

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ И СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ БОРТОВЫХ СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО И ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЛОЖНЫХ АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ «ЧЕЛОВЕК-МАШИНА» С ПЕРЕДАЧЕЙ ПОЛЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ ЧЕРЕЗ СПУТНИКОВЫЕ И МОБИЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ



В.В.Дурнев,
генеральный конструктор,
первый заместитель
генерального директора



И.Е.Мухин,
заместитель генерального
конструктора по
инвестиционным проектам



С.Л.Селезнев,
главный конструктор по
системам диагностики
и прогностики тех.
состояния ЛА

Рассмотрены вопросы организации интегрированных бортовых систем контроля и прогностики технического состояния летательного аппарата в совокупности с системами мониторинга психофизического состояния пилота. Предложены варианты решения передачи полетной информации ограниченного объема в реальном масштабе времени через спутниковые системы связи.

Развитие современных летательных аппаратов гражданского и военного назначения характеризуется стремительным увеличением степени функциональной насыщенности, обусловленной расширением круга решаемых задач. В области военной авиации специфика этих задач обусловлена существенным расширением области боевого применения в условиях ведения противником активного противодействия. В этой связи произошел принципиально важный переход от раздельного проектирования и комплексирования планеров, авиационных средств поражения, прицельно-навигационных комплексов к проектированию авиационных комплексов, представляющих единую сложную систему с множеством взаимообусловленных и взаимосвязанных целей. Это отличие в первую очередь связано с глубокой интеграцией комплексной системы управления самолетом, системой управления силовой установки, системой управления вооружением, системой управления оружием и другими системами. При этом, как и было ранее, несмотря на высокую степень автоматизации борта летательного аппарата важнейшую роль при выполнении боевых задач играет пилот, а комплекс представляет собой интегрированную систему «человек-машина». Целью исследований является повышение безопасности полетов летательных аппаратов и снижение стоимости эксплуатационных затрат.

Для обеспечения эффективного технического обслуживания и принятия превентивных мероприятий по эффективному применению этого комплекса такая интеграция обуславливает необходимость внедрения адекватных по степени сложности интегрированных методов и средств контроля технического состояния системы «человек-машина» как цельнофункционального объекта (рис.1).

Указанные методы и средства должны в полной мере осуществлять диагностику технического состояния летательного аппарата (ЛА) и контролировать психофизическое состояние пилота. В настоящее время задача такого класса решается с помощью последовательного анализа данных, фиксируемых бортовой системой объективного контроля (СОК) и бортовым устройством регистрации (БУР) в наземных устройствах обработки. Однако, заложенный функционал такой системы контроля в основном позволяет контролировать исправность ЛА до очередного вылета и не позволяет производить долговременный прогноз технического состояния на более длительную перспективу. Также практически не прогнозируется остаточный ресурс планера, двигателя в зависимости от степени их нагруженности во время выполнения сложных фигур высшего пилотажа. В силу существенных физических и эмоциональных нагрузок выполнение летного задания может также существенно зависеть от степени готовности пилота и его реакции на

нештатные ситуации. Этот фактор в настоящее время также не учитывается и не контролируется в полной мере во время выполнения полета. Существующий в настоящее время фрагментарный и узконаправленный подход к диагностированию основных узлов и систем ЛА в принципе не позволяет осуществлять долговременное прогнозирование интегрального технического состояния, так как практически все его узлы находятся в динамической корреляции, привязанной к основным фазам полета. В этой связи особую актуальность приобретает создание интегрированных систем диагностики и прогностики технического состояния ЛА.

Исходя из анализа степени соответствия существующих и требуемых методов и средств диагностики и прогностики технического состояния ЛА предлагается следующая структурная схема интегрированной системы прогностики и диагностики технического состояния коррелирующая с текущим физико-психическим состоянием пилота.

Система должна обеспечивать сбор данных от датчиков состояния узлов и агрегатов ЛА, обработку полученных данных на борту с установлением динамических корреляционных связей между значимыми параметрами на всех фазах полета, автоматическое сравнение обработанной информации с заданными допусковыми пределами, передачу на наземные пункты обработки ограниченного объема информации по беспроводной узкополосной системе связи типа GPRS и возможность беспроводного широкополосного съема полетной информации на земле с удалением до одного километра до наземных пунктов обработки, возможность контроля температуры, давления и пульса пилота во время полета с привязкой к бортовому времени. В условиях выполнения полетного задания вне зоны действия сетей мобильных операторов передача ограниченного объема полетной информации должна выполняться через низкоорбитальные отечественные спутниковые системы связи типа «Гонец».

