

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ НА ОСНОВЕ БОРТОВЫХ ИИС КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЕТА

В.М.Гречишников, Р.К.Мирзаев

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

ИКАО разработала в конце 2006г. руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП), внедрение которого в авиакомпаниях стран – членов этой организации намечено на 01.01.2009г. Согласно требованиям стандартов и рекомендуемой практики (SARPS) ИКАО каждое государство – член ИКАО обязано соблюдать SARPS ИКАО и должен иметь программу обеспечения безопасности полетов (БП) в целях достижения приемлемого уровня безопасности при производстве полетов, а каждый эксплуатант воздушных судов (ВС) должен иметь систему управления безопасностью полетов (СУБП), одобренную государством и внедренную до 01.01.2009 г. для достижения приемлемого уровня в рамках своей сферы деятельности[1,2].

Государственная программа ОБП ГА в РФ принята 06.05.2008г., опубликована 18.05.2008г. внедрение во все отрасли Министерства транспорта – от государства вплоть до эксплуатанта намечается. Но при разработке и внедрении РУ БП эксплуатанты в РФ и СНГ столкнулись с целым рядом проблем, обусловленных отсутствием ГОСТов на СУБП и научно-обоснованных подходов по реализации рекомендации ИКАО.

Применительно к эксплуатации ВС в качестве основного (но не единственного) показателя уровня безопасности, как меры, используемой для выражения уровня БП, при согласовании приемлемого уровня безопасности, ИКАО рекомендует показатель количества АП с человеческими жертвами (т.е. количество катастроф, согласно определению в Правилах расследования авиационных происшествий(АП) и инцидентов [1]) на 100000 вылетов (ст.1.4.18 РУБП) или часов полетного времени (ст. 1.4.13, 1.4.16 РУБП). Именно этот показатель и методика его оценивания вызывают основной поток вопросов как со стороны государственных авиационных структур, так и со стороны эксплуатантов ВС. Главный вопрос: как на уровне эксплуатанта ВС оценивать количество АП с человеческими жертвами при отсутствии таковых?

В отечественной авиации известна система показателей БП, введенных ГОСТом, ОСТом, научно обоснованных, внесенных в учебник по БП. Продолжительное время эти показатели широко использовались как в авиации, так и в гражданской авиации, но главным образом, в масштабе в государства (отрасли, ведомства). Некоторые из этих показателей используются и в наше время, даже совпадают с рекомендуемыми ИКАО, в

том числе количество авиационных событий (инцидентов, аварий и катастроф), отнесенное к налету или фиксированному количеству полетов. Поскольку по традиционной методике оценивания достигнутого уровня БП для вычисления указанных показателей предусматривается наличие определенного количества авиационных событий за оцениваемый период, то для эксплуатантов ВС основные показатели (кол-во АП с человеческими жертвами и без жертв на 100000 полетов) остаются неприемлемыми: любая авиакомпания на начальном этапе имеет нулевые показатели («абсолютная безопасность») до первого АП, после которого сразу перестает соответствовать требованиям БП[6,7].

На основании вышеуказанных проблем, нами были сформулированы в следующем виде цели и задачи исследования:

1) разработка критериев и методов оценки степени опасности полетной ситуации на борту ЛА в режиме реального времени или с прогнозированием;

2) разработка методологии построения бортовых технических средств обеспечения безопасности полетов с использованием искусственного интеллекта;

Обеспечение БП предусматривает(по РУБП):

- мониторинг, измерение и анализ показателей БП;
- управление изменения в области БП;
- непрерывное совершенствование систем БП.

Решение вышеперечисленных проблем и отсюда вытекающих задач опирается прежде всего на теорию БП, используемых и вновь разрабатываемых методов, алгоритмов оценивания показателей БП. Исследования, проводимые в области обеспечения БП в последние годы, показывают необходимость существенного изменения и развития научно методических подходов, используемых в данной области. Теория БП, отражая многоуровневую систему, включает концепцию, принцип, понятия, критерии, модели, методы и средства обеспечения БП, дают современные знания закономерностей функционирования АС, определяющих БП[3].

