

Концепция мониторинга состояния и оценки безопасности системы «Экипаж – воздушное судно – среда»



В. В. Дурнев,
*генеральный конструктор —
первый зам. генерального
директора*
dvv@aviaavtomatika.ru



И. Е. Мухин,
*д. т. н.,
зам. генерального
конструктора
по инвестпроектам*
okbavia@fitmail.ru



С. Л. Селезнев,
*главный конструктор
по системам прогнозтики
и диагностики летательных
аппаратов*
okbavia@fitmail.ru

ОАО «Авиаавтоматика» им. В. В. Тарасова»

Обоснована актуальность решения задачи мониторинга и оценки безопасности системы «экипаж – воздушное судно – среда» в рамках общей концепции внедрения системы управления безопасностью полетов. Поставлены основные задачи для достижения целей мониторинга. Доказана необходимость поэтапного выполнения организационной и технической компоненты мониторинга.

Ключевые слова: система управления безопасностью полетов, аварийные регистраторы, эксплуатанты, обработка информации на борту, динамические корреляционные связи.

Актуальность внедрения процедуры мониторинга в системе управления безопасностью полетов

С 14 ноября 2013 г. введено в действие Приложение 19 ИКАО. Это означает, что с этой даты в рамках своей программы по безопасности любая организация, входящая в перечень, приведенный в п. 3.1.3 Приложения 19, должна внедрить систему управления безопасностью полетов (СУБП) организаций, в том числе организаций ответственных за типовую конструкцию или изготовление воздушного судна, должны:

- а) определять риски безопасности ее деятельности;
- б) обеспечивать принятие корректирующих действий, необходимых для поддержания согласованного уровня безопасности ее деятельности;
- в) предусматривать проведение постоянного мониторинга и регулярной оценки уровня безопасности ее деятельности;
- г) иметь своей целью постоянное повышение общей эффективности СУБП.

Анализ состояния уровня обеспеченности и завершенности СУБП эксплуатантов воздушных судов (ВС) показывает, что достигнутый на сегодня уровень безопасности, не в полной мере соответствует предъяв-

ляемым требованиям. Действия эксплуатантов в этом направлении носят разобщенный характер из-за малой степени унификации организационно-технических решений. При этом признано, что внедрение СУБП ввиду ее многообразия и сложности должно носить поэтапный характер с постепенным наращиванием функциональной насыщенности и завершенности используемого оборудования. В этой связи, вниманию читателей предлагается концепция согласованного интегрированного развития важнейших составляющих СУБП авиационных организаций и их технического обеспечения.

Актуальность. В настоящее время по теории безопасности полетов более 70% авиационных происшествий (АП) связано с летной деятельностью экипажей, а остальные АП с отказами авиационной техники и другими причинами. При этом статистика АП имеет синусоидальный незатухающий характер, что свидетельствует о хаотичном нерегулируемом характере управления безопасностью и степени актуальности внедрения СУБП. Наглядным примером переходом «количества» неконтролируемых нештатных событий в авиационные происшествия служит так называемый «айсберг» событий в котором большая часть, якобы не влияющих на безопасность полета «мелких» от-



«Айсберг» событий, переходящий в авиационную катастрофу

клонений, совершенно «неожиданно» переходит в трагическую плоскость (рисунок).

Внедряемая СУБП должна включать в себя процессы и технические инструменты, делающие возможным управление и прогнозирование отказов системы «экипаж – ВС – внешняя среда». Именно поэтому, одним из важнейших аспектов СУБД является *обеспечение инструментами*, облегчающими мониторинг состояния экипажа, ВС, окружающей среды и техническая возможность постоянной оценки текущих показателей безопасности деятельности.

Цель мониторинга и оценки уровня безопасности полетов состоит в максимально возможном снижении влияния человеческих и технических факторов на безопасность полетов.

Основными задачами являются:

- сбор, предварительная обработка полетной информации для оценки степени соответствия действий экипажа полетному заданию;
- сбор, хранение, полная обработка на протяжении периода эксплуатации ВС полетной информации для его эксплуатации по состоянию;
- существенное снижение стоимости эксплуатации в жизненном цикле ВС.