Базовой концепцией создания системы диагностики и прогностики является разделение функций этой системы на бортовую и наземную компоненты. Бортовая компонента должна обеспечивать обработку в реальном масштабе времени ограниченного объема полетной информации за один полет с обеспечением интерактивной выдачи информации в кабину и на землю об опасном и техническом состоянии ЛА, а также физическом состоянии пилота (с помощью звуковой или визуальной индикации). Наземная компонента должна

обеспечивать обработку массива информации за несколько полетов и производить в отложенном масштабе времени прогноз технического состояния ЛА и степень соответствия навыков пилота степени сложности полетного задания. Функционал бортовой части, создаваемой на основе серийно выпускаемых бортовых накопителей, может состоять в накоплении полетной информации с последующей оперативной обработкой в реальном масштабе времени и выдачей пилоту информации о возможной предаварийной ситуации, требующей немедленного принятия решения.

Функционал наземной части может заключаться в накоплении репрезентативного объема полетной информации, ее обработки по решающим правилам и выдачи прогноза технического состояния борта на более длительную перспективу с возможностью выхода на эксплуатацию по состоянию.

В целях максимальной унификации полученных результатов необходимо разработать обобщенный алгоритм диагностики и долговременного прогнозирования технического состояния ЛА. Для максимальной эффективности применения полученных результатов необходимо предусмотреть процедуру адаптации обобщенного алгоритма под конкретный тип ЛА. Создаваемые системы должны выполняться по модульному принципу с открытой архитектурой. В этом случае каждому ЛА со своей степенью сложности и ценой может быть поставлена адекватная по степени полноты технического анализа и ценовым параметрам система диагностики и прогнозирования технического состояния.

В целях повышения оперативности решения задач системой управления безопасностью полетов возможно создание средств бесконтактного съема полетной информации наземными службами и последующей передачей ее по каналам телекоммуникаций в центр по сбору, систематизации и обработке полетной информации ЛА.

В изделии должны быть предусмотрены два режима работы: рабочий режим и режим встроенного контроля (ВСК). Включение рабочего режима должно производиться автоматически при подаче питания после выполнения режима ВСК. В рабочем режиме изделие должно обеспечивать выполнение функций, указанных в требованиях назначения а также осуществлять фоновый контроль собственной работоспособности с помощью встроенных средств контроля с вероятностью обнаружения неисправности не хуже 0,9.

Включение режима встроенного контроля должно производиться автоматически и не должно требовать снятия изделия с ЛА и необходимости применения контрольно-проверочной аппаратуры (КПА).

Система должна обеспечивать без использования наземных средств обработки информации:

- сбор, накопление и хранение информации от датчиков первичной информации и взаимодействующих систем;
- контроль и прогнозирование состояния (в том числе остаточного ресурса) узлов и агрегатов ЛА, двигателей, агрегатов трансмиссии (подшипники, редукторы, валы и т.д.) планера ЛА;
- выявление предотказного состояния агрегатов ЛА;
- возможность обеспечения контроля самочувствия пилота (температура, давление, пульс и т.д.) во всех фазах полёта с синхронизацией по времени и записью в бортовую систему регистрации;
- контроль и сравнение зарегистрированных параметров ЛА на всех фазах полёта (прогрев, руление, взлёт, крейсерский режим, повороты, снижение, посадка) с заданными;
- видеоконтроль кабинного и закабинного пространства с регистрацией информации;
- передача на наземные пункты управления полётной информации ограниченного объёма в реальном масштабе времени;

- включение аварийного радиомаяка.
- передачу полётной информации посредством беспроводной связи на наземные средства послеполётного контроля;
- экспресс анализ состояния элементов ЛА и БРЭО;
- формирование рекомендаций по техническому обслуживанию контролируемых агрегатов ЛА;
- автоматизированную обработку зарегистрированной информации с целью анализа психофизического состояния пилота на различных этапах полета.

Для вертолетов система должна обеспечивать специфические функции:

- контроль и прогнозирование состояния (в том числе остаточного ресурса) узлов и агрегатов вертолёта, двигателей, агрегатов трансмиссии (подшипники, редукторы, валы и т.д.), несущего и рулевого винта, планера вертолёта;
 - контроль и сравнение зарегистрированных параметров вертолета на всех фазах полёта (прогрев, руление, взлёт, крейсерский режим, повороты, висение, снижение, посадка) с заданными;
- Наземная обработка информации должна проводиться в наземном комплексе обработки данных и должна обеспечивать:
- автоматическую обработку информации, регистрируемой изделием;
 - расчёт остаточного ресурса агрегатов вертолёта.

