов контроля по подключенным разъемам объекта контроля к МКУ;
- формирования стимулирующих сигналов различных форм и уровней и коммутация их по выбранным адресам в ОК;
- имитации конструктивных параметров электрических цепей и коммутации их по выбранным адресам в ОК;
- формирования адресов ответных сигналов ОК для обработки измерительной информации и диагностики дефектов.

Локальные интеллектуальные коммутаторы (ЛИК) предназначены для организации распределенной структуры системы контроля, которая разнесена на расстояния по подключаемым разъемам ОК с помощью коротких переходных жгутов или без таковых. ЛИК обеспечивают:

- контроль электрических связей логической структуры бортовой токораспределительной

- сети, а также кабельно-жгутовых изделий на плазовых столах или на борту в собранном виде;
- контроль проводимости электрических цепей для оценки их качества;
- контроль сопротивления изоляции бортовых систем электрических цепей.

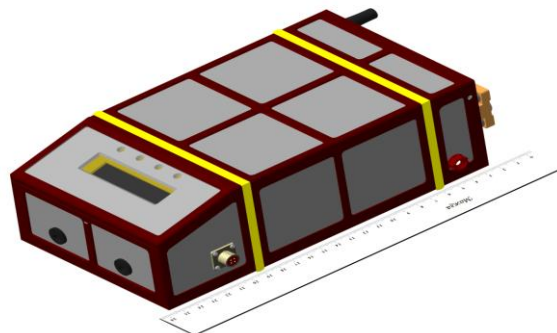


Рис. 4. Локальный интеллектуальный коммутатор ЛИК

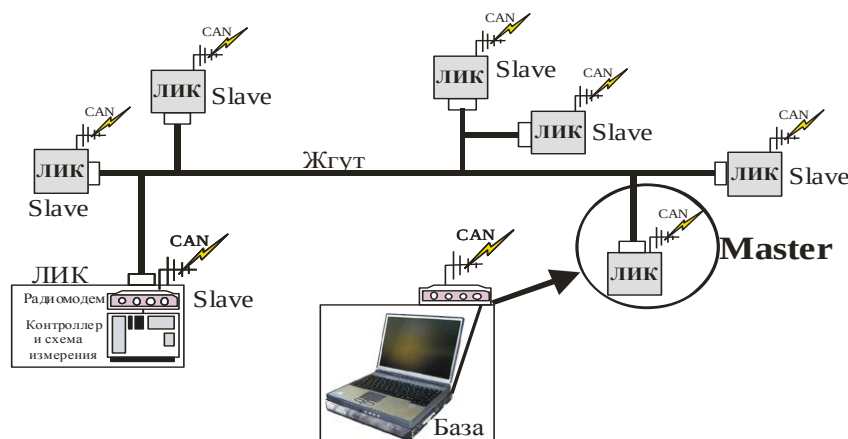


Рис. 5. Вариант распределенной структуры системы МАСКА для контроля токораспределительных сетей и кабельно-жгутовых изделий на борту ВС

На рис. 5 представлен вариант распределенной структуры система МАСКА с радиоканалом CAN-сети для контроля токораспределительных сетей на борту ВС или аналогичных объектов, например, на борту корабля или РКТ. Каналы ARINC-429 используются для передачи цифровых данных между элементами и блоками систем авиационной электроники. На бортах летательных аппаратов, гражданских и военных, до 75% цифрового межсистемного обмена приходится на каналы интерфейса ARINC-429, таким образом, этот интерфейс является основным связующим звеном в системах авиа электроники.

Структура программного обеспечения системы МАСКА показана на рис. 6, она включает в себя совокупность программных подсистем, обеспечивающих ведение и коррекцию базы данных, автоматизацию проектирования информационных массивов, управление и обработку

контрольно-измерительной информации и формирование протоколов контроля, диагностики и прогнозирования технического состояния объектов контроля.

