

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ДИАГНОСТИКИ АВИАЦИОННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Проблемы, сложившиеся при эксплуатации авиационного электрооборудования, ставят новые задачи в качественном обеспечении контроля, диагностики, эксплуатационной технологичности и надёжности систем электрифицированного оборудования и пилотажно-навигационных комплексов воздушных судов (ВС). Отсутствие квалифицированных специалистов не позволяет обеспечить качество изготовления и электромонтажа агрегатов, систем и комплексов электрооборудования, соответствующее требованиям международного стандарта. Поэтому, чтобы гарантировать качество и надёжность выпускаемых изделий, эксплуатационную надёжность технического обслуживания и прогнозирование наработки на отказ с определением гарантированных сроков службы необходимо максимально исключить человеческий фактор.

Базовой системой для решения этих задач является проблемно-ориентированная интегрированная система контроля «ГЮИСК», которая обеспечивает контроль правильности выполнения электромонтажа и функционирования изделий электрооборудования с имитацией всех параметров и режимов, адекватных условиям полёта. Система «ПОИСК» спроектирована по магистрально-модульному принципу, имеет гибкую структуру технических и программных средств, легко адаптируется на решение различных задач и имеет возможность мобильной реконфигурации на различные варианты включения в свою структуру специальных модулей, приборов и других технических средств. Однако задачи экспертизы качества и технического состояния изделий и прогнозирования наработки на отказ для системы «ГЮИСК» не ставились, хотя структура системы позволяет расширить её возможности.

Современные электронные компоненты и приборы позволяют спроектировать технические средства, обеспечивающие не только контроль монтажа и функционирования авиационного электрооборудования, но и смоделировать и провести эксперименты по определению качества и прогнозированию срока работоспособности изделия с использованием сетевых структур и интеллектуальных коммутаторов

Научно-техническое решение проблемы предусматривает разработку комплекса унифицированных модулей на основе микроконтроллеров, объединённых CAN-интерфейсом в сетевую структуру, и программного обеспечения.

Объектом контроля, технического обслуживания и диагностики технического

состояния являются:

- токораспределительные системы в виде отдельных жгутовых компонентов и соединённых в бортовую сеть;
- электроштитки, электропанели, распределительные коробки и другие электроагрегаты, имеющие выходы на разъемы, именуемые далее электросборками, являющиеся компонентами электротехнического оборудования.

Система имеет сокращённое название «МАСКА», которое расшифровывается как «Микропроцессорная Автоматизированная Система Контроля Авионики».

Процесс контроля качества монтажа и функционирования технического состояния изделий и систем электрооборудования, а также токораспределительных систем является одним из наиболее трудоёмких видов работ. Особую сложность при контроле токораспределительных систем в цехе окончательной сборки и при эксплуатации ВС вызывает их конфигурация, компоновка, топологические размеры, множество разветвлений и соединений и т.д. Необходимость интегрированного подхода к процессу контроля электросборок и токораспределительных систем вызвана следующими причинами:

- при монтаже электросборок и электрожгутов в цехе агрегатной сборки и при монтаже на борту ВС кабельно-жгутовых изделий, а также при эксплуатации ВС возможны обрывы, замыкания, повреждения изоляции проводов;
- разводка и монтаж свободных концов и наконечников проводов на клеммных колодках и в разъёмах приводит к таким дефектам как «перепутывание», «обрыв», «замыкание»;
- частые доработки принципиальных схем фидеров и различный по времени технологический цикл изготовления и монтажа на борту электросборок и кабельно-жгутовых изделий приводят к тому, что в цехе агрегатной сборки доработки проводятся не во всех изделиях. В этом случае при монтаже на борту возможны дефекты из-за несвоевременной доработки изделий или из-за некорректности конструкторской документации (КД). В эксплуатации возможен пропуск бюллетеней, подлежащих исполнению на конкретное ВС.