- техническое диагностирование контролируемых агрегатов, включая контроль технического состояния с указанием вероятного места неисправности;
- прогнозирование технического состояния контролируемых систем и агрегатов вертолёта на основе информации текущих и накопленных в базе данных полётов;
- формирование рекомендаций по техническому обслуживанию диагностируемых агрегатов вертолёта;
- формирование рекомендаций о возмож-



Рис. 1. Формально-логическая схема взаимодействия авиационного комплекса и систем прогностики и диагностики

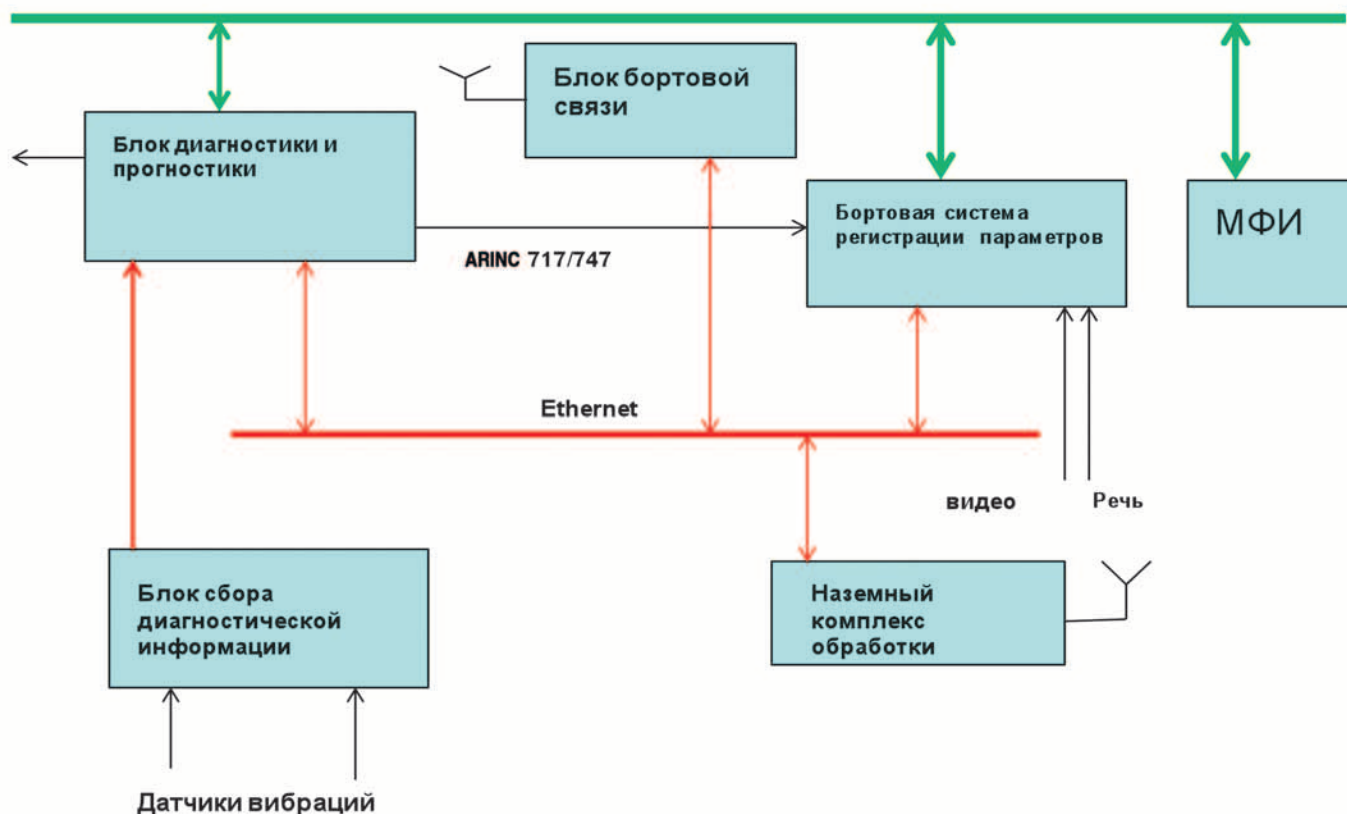


Рис.2. Структурная схема системы при наличии шины AFDX

ности дальнейшей эксплуатации контролируемых агрегатов;

- документирование результатов обработки информации.