Основным понятием, используемым в области БП, является понятие авиационного происшествия (АП). Основными методами являются методы теории вероятностей и математической статистики. Основные задачи проводимых исследований решаются на основе статических данных об АП и инцидентах и состоят в оценке вероятности их возникновения и выявления статистических закономерностей влияния на эти оценки различных факторов[3,4].

В настоящее время требуется дальнейшее развитие теории безопасности и изменение традиционных взглядов на её роль и место в процессах создания и функционирования сложных АС. По нашему мнению, теория безопасности должна создаваться как наука о закономерностях

возникновения опасности (угрозы) при функционировании сложных АС, средствах и методах её снижения. БП понимается как возможность отсутствия АП за время полета при осредненной частоте воздействия неблагоприятных факторов в заданных условиях эксплуатации данного типа ЛА. Осредненная частота проявления неблагоприятных факторов определяется по совокупности реальных или моделируемых полетов с использованием статистических или вероятностных показателей.

В результате этого безопасность отдельного полета определяется исходя из осредненной безопасности в совокупности однородных полетов. Это приводит к стиранию различий между понятиями безопасность полета и безопасность полетов. Наиболее часто используется понятия уровня безопасности и показателя безопасности полетов. При таком подходе обеспечение безопасности понимается как профилактика АП, предполагающая проведение предупредительных мероприятий направленных на снижение вероятности возникновения АП при выполнении совокупности полетов. Вместе с тем, в каждом полете воздействие неблагоприятных факторов на летательный аппарат и экипаж является индивидуальным и может приводить к различным последствиям в зависимости от состояния ЛА и экипажа, решаемой задачи и реальных условий полета. В этих случаях профилактические мероприятия оказываются малоэффективными.

Для повышения эффективности защиты ЛА и экипажа от воздействий конкретных неблагоприятных факторов в полете необходимо придать системе «экипаж – ЛА» способности вырабатывать защитные управляющие воздействия, адекватные сложившейся полетной ситуации и направленные на снижение её опасности. С этой целью современный ЛА оснащается бортовыми средствами обеспечения БП[4].

В последнее время такие средства объединяются в комплексные системы ОБП (КСБП).

Назначением КСБП является выработка и реализация защитных управляющих воздействий, направленных на предотвращение АП в процессе полета. Для предотвращения АП в конкретном полете необходимо уметь оценивать опасность (угрозу) полета в каждый момент времени, выбирать наименее опасные способы выполнения полетного задания, а также активно противодействовать возрастанию опасности в полете.

Поэтому для одного функционирования КСБП в ней должны быть реализованы основные этапы интеллектуального управления, представленные в [4].

Основными этапами интеллектуального управления являются:

1. Восприятие информации о системе «экипаж – ЛА- среда» - факторы опасности.

2. Построение информационной модели полетной ситуации - модели ПС.

3. Оценка опасности (риска) ПС.

4. Выработка защитных управляющих воздействий.

5. Реализация защитных управляющих воздействий.

Для реализации этого подхода (вышеперечисленных задач) могут быть применены следующие методы БП:

1. Аналитические.

2. Вероятностные.

3. Статистические.

4. Экспертные.

5. Нейросетевые.

Факторы и причины, связанные с ним полетные ситуации (ПС), их оценки , показатели и уровни БП выявляются следующими методами:

- расчетными, т.е. путем расчетов вероятности опасных ситуаций (ОС), возникающих при отказах в функциональных системах ЛА (при оценивании уровня БП по фактору «воздушное судно» (ВС) выполняется разработчиком на этапе разработки, при оценке соответствия уровня задаваемого к нормированному на этапе производства и сертификации типа ВС. Приемлемые уровни БП должен поддерживаться на этапе эксплуатации[3];

- статистическими методами при апостериорных оценивании и прогнозировании уровня БП по результатам испытаний и эксплуатации. Известно, что АП - редкое явление для оценивания уровня БП и факторов риска АП. Необходим большой статистический материал. Этот метод хуже работает, когда ЛА новый и у него еще нет наработки и других параметров, необходимых для количественного оценивания показателей БП[3,4].

