

Систематизация подходов для комплексного решения задачи повышения безопасности полетов вертолетов

В статье поднята актуальная проблема в области поиска направлений и способов решения одной из важнейших эксплуатационных задач для воздушных судов (в том числе, для вертолетной техники) — повышения безопасности их пилотирования. Отмечено, что для решения задач в данном направлении требуется организация многофакторного системного анализа происшествий и комплексный подход при определении критериев и обеспечения минимизации факторов риска. Рассмотрена «Концепция создания и внедрения на всех типах перспективных и модернизируемых вертолетов «Интегрированной системы обеспечения безопасности полетов (ИСОБП)» и приведена структурная схема бортовой ИСОБП, как подсистемы комплекса бортового оборудования (КБО), или как автономной системы вертолетов.

Ключевые слова: безопасность полетов, авиационные происшествия, интегрированная модульная авионика, бортовые системы обеспечения безопасности, государственное регулирование в сфере безопасности полетов, комплекс бортового оборудования.

Введение

В 2015 г. наступает ответственный этап для отечественного вертолетостроения (и авиастроения в целом) с точки зрения перехода на новый уровень требований к безопасности полетов воздушных судов (ВС).

В ноябре 2013 г. Международная организация гражданской авиации ИКАО ввела в действие новую редакцию Приложения 19 к Конвенции по управлению безопасностью полетов гражданских воздушных судов. Объективной причиной для такого решения ИКАО было сохранение высокого уровня «человеческого фактора» в перечне наиболее частых причин авиационных происшествий в условиях интенсивного наращивания масштабов и видов авиационной деятельности. При этом в большинстве авиационных происшествий экипаж ВС либо не получал полной информации о возникшей в полете опасной ситуации, либо не успевал «переработать и осмыслить» информацию, получаемую от разрозненных информационных датчиков, и в сложных условиях реального полета не имел возможности принять своевременное решение по парированию складывающейся в полете опасной ситуации.

В этих условиях ИКАО ввела обязательное для всех типов воздушных судов требование — чтобы в организационный контур управления безопасностью полетов ВС дополнительно к эксплуатирующим организациям и центрам подготовки летного и инженерно-



А. Б. Бельский,
д. т. н., член РГ «Технологическая
безопасность» ЭС Председателя ВПК,
академик Российской инженерной академии,
зам. генерального конструктора
ОАО «Московский вертолетный завод
им. М. Л. Миля»
alboricovich@yandex.ru

технического состава (что было предусмотрено прежними документами) были введены организации-разработчики и изготовители ВС. В результате контур управления безопасностью полета стал замкнутым по всему жизненному циклу для любого типа ВС. При таком подходе к данной проблеме, акцент в эксплуатационной безопасности ВС будет смещаться от процедур послеполетного анализа свершившихся авиационных происшествий к задачам превентивного выявления и предотвращения потенциально опасных факторов в процессе полета ВС.

Концептуальные подходы и способы решения

Создание единой системы безопасности полетов в нашей стране предусмотрено Федеральной целевой программой «Обеспечение безопасности полетов воздушных судов государственной авиации Российской Федерации в 2011–2015 гг.».

Учитывая тот факт, что проблеме безопасности полетов ВС на международном уровне уже присвоен высший — государственный — приоритет, а на глобальном авиационном рынке в этом секторе сложилась жесткая конкуренция, от деятельности отечественных разработчиков и эксплуатантов ВС потребуются глубокая межведомственная координация действий.

Необходимо исходить из того, что достижение мирового уровня и дальнейший рост конкурентных



Рис. 1. Основные неблагоприятные факторы, парируемые системой обеспечения безопасности полета

преимуществ отечественных ВС зависит от комплекса мер по обеспечению современных ВС высокими тактико-техническими характеристиками, включая дополнительные функциональные требования к комплексу бортового оборудования (КБО) в части полетного мониторинга и контроля технического состояния, обеспечивающих безопасность полета ВС, в том числе с оценкой и ранжированием в реальном времени уровня опасности ситуации. Отметим при этом, что контур управления полетом современных ВС имеет функциональную возможность и автоматического, и ручного режимов управления для предотвращения или выхода из опасных ситуаций в условиях полета.

Для вертолетной техники выделяют два типа показателей (или факторов), влияющих на безопасность пилотирования: функциональный и эксплуатационный (рис. 1).