Анализ международной практики создания СУБП показывает, что в процессах мониторинга и оценки уровня безопасности полетов ВС необходимо руководствоваться следующими концептуальными направлениями:

1. Создание СУБП должно базироваться на затратном механизме, который не может быть подменен только выпуском руководящих циркуляров и распоряжений.
2. Организация СУБП должна базироваться на основе применения современных твердотельных накопителей информации с безусловным пере-

водом всех бортовых ленточных накопителей на твердотельные, с расширением перечня регистрируемых параметров.

3. В современных условиях переход к единой системе СУБП должен быть поэтапным с соответствующей модернизацией применяемого оборудования.

Реализация концептуальных направлений должна состоять из взаимообусловленных, взаимоувязанных и согласованных организационно-технических мероприятий.

Организационная компонента концепции

1. Необходимо проведение совместной работы разработчиков и эксплуатантов ВС по выработке *стратегии оснащения новым оборудованием и переоснащения оборудования находящегося в эксплуатации ВС* современными твердотельными средствами сбора и накопления полетной информации (ССПИ) и согласование перечня летно-технических ограничений автоматизированного аппаратно-программного комплекса обработки полетной информации.
2. Совершенствование работы единых центров сбора, хранения, систематизации, обработки полетной информации на протяжении всего периода эксплуатации данного типа ВС на базе производителя с возможностью обратной связи с эксплуатантами.
3. Проведение мероприятий с эксплуатантами ВС по созданию механизма постоянного пополнения цифрового банка полетных данных, привязанных к типам ВС и типов полетов для последующего использования этой информации для совершенствования технологий выполнения деятельности, совершенствования систем мониторинга и оценки уровня безопасности полетов.
4. Разработка критериев возможности оценки экипажем правильности выполнения каждого этапа полета эксплуатируемого типа ВС. Разработка интегральных и частных критериев оценки нахождения контролируемых параметров ВС в заданных допусках.
5. Создание возможности мобильной оценки полета и действий экипажа в полете и после полетов в части оценки правильности выполнения фаз полетного задания. Создание условий для системного ненаказуемого использования цифровых полетных данных экипажами и инструкторским составом с целью повышения безопасности полетов.
6. Разработка нормативной документации по контролю полетных данных ВС, аналогичной разработанной IHST, (руководство по FDM Helicopter Flight Data Monitoring) и регламентирующей процессный подход к FDM.

Техническая компонента концепции

В настоящее время на ВС в той или иной мере реализована система сбора и накопления полетной информации (ССПИ) на эксплуатационные и аварийные регистраторы. На наиболее технически оснащенных ВС информация считывается и записывается в борто-

вые накопители (типа МБР, БУР-СЛ, ЗБН-МР и т. д.). Ограниченная часть этой информации записывается на аварийный регистратор.

После каждого полета ВС проводится экспресс-анализ полетной информации с целью определения правильности действий пилота и технической возможности совершения последующих полетов. Однако, даже в ведущих организациях-эксплуатантах эта процедура послеполетного анализа оказывается неполной в рамках новых требований ИКАО, поскольку не обеспечивается одно из важнейших требований — *определение рисков для безопасности полетов*. Причиной этому является отсутствие на настоящий момент времени научно обоснованных технологий долгосрочного прогнозирования технического состояния ВС. Иными словами, в настоящее время нет эффективного инструментария для прогнозирования состояния экипажа и используемой авиационной техники.

Проблематика этого аспекта состоит в отсутствии многомерного метода установления динамических корреляционных связей между множеством контролируемых параметров на всех стадиях полета ВС. Для решения этой проблемы необходимо *создание математического аппарата в динамике увязывающего взаимозависимость нескольких сотен параметров с дифференциальными весовыми характеристиками и коэффициентами*. Наличие такого инструментария, может позволить создать алгоритм работы, а на его базе системы диагностики и долгосрочного прогноза деятельности экипажа и эксплуатации ВС, состоящих из бортовой и наземной частей.