- экспертными, используемыми при априорном оценивании и прогнозировании уровня БП по заключению специалистов, при эксплуатации новой авиационной техники для ограниченного количества малосерийных типов ЛА , когда нет возможности использовать статистические методы. Наиболее приемлемыми и доступными для априорного оценивания уровня БП оказываются экспертные, как основные методы качественного и количественного оценивания состояния сложных динамических систем при отсутствии описания закономерностей динамики этих систем в виде аналитических зависимостей[5,8].

Методы искусственного интеллекта (нейросетевые и т.д.) применяется при разработке информационно-аналитических систем управления уровнем безопасности.

Кроме того, при расчете различных статистических показателей БП предлагается метод простого скользящего среднего, поскольку именно этот метод используется при формировании требований к уровню БП

государства в глобальном плане обеспечения БП ИКАО. Выбор того или иного метода ОБП осуществляется по критерию снижения уровня БП.

Нами был разработан алгоритм оценивания показателей уровня БП эксплуатанта ВС через вероятностный метод, учитывающий группы неблагоприятных факторов: ЧФ, ТС, среда, ДП и особые ситуации (ОС) появляющиеся в полете: К, Ав, СИ, И.

Предлагаемый метод и алгоритм (показатель БП и метод) отвечает требованию ИКАО (ст.14.18 РУБП) – степень соответствия достигнутого авиакомпанией в условиях неопределенного в РФ приемлемого уровня БП – заданному ИКАО. Он позволяет проводить текущий контроль уровня БП эксплуатантов ВС по сертификационному требованию, а также прогнозировать уровень БП в авиакомпаниях с использованием статистических и экспертных методов.

Современные технические средства и технологии – персональный компьютер, средства автоматизации и информационные технологии при мощных методах, алгоритмах и программных обеспечениях позволяют построить интеллектуальные системы различного назначения, в частности:

- бортовые интеллектуальные информационно – измерительные системы;
- бортовые интеллектуальные информационно – управляющие системы;
- бортовые интеллектуальные информационные системы и т.д.

XXI век может стать переходом к искусственному интеллекту в управлении. Однако существующие интегрированные комплексы и системы бортового цифрового оборудования нельзя считать комплексами, построенными на основе искусственного интеллекта, т.к. средства информационной поддержки принятия решения человеком (СИПР) отсутствуют. Анализ подобных систем показывает, что в настоящее время пока не созданы бортовые – управляющие системы (БИУС), системы СИПР, построенные на базе искусственного интеллекта [4].

В настоящее время уже существует несколько поколений базовых интегрированных комплексов авионики (КСЦПО 204/96 (I), ИКБО – 95 (II), ИКБО – 2005 (III), ИКБО – 2010 (IV)).

Для перспективных комплексов III и последующих поколений вопрос обеспечения требуемым объемом памяти Q и быстродействия F не является ограничением с точки зрения принятия решения об архитектуре комплекса и распределения задач внутри него, не увеличивая при этом массу M и потребляемую мощность P .

Однако принятая сегодня идеология построения комплекса как системы резервированных обособленных функциональных систем, взаимодействующих между собой по жестко определенным протоколам, не позволяет в полной мере использовать весь комплекс вычислительных

ресурсов, присущих современному комплексу, ограничивая показатели надежности возможностями микроэлектронной технологии. Необходимо разработать принципиально новые архитектуры интегрированных комплексов авионики, основанные на многократно возросших ресурсах бортовой измерительно – вычислительной техники и новых технологиях проектирования и производства систем.

Все это должно быть реализовано на единой технологической базе с внедрением унифицированного модульного принципа во все цифровые системы и блоки.

Исследование «по ЧФ», проведенные техническим комитетом ИКАО, причин летных происшествий показали, что при создании АТ практически не учитывались законы психической деятельности летчика, неожиданно попадающего в нештатную ситуацию, 82% тяжелых летных происшествий «по вине экипажа» является следствием перехода психики пилота в десинхронизированные режимы функционирования [10].