Система управления базой данных (СУБД) и программное обеспечение (ПО МАСКА-ЭС) предназначена для автоматизированного ведения базы данных и обеспечивает решение следующих задач:

- подготовку и ввод данных по номерам изделий, а также коррекцию данных с учетом текущих изменений и доработок;
- автоматизированное формирование рабочих файлов для контроля и диагностики монтажа электрической сети по следующим идентификаторам: по номерам позиций и/или по маркировке провода и/или по сборочным единицам и номерам изделий и/или по системам и/или др. признакам, если это необходимо;

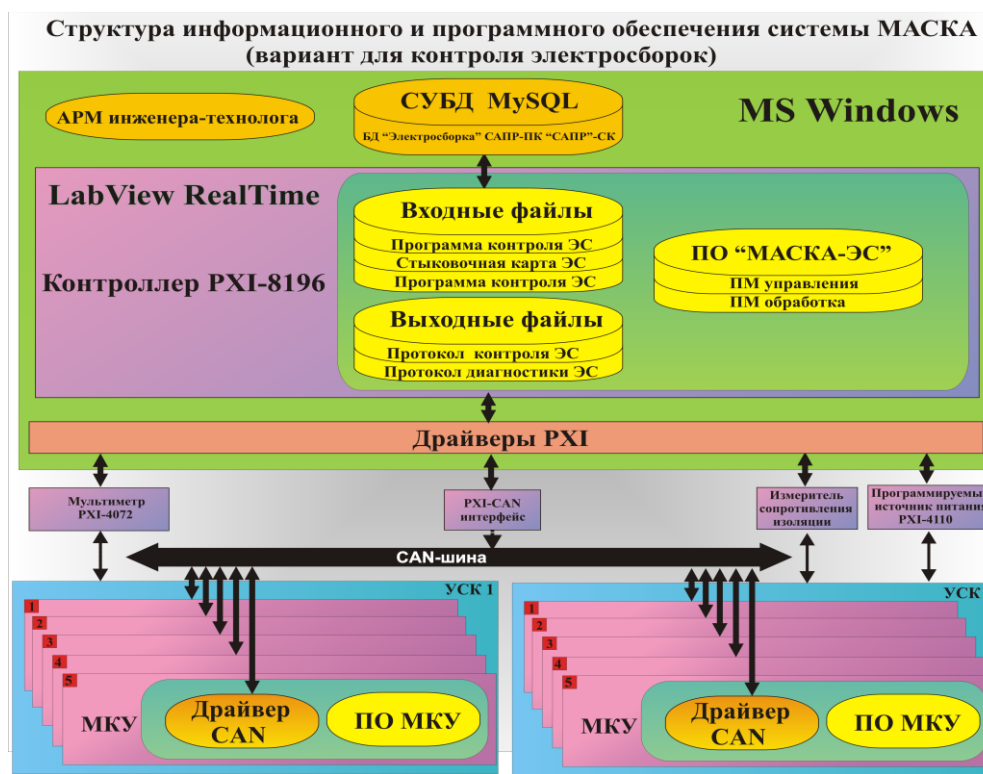


Рис. 6. Структура программного обеспечения варианта системы МАСКА-ЭС для контроля электросборок

- автоматизированный расчет активного сопротивления электрической цепи с учетом сечения и длины ее проводников и переходных сопротивлений промежуточных и внешних соединителей (клеммных монтажных колодок, болтовых соединений, промежуточных и выходных разъемов и т.п.) для контроля качества проводимости электрических цепей;

- автоматизированное проектирование стыковочных карт и программ контроля для сформированных рабочих файлов;

- автоматизированное проектирование программ управления и контроля монтажными операциями на борту;

- управление, загрузку локальных контроллеров, обработку контрольно-измерительной информации и формирование протоколов по результатам контроля;

- управление процессами монтажа на борту с пооперационным контролем монтажных соединений в распределительных коробках, клеммных, болтовых и прочих соединениях, при использовании специального программного обеспечения.

Сетевое программное обеспечение предназначено для организации информационного обмена в распределенной структуре системы контроля токораспределительных сетей и электросборок. Драйверы системы МАСКА прошиты в ПЗУ каждого модуля системы и обеспечивают физическую, логическую и программную

совместимость взаимодействия всех функциональных элементов в общей структуре системы МАСКА. Тестовое программное обеспечение выполняет тестирование системы на различных уровнях:

- тестирование точек коммутации;
- тестирование точек коммутации с контрольно-технологическим жгутом;
- тестирование сопротивления изоляции коммутаторов УСК и ЛИК.