Обнаружение и диагностика дефектов на борту неавтоматизированным способом требует значительных временных затрат и высокой квалификации персонала. Выявление и устранение дефектов монтажа на последних стадиях испытаний и в эксплуатации составляет ещё большую трудоёмкость, а каждый дополнительный облёт самолёта обходится предприятию в значительную сумму затрат

В настоящее время контроль токораспределительных и бортовых систем автоматизированным способом не проводится из-за отсутствия технических и программных средств, а дефекты выявляются при включении систем под ток, что часто приводит к выходу из строя дорогостоящего бортового оборудования. Пропуск дефекта на самолёте, переданном в эксплуатацию, может привести к ещё более тяжёлым последствиям.

С учётом сложности современного бортового оборудования, высокой стоимости поиска дефекта существующими методами и отказов при облётах самолёта или при его эксплуатации проблема интегрированного автоматизированного контроля бортового электрооборудования и токораспределительных систем, а тем более определение технического состояния единицы электротехнического оборудования (ЭТО) ВС является актуальной и экономически целесообразной.

В разработке и создании «МАСКА» принимают участие следующие организации:

- Самарский государственный аэрокосмический университет;
- предприятие-заказчик – авиакомпания «Волга-Днепр»;
- другие предприятия и организации, необходимость привлечения которых определяется в ходе выполнения работ.

«МАСКА» создаётся с целью повышения уровня автоматизации процессов отработки и контроля бортового электрооборудования и систем распределителей тока самолётов в цехах агрегатной и окончательной сборки, обеспечения объективности контроля и диагностики технического состояния после изготовления и в эксплуатации, а также с целью повышения качества электротехнического оборудования на самолёте.

«МАСКА» предназначена для использования в серийных и мелкосерийных производствах самолётов, а также при эксплуатации ВС различного назначения и решает следующие задачи:

- автоматизированное ведение базы данных;
- автоматизированное проектирование программ контроля по системам;
- автоматизированное проектирование программ контроля в режиме «автоматизированного программирования» по отработанным схемам бортовых систем при подключении бортовой системы распределения токов к «МАСКА»;
- контроль правильности электрических соединений электросборок;
- контроль параметров (R , I , C) электрических цепей;
- автоматический контроль правильности монтажа токораспределительных систем самолёта;

- контроль сопротивления изоляции электрически разобщенных цепей:
 - а) каждой цепи относительно всех остальных,
 - б) каждой цепи относительно корпуса изделия;
- диагностику неисправностей и дефектов монтажа в реальных адресах в соответствии с КД на системы самолёта (включая промежуточные разъёмы) со следующей классификацией дефектов: обрыв провода, перепутывание проводов, ложные перемычки, повреждение изоляции,
- определение технического состояния и прогнозирование срока службы изделий после изготовления или после технического обслуживания;
- самоконтроль работоспособности системы в процессе её функционирования;
- тестовый контроль системы без подключения и с подключением внешних технологических жгутов.

Комплекс функционирует во взаимодействии с информационно-производственной измерительной системой предприятия по агрегатно-сборочному производству или автономно и осуществляет контроль всех бортовых токораспределительных систем самолёта на заключительной стадии приёмо-сдаточных испытаний в цехах агрегатной и окончательной сборки и обеспечивает контроль технического состояния бортовых систем ВС в эксплуатации.

«МАСКА» является многопроцессорным комплексом, имеющим на верхнем уровне ПЭВМ со следующими основными техническими характеристиками

- процессор Intel Pentium 4-1200МГц,
- объём оперативной памяти не менее 128 Мб;
- объём внешней памяти на жестком диске не менее 10 Гбайт,
- количество последовательных портов RS-232 не менее 2,
- количество CAN-интерфейсов не менее 2.

На нижнем уровне контроллеры блоков коммутации обеспечивают доступ ПЭВМ к каждой точке коммутационных модулей, тем самым позволяя последней непосредственно управлять процессом контроля, производить обработку контрольно-измерительной информации, контроль работоспособности, а также производить тестирование системы контроля.