Таким образом, встает вопрос о необходимости, с одной стороны, глубокой аппаратно- программной интеграции оборудования, и с другой, - проведения эргономических и психофизиологических исследований с целью оптимизации объема и характера выдаваемой экипажу информации и сигнализации.

В мировой и отечественной практике, применительно к авионике, все шире используется понятие «сложная интегрированная система». Проектирование и сертификации сложных интегрированных систем авионики широко используется на западе и активно внедряется в отечественных разработках.

Большой опыт по сертификации сложных интегрированных систем имеет концерн AIRBUS. Процесс обеспечения безопасности/надежности, реализованный на AIRBUS при создании самолета А 380, аналогичен порядку и процедурам, применяемым в отечественной практике создания и сертификации сложных интегральных бортовых систем АТ, в основу которых положен анализ функциональных отказов систем.

Однако, при рассмотрении систем обеспечения БП А380 по [10], процесс обеспечения безопасности/надежности в программе AIRBUS (по материалом J.P.Nechmann) состоит из анализа общих причин (ССА):

- анализ особых рисков, т.е. анализ влияния внешних факторов, которые могут оказывать влияние на несколько зон самолета: на двигатель, шасси, и т.д. Некоторые из этих рисков служат одним из требований норм летный годности. Примером особых рисков могут быть взрыв или пожар двигателя, разрыв шины и т.д.;

- зональный анализ - включает рассмотрение зон самолета с точки зрения размещения оборудования и снижения возможных рисков взаимного влияния бортовых систем;

- анализ общих режимов- включает доказательство независимости отказов (фактор ТС);

- анализ влияния человеческого фактора (анализ влияния ошибки летного экипажа и т.д.)[9].

Таким образом, как показывает отечественный и мировой опыт, рассмотренные методы и средства обеспечения БП на основе бортовых ИИС в реальном времени на основе перехода от системного подхода к процессному, позволяет успешно решить задачу управления уровнем БП ЛА. Использование искусственного интеллекта в базе интегрированных комплексов и систем бортового цифрового оборудования воздушных судов нового поколения может снять некоторые стандартные нагрузки экипажа при управлении в нормальных полетных условиях.

В конце 20-го и в начале 21-го века авиационная промышленность стала создавать уже не просто ПНО, а возникло, организовалось целое новое промышленное направление — производство авионики как летающих авиационных бортовых комплексов.

Список использованных источников

1. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП) (Дос 9859-AN/460). Издание первое — 2006 год.— ИКАО, 2006.
2. Руководство по предотвращению авиационных происшествий. (Дос 9422-AN/923). Первое издание — 1984 год.— ИКАО, 1984.
3. Жулев В. И., Иванов В. С. Безопасность полетов летательных аппаратов: (Теория и анализ).— М.: Транспорт, 1986.— 224 с.
4. Федоров С. М. Михайлов О. И., Сухих Н. Н. Бортовые информационно-управляющие системы: Учеб. для вузов / Под ред. С. М. Федорова.— М.: Транспорт, 1994 — 262 с.
5. Гузий А. Г., Чуйко А. А. Методологический подход к экспертному оцениванию уровня безопасности полетов// Проблемы безопасности полетов/ Научный информационный сборник. Вып. 10, 2006.— М.: ВИНТИ, 2006.
6. ГОСТ Р 51898-2002 Аспекты безопасности. Правила включения в стандарты.
7. Руководство по информационному обеспечению автоматизированной системы обеспечения безопасности полетов воздушных судов гражданской авиации Российской Федерации (АСОБП).— М.: Аэронавигационное консалтинговое агентство, 2002.
8. Гладкин С. М., Гузий А. Г., Онуфриенко В. В. Нейросетевой подход к разработке интеллектуальной информационно-аналитической системы управления уровнем безопасности полетов// Проблемы безопасности полетов/ Научный информационный сборник. Вып. 9, 2007.— М.: ВИНТИ, 2007.
9. Алексеев Э.П., Евгепов А.В., Перчаткин М.П. Интегрированный комплекс авионики ИКБО-95 / Авиакосмическое приборостроение, № 2, 2003.
10. Heckmann J.P. (Airbus) Доклад на заседаниях рабочих групп SAE и EUROCAE.