Инструментальная структура приборной панели управления системы МАСКА реализована в программной графической среде Lab VIEW, с помощью которой можно создавать приложения, используя графическое представление всех элементов алгоритмов контроля функционирования, диагностирования, моделирования и прогнозирования технического состояния ОК. На практике для различных вариантов систем МАСКА разрабатывается своя панель управления, наиболее в полной мере отвечающая требованиям конкретного варианта системы. На рис. 7 представлена панель управления системы МАСКА для контроля электросборок. Функционально приборная панель системы МАСКА состоит из трех частей, выстроенных по вертикали, каждая часть из которых содержит:

- первая – функциональная часть по вертикали панели управления представляет входную информацию и стимулирующие воздействия на объект контроля;

«Вкл/Выкл. МАСКА», «Разработчик», «Программа контроля», «Входной стимулирующий сигнал» и пр.;

- вторая часть панели представляет все элементы управления взаимодействия системы, загрузку системы решаемыми задачами, установку режимов работы, состояние ОК в текущий момент времени контроля и пр. функции по управлению системой и ОК: «Вход в систему», «Контроль», «Режим работы системы МАСКА», «Режим контроля», «Режим имитации контроля», «Выбор объекта контроля», «Выбор объекта имитации», «Тест», «Тестирование», «Режим тестирования», «Режим имитации тестов», «Состояние схемы контролируемого объекта»;

- третья часть панели представляет работу и состояние коммутаторов, наличие стимулирующих воздействий, форму и уровень ответных

сигналов, и др. информацию по выходным параметрам ОК: «Состояние коммутатора», «Выходной контролируемый сигнал» и пр.

Таким образом, панель разбита на три информационных составляющих: о взаимодействии входных воздействий на объект контроля в виде программы контроля и характеристик стимулирующих сигналов, режимов работы системы МАСКА и состоянии схемы контролируемого объекта в текущий момент времени, состояние коммутатора и характеристику контролируемого сигнала. Но такое функциональное разделение полей панелей управления является рекомендуемым и по согласованию с пользователем системы МАСКА могут быть реализованы различные варианты панелей управления, в зависимости от требований Заказчика.