Для сохранения универсальности разрабатываемой системы в основу положено два принципа: принцип открытости и модульности построения системы и принцип вариативности под современные и перспективные борты на основе шины AFDX. В состав системы входят:

- блок диагностики и прогностики (БДИП);
- блок сбора диагностической информации (БСДИ);
- блок беспроводной связи (ББС).

Для перспективных ЛА с наличием цифровых линий на борту (AFDX, Ethernet и др.) структурная схема системы приведена на рис. 2.

Блок БСДИ обеспечивает преобразование, сбор и передачу по каналу Ethernet сигналов вибродатчиков, установленных на контролируемых узлах и элементах ЛА. Частота опроса этих датчиков составляет от 64 Гц до 15 КГц в зависимости от глубины диагностики. Количество вибродатчиков зависит от структурной схемы компоновки ЛА с учетом геометрии размещения контролируемых агрегатов.

Блок БДИП представляет собой вычислительное устройство, обеспечивающее вычисление по заданному набору алгоритмов, зашитых в ПЗУ. Эти алгоритмы адаптированы под каждый конкретный тип ЛА. Исходная информация для инициализации алгоритмов приходит по каналу Ethernet из блока БСДИ и каналу AFDX. По каналу AFDX поступает информация в цифровом виде от систем объективного контроля (СОК), БАСК, аварийного регистратора, штатных датчиков ЛА. В зависимости от режима полета и поступившей информации от датчиков обра-

ботанная блоком информация передается в полете по каналу Ethernet на блок ББС, систему регистрации, а на земле в наземный комплекс обработки (НКО) для последующей обработки.

В полете блок БДИП по каналу AFDX передает предупреждающую (аварийную) информацию на многофункциональный индикатор для экстренного принятия решения командиром ЛА. При критическом превышении предельно допустимых значений параметров полета блок БДИП выдает сигнал на включение аварийного радиомаяка.

Блок ББС предназначен для осуществления в процессе полета передачи бортовой информации ограниченного объема по каналам широкополосного и узкополосного доступа на удаленный наземный пункт обработки, а также для передачи по беспроводному широкополосному каналу зарегистрированной полетной информации на наземный пункт обработки в пределах аэродрома.

Для достижения поставленной цели должны быть решены следующие задачи:

1. Выбраны типы, количество, места установки и ориентация датчиков на борту ЛА.
2. Установлены корреляционные динамические связи между значимыми параметрами ЛА.
3. Разработана технология обработки в реальном масштабе времени параметров датчиков ЛА для установления динамических корреляционных связей на всех фазах полета и предупреждении пилота о предаварийной ситуации.
4. Разработана технология контроля физического состояния пилота, диагностирования его физических параметров и бесконтактная запись на бортовые средства накопления.
5. Разработаны алгоритмы функционирования системы диагностики и прогностики технического состояния ЛА.
6. Разработана система


дистанционной передачи полетной информации в реальном масштабе времени посредством спутниковых или мобильных систем связи, в том числе сигналов предупреждения диспетчерских пунктов о предаварийной ситуации на борту.

7. Разработана технология автоматического диагностирования технического состояния летательного аппарата в процессе полета; автоматическое распознавание предаварийных режимов ответственных узлов и систем ЛА с выдачей сигнала SOS на диспетчерские пункты управления полетами.

8. Обеспечена бесконтактная передача полного объема полетной информации на диспетчерские пункты на расстояние до одного километра после полета в условиях аэродрома.

Таким образом, предлагаемая система диагностики и прогностики технического состояния современных летательных аппаратов и процедура ее реализации будет в наибольшей степени адекватна сложным авиационным комплексам «человек-машина». В настоящее время АО «Авиаавтоматика» имени В.В.Тарасова» является интегратором такой системы на перспективном вертолете ОАО МВЗ им.М.Л.Миля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. THUMS for Mi171-A2. Проспект фирмы RSL Electronics, Израиль.2013г.
2. Дополнение к протоколу №1 заседания комитета по беспилотным авиационным системам НП «Союз авиапроизводителей» от 26.06.2014г. г.Москва. 

АО «Авиаавтоматика» им. В.В. Тарасова»
 Россия, 305040, г. Курск, ул. Запольная, 47
 тел. 8 (4712) 57-65-56, 57-69-55
 факс: 8 (4712) 53-58-90, 57-68-38
www.aviaavtomatika.ru