На верхнем уровне ПЭВМ обеспечивает:

- автоматизированное ведение базы данных;
- коррекцию базы данных;
- подготовку программ и контроля;

- загрузку локальных контроллеров и обработку контрольно-измерительной информации;

- оценку работоспособности контроллеров и системы контроля в целом.

Физическая связь ПЭВМ и контроллеров модулей коммутации осуществляется через распределённую CAN-интерфейсную сеть.

Каждый блок коммутатора на 1000 точек или модуль на n точек состоит из контроллера, блока питания, схем измерения и коммутации. Базовый блок включает в свой состав комплекс измерительных средств для контроля параметров электрических цепей и проведения эксперимента по прогнозированию и определению срока службы изделий. Объединение всех блоков и модулей в систему позволяет получить единый интегрированный комплекс автоматизированного контроля бортового электрооборудования и токораспределительных систем.

Одним из ключевых вопросов автоматизации технологических процессов является программное обеспечение, которое должно удовлетворять следующим требованиям

1. Отличительной особенностью обрабатываемой информации является значительный объём технологических файлов по электросборкам и токораспределительным системам, наличия промежуточных разъёмных соединителей и клеммных колодок, сложность диагностики дефектов из-за наличия промежуточных адресов и разъёмных соединителей. Эти особенности накладывают следующие требования на программное обеспечение и вычислительную технику: высокая производительность процессора; значительный объём жёсткого диска и оперативной памяти ПЭВМ

2. Программное обеспечение включает в себя:

- подсистему формирования файла каждой токораспределительной системы из общей базы данных;

- подсистему проектирования программ контроля для электрожгутов;

- подсистему автопрограммирования по образцовому электрожгуту или токораспределительной системе;

- подсистему управления, загрузки и обработки информации;

- тестовое программное обеспечение.

3. Подсистема формирования файла токораспределительной системы обеспечивает выбор всей информации из базы данных, исходя из выделенной части токораспределительной сети самолёта по совокупности разъёмных соединителей. Пользователю достаточно перечислить все разъёмы, через которые будет осуществляться контроль, и

файл будет сформирован с учетом всех промежуточных разъемов.

4. Подсистема проектирования программ контроля обеспечивает формирование цепей контроля и проектирование файла программы контроля с учётом стыковочной карты и промежуточных разъемов соединителей.

5. Подсистема автопрограммирования обеспечивает проектирование программы контроля с использованием коммутаторов и программного обеспечения. При этом посредством последовательной выдачи стимулирующих сигналов и обработкой ответных сигналов получается реальный образ токораспределительной системы и сформированный файл программы контроля.

6. Подсистема управления, загрузки и обработки информации обеспечивает управление локальными блоками коммутаторов по установленному протоколу обмена информацией и контроль работоспособности системы.

7. Тестовое программное обеспечение выполняет тестирование системы на различных уровнях:

- тестирование точек коммутации;
- тестирование точек коммутации с контрольно-технологическим жгутом;
- тестирование сопротивления изоляции самих блоков коммутаторов

Структура комплекса технических средств (КТС) «МАСКА» базируется на сетевой модели ISO и сетевом оборудовании CAN-технологий. Спецификация CAN описывает два нижних уровня модели ISO. физический и канальный.

Физический уровень определяет способы соединения контроллеров по различным средам передачи данных: высокоскоростной двухпроводной линии (стандарт ISO 11898-2), однопроводной линии (предложения SAE J11519-1), радиоканалу, силовым линиям, а также различные аспекты передачи данных с физической точки зрения: синхронизация, временные параметры сигналов, логические уровни сигналов и т. д.

Канальный уровень разделён на два подуровня. MAC-уровень управления доступом к среде и LLC-уровень логической передачи данных.