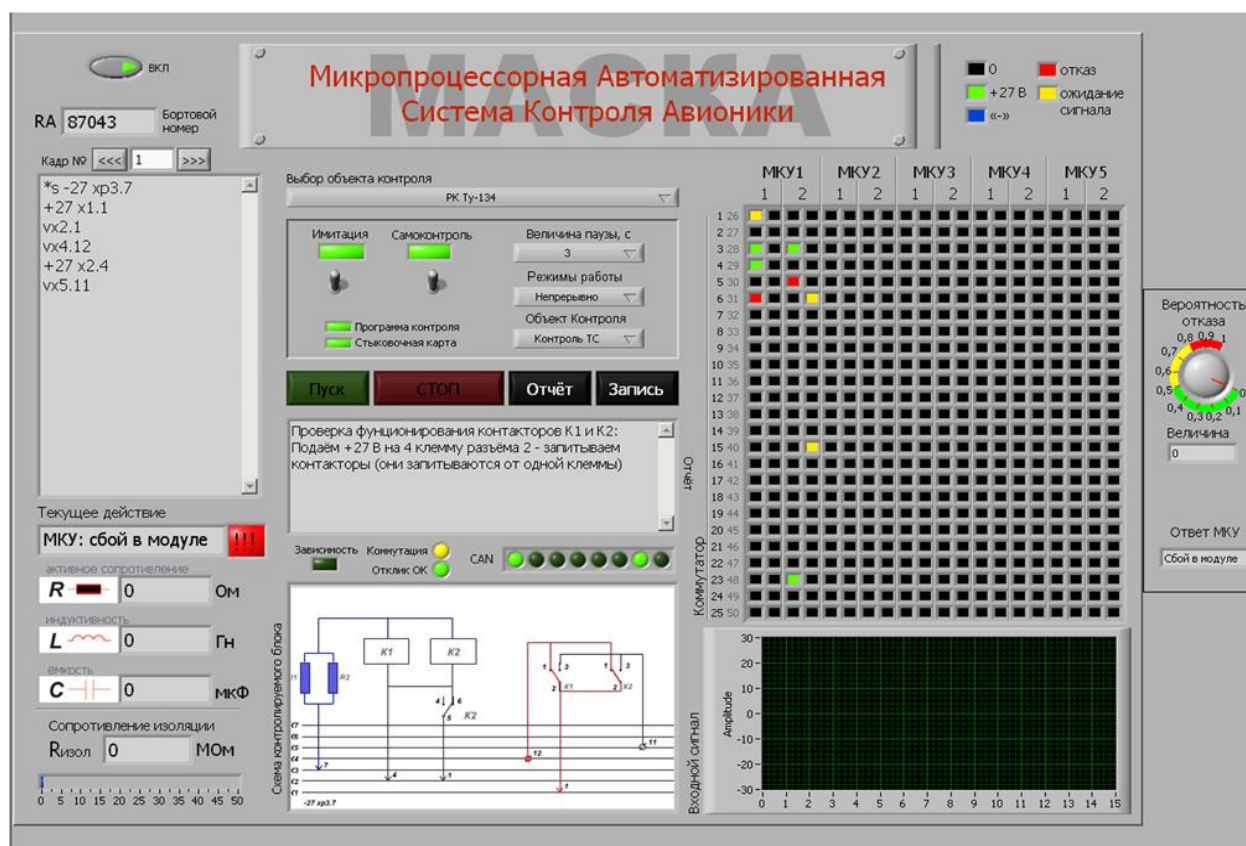


Рис. 7. Унифицированная панель управления системы МАСКА ЭС для контроля электросборок

Выводы: аппаратно-программный комплекс МАСКА, реализующий локальную вычислительную сеть интеллектуальных средств на базе новых CAN – технологий с применением перспективных контрольно-измерительных комплексов международного стандарта PXI и унифицированных коммутационных систем, функционирующие под управлением операционной системы WINDOWS, представляет собой легко осваиваемый инструментальный по

решению всех возникающих задач контроля, диагностики технического состояния и функционирования объектов электрооборудования, измерения различных физических параметров, генерации сигналов различных форм и амплитуд для воздействия на ОК, а также может быть использован для виртуального и реального моделирования различных процессов, как электрической, так и другой физической природы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Информационно-измерительные технологии. www.vxi.ru
2. Прилепский, В.А. Проблемная ориентация системы "Поиск" в области задач объектов энергетического комплекса, Сборник научных статей / В.А. Прилепский, В.В. Савотченко, И.В. Прилепский, К.А. Сурков // Управление организационно-экономическими системами: моделирование взаимодействий, принятие решений. Под ред. В.Н. Буркова. – Самара: СГАУ, 1999. С. 47-53.
3. Прилепский, В.А. Проблемно-ориентированная интегрированная система контроля «ПОИСК-БОРТ» / В.А. Прилепский, А.Н. Коптев // Управление движением и навигация летательных аппаратов. Сборник научных трудов. СГАУ, Самара, 2003. С. 299-307.
4. Пат. 2377585 Российская Федерация, МПК G01R31/02. Автоматизированная система контроля монтажа, параметров электрических цепей и диагностики неисправностей сложных устройств электроаппаратуры и токораспределительных сетей / В.А. Прилепский, А.Н. Коптев, И.В. Прилепский; Заявитель и патентообладатель ООО "2PR". №2008114722/28; заявл. 14.04. 08; опубл. 20.10.09.
5. Микропроцессорная автоматизированная система контроля авионики МАСКА: отчет о НИР (заключ.).: № гос. регистрации 01200701841; рук. А. А. Коптев; исполн. В.А. Прилепский и др. – Самара. 2009. 72 с.

MICROPROCESSOR AUTOMATED SYSTEM FOR AVIONICS CONTROL – “MASKA”

© 2014 V.A. Prilepskiy¹, A.N. Koptev¹, I.V. Prilepskiy²

¹ Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov

² JSC “Aviaagregat”, Samara

Article is devoted to an actual problem of control and diagnostics of malfunctions in processes of production and operation of avionics and complexes of the onboard equipment on the basis of latest scientific development, the unified control and measuring complexes and graphic program Lab VIEW environment. Specifications and carried-out functions of the main modules of system, the characteristic and execution and complete set option the MASKA for solution the various scientific and technical and production tasks are submitted.

Key words: *microprocessor system, microcontroller, diagnostics, technical state, forecasting, CAN network, switchboard, instrument panel*

Vasiliy Prilepskiy, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor. E-mail: 2pr@inbox.ru

Anatoliy Koptev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Aircraft Maintenance Department. E-mail: eat@ssau.ru

Iliya Prilepskiy, Candidate of Technical Sciences, Head of the Complex Systems of Production Management Department. E-mail: oksup@aviaagregat.net