Функционал бортовой части, создаваемой на основе модернизации серийно выпускаемых бортовых накопителей, мог бы заключаться в накоплении полетной информации с ее последующей оперативной обработкой на борту в реальном масштабе времени с выдачей экипажу информации о возможной предаварийной ситуации и достаточной для принятия экипажем решения о вариантах благополучного завершения полета.

Функционал наземной части может заключаться в накоплении репрезентативного объема полетной информации, ее обработке по решающим правилам и в выдаче прогноза состояния членов экипажа и технического состояния ВС.

В целях максимальной унификации полученных результатов должен быть разработан *обобщенный алгоритм диагностики и долговременного прогнозирования состояния членов экипажа и технического состояния ВС*.

Для максимальной эффективности применения полученных результатов должна быть предусмотрена процедура адаптации обобщенного алгоритма вида операторской деятельности членов экипажа и эксплуатируемого типа ВС.

Создаваемые системы могут работать по модульному принципу с открытой архитектурой. В этом случае каждому ВС со своей степенью сложности и ценой может быть поставлена адекватная по степени полноты технического анализа и ценовым параметрам система диагностики и прогнозирования состояния составляющих частей системы.

В целях повышения оперативности решения задач СУБП необходимо создать средства бесконтактного съема полетной информации наземными службами с последующей передачей ее по каналам телекоммуникаций в центр по сбору, систематизации и обработке полетной информации ВС и для эксплуатанту для целей оперативного управления.

В случае одобрения концерном «Радиоэлектронные технологии» и Минпромторгом РФ ведущим предприятием в этом направлении и исполнителем базовой технологии мониторинга и технического состояния ВС и экипажа может стать Курск «Прибор».

Существующий уровень выполнения задач мониторинга и оценки уровня безопасности полетов

В настоящее время на различных типах ВС имеются различные ССПИ как защищенного, так и эксплуатационного типа, предназначенные для послеполетного анализа. Технической основой являются защищенные накопители полетной информации типов КЗ-63, САРП-12, МСРП-А, БКР-ЛК, БУР-СЛ, МБР, СДК-8, МС-61, П-503, МАРС-БМ, ЗБН-ГА, эксплуатационные средства накопления бортовой информации и другие, а также аппаратно-программные средства обработки полетной информации типа WinAtrn, «Топаз», «Заря», и другие.

Принципиальными организационно-техническими недостатками такой системы с точки зрения СУБП является следующее:

1. Отсутствие записей о фактическом состоянии и трендах состояния членов экипажа.
2. Отсутствие записей о состоянии внешней среды, в которой выполняются полеты.
3. Отсутствие достаточной статистики обработанных данных о тренде параметров ВС, актуализируемых в течение всего жизненного цикла. Это не позволяет осуществлять достаточно достоверный долгосрочный прогноз о состоянии ВС.
4. Проводимый экспресс-анализ после возвращения из полета ВС не позволяет проводить среднесрочный прогноз состояния воздушного судна.
5. В настоящее время техобслуживание ВС проводится на основе выполнения регламентных работ по истечении определенного срока эксплуатации ВС.
6. Существенная роль субъективного фактора при неавтоматизированном (визуальном) анализе зарегистрированных полетных данных. Полнота анализа в значительной степени зависит от уровня квалификации оператора.

Недостатки существующего процесса применения бортовых накопителей информации и пути их устранения

В настоящее время послеполетный анализ бортовой информации производится в основном на базе морально устаревших эксплуатационных и аварийных накопителей типа САРП-12, СДК-8, МСРП-А, МАРС-БМ и т. д. Однако количество и периодичность сбора параметров ВС, накапливаемых в регистраторах

такого типа, не позволяют с достаточной степенью достоверности принимать обоснованные решения и прогнозировать техническое состояние ВС.

Выполнение современных требований СУБП связано с существенным (в несколько десятков раз) расширением количества регистрируемых параметров ВС в эксплуатационных и аварийных накопителях. Базой для выполнения этой задачи являются ранее выпущенные и вновь создаваемые ВС. Создание новой концепции процедуры мониторинга на вновь создаваемых ВС упрощает переход на технологию ИМА и является базой установки функционально более насыщенных эксплуатационных и аварийных регистраторов с необходимым и достаточным количеством записываемых параметров.