Питание CAN устройств может осуществляться от специальных источников, элементов автономного питания или от силовой сети. В таблице 1 представлены функциональные блоки и модули, разрабатываемые и изготавливаемые в СГАУ, на рис. 1 изображена общая структура КТС системы «ПОИСК-БОРТ».

Таблица 1

№ п/п	Наименование блока, модуля	Функциональное назначение	Применение
1.	<p>Блок управления, изменения и коммутации (БУИК)</p> <p>1.1 Модуль питания и стимулирующих сигналов (МПСС);</p> <p>1.2 Модуль управления и коммутации сигналов (МУКС);</p> <p>1.3 Модуль коммутации спец сигналов (МКСС);</p> <p>1.4 Комплекс измерительных средств (КИС).</p>	<p>Предназначен для управления процессами коммутации и выдачи в объект контроля стимулирующих и специальных сигналов, измерения параметров электрических цепей и сигналов, обработки и анализа контрольно-измерительной информации, формирования протокола и заключения по результатам контроля и измерений. Имеет контроллер с CAN – интерфейсами.</p>	<p>Применяется в сосредоточенной и распределённой структуре КТС для решения всех задач системой «МАСКА» Состав модулей определяется Заказчиком</p>
2.	<p>Локальный интеллектуальный коммутатор (ЛИК).</p>	<p>Предназначен для обработки информации CAN – сети, контрольно-измерительной информации объекта контроля, формирование протокола и передачи в CAN – сеть.</p> <p>Конструктивно выполнен в виде заглушки, подключаемой к контролируемому разъёму.</p>	<p>Применяется в распределённой структуре для контроля токораспределительной сети на борту и электрожгутов в цехе-изготовителе. Количество коммутируемых точек определяется количеством клемм разъёма, на который подключается ЛИК.</p>
3.	<p>Модуль адаптации интерфейсов CAN-ARINC.</p>	<p>Предназначен для преобразования протокола CAN-среды в формат протокола ARINC-среды и наоборот</p>	<p>Применяется при диагностике технического состояния бортовых систем и анализа цифровой информации в стандарте протокола ARINC-429.</p>

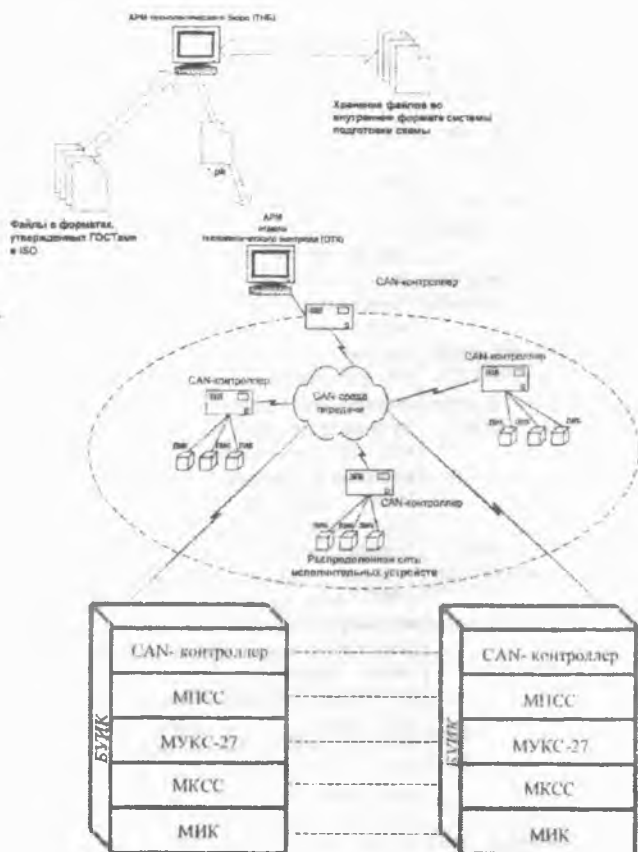


Рис. 1. Структура комплекса технических средств