В то же время, реализация этой же задачи на ВС, выпущенных в последние 20 лет, наталкивается на проблему замены накопителей устаревшего типа (САПП-12, СДК-8 и т. д.), которые записывают недостаточное количество параметров. Безусловно, содержание информации в этих параметрах является недостаточным для полноценной реализации задачи мониторинга и прогностики состояния системы «экипаж – ВС – среда». В этом случае необходима замена фидера борта, установка дополнительных датчиков и принципиально новых эксплуатационных и аварийных накопителей.

Решение этой задачи должно являться одним из приоритетов работы производителей и эксплуатантов ВС в части выполнения требований ИКАО в отношении безопасности полетов.

Практические задачи первого этапа реализации концепции мониторинга и оценки безопасности полетов

Для решения поставленных задач необходимо:

1. Установление круга эксплуатантов, которые будут обеспечивать наполнение базы данных мониторинга летно-техническими ограничениями (ЛТО) и сбор реальной параметрической бортовой информации, без которой невозможно достоверное апробирование программного обеспечения.
2. Определение круга исполнителей в рамках ведущих научных организаций в области авиации для разработки программного обеспечения по сбору, хранению и обработке бортовой информации.
3. Определение необходимого и достаточного перечня параметров для диагностики и прогностики состояния ВС.
4. Разработка и создание базовой системы сбора, хранения и статистической обработки бортовой информации.
5. Создание единых архивов хранения бортовой информации на сервере производителя.
6. Определение процедуры по сбору, хранению, систематизации, полной обработке на протяжении периода эксплуатации ВС полетной информации всех эксплуатантов ВС.

Задачи второго этапа реализации концепции мониторинга и оценки уровня безопасности полетов

1. Организация процедуры передачи эксплуатантами всей полетной информации для ее последующего анализа специалистами с целью определения трендов параметров, которые выходят за пределы нормативных требований, но не приводят к летным происшествиям.
2. Наполнение базы данных совместно с эксплуатантами и главными конструкторами по значениям летно-технических ограничений ВС на всех этапах фазы полета.
3. Создание математического аппарата и алгоритмов, позволяющих в динамике определять взаимозависимость многочисленных параметров с дифференциальными весовыми коэффициентами и функционального программного обеспечения, позволяющего синтезировать интегральный целевой показатель надежности ВС, для прогноза скорости движения интегрального целевого показателя к предельным значениям и срокам постановки ВС на техническое обслуживание по состоянию или воздействия на пилота.
4. Организация совместных работ с разработчиками ВС по оборудованию ВС дополнительными датчиками, способными в необходимой и достаточной мере проводить диагностики и прогностику технического состояния ВС.
5. Разработка аппаратуры для диагностики и прогностики технического состояния экипажа и ВС.
6. Оборудование ВС эксплуатантов аппаратурой диагностики и прогностики технического состояния человека и ВС.
7. Создание функционального программного обеспечения, позволяющего в текущем режиме полета оценивать правильность действий пилотов по результатам завершеного полета (планшет пилота).

Авторы полагают, что решение задач представленной концепции модернизации системы мониторинга, создаст предпосылки для существенного повышения безопасности полетов ВС и выполнения цели поставленной ИКАО в отношении повышения уровня безопасности полетов.

Concept of state monitoring and safety evaluation of «crew – aircraft – environment» system

V. V. Durnev, General designer – First General Director Deputy of JSC «Aviaavtomatika» named after V. V. Tarasov».

I. E. Mukhin, D. E., Deputy General Designer for investment project JSC of «Aviaavtomatika» named after V. V. Tarasov».

S. L. Seleznev, General Designer for fault detection system and aircraft technical state detection of JSC «Aviaavtomatika» named after V. V. Tarasov».

The urgency of task solving of monitoring and safety evaluation of «crew – aircraft – environment» system within the limits of the general concept of introduction of management system of flight safety is proved. Main goals for achievement of monitoring purposes are set. Necessity of stage-by-stage performance of organizational and technical monitoring components is proved.

Keywords: management system of flight safety, emergency recorder, operators, onboard data processing, dynamic correlation links.