К факторам функциональной безопасности полетов вертолетов относятся:

- опасные метеорологические явления (недостаточная видимость, грозовые явления, турбулентность атмосферы, дождь, снег, запыленность, задымленность и другие);
- выходы на критические режимы полета (срывное обтекание лопастей несущего винта, самопроизвольное левое вращение вертолета, подхват, вихревое кольцо и другие);
- столкновение с воздушными и наземными объектами (при рулении, взлете, посадке, в воздухе; возможные препятствия при полете — горы, леса, деревья, сооружения, мачты, линии электропередач и т. п.);

- нарушение летных и/или эксплуатационных ограничений (максимальная взлетная масса, центровка, обледенение).

Факторы, относящиеся к эксплуатационной безопасности полетов вертолетов, включают:

- отказы или нештатное функционирование бортовых систем, агрегатов, силовых конструкций (двигатель, трансмиссия, прочностные элементы, бортовое оборудование, датчики, функциональные системы и механизмы);
- ошибочные действия экипажа, обусловленные низкой информативностью сведений о полете, недостаточной тренажерной подготовкой, нарушением нормального психологического состояния, неэффективным контролем состояния.

Для перспективных вертолетов уровень опасности и выделение факторов риска при решении задач безопасности пилотирования, а также и максимально полную поддержку экипажа в реальных полетных условиях будут определять и обеспечивать интеллектуальные экспертные системы, входящие в структуру и вычислительный контур КБО, построенного по технологии интегрированной модульной авионики (ИМА).

В 2014 г. в рамках заключенного соглашения между ОАО «Московский вертолетный завод им. М. Л. Миля» и государственным научным центром ФГУП «ГосНИИ авиационных систем» сформирована «Концепция создания и внедрения на всех типах перспективных и модернизируемых вертолетов (далее — Концепция) «Интегрированной системы обеспечения безопасности полетов» (ИСОБП)».

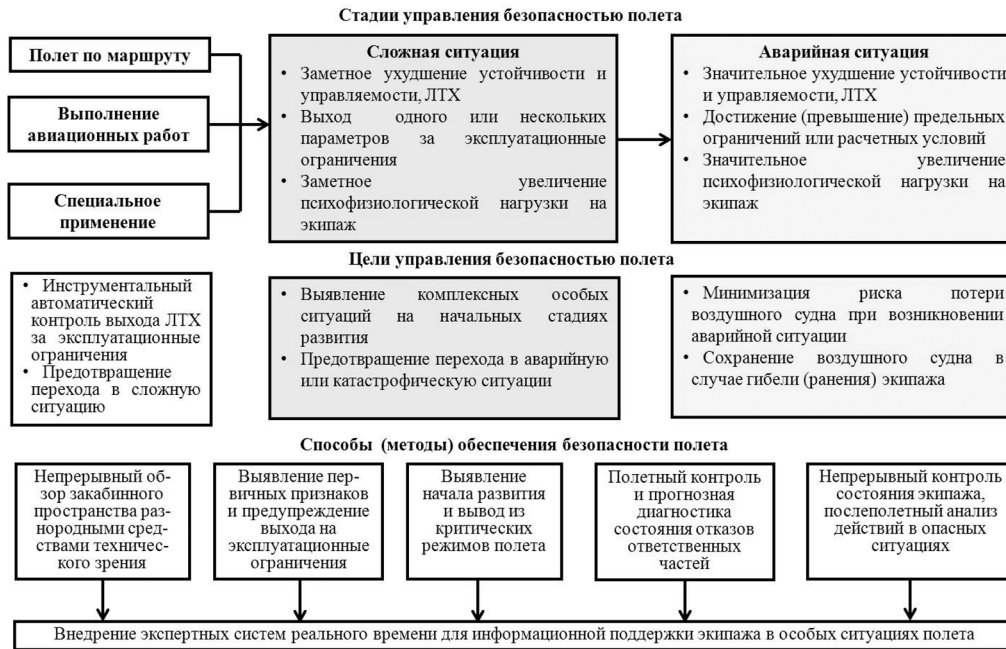


Рис. 2. Концепция обеспечения безопасности полета вертолета

В настоящей статье предлагаются механизмы реализации Концепции, предусматривающие внедрение ИСОБП, т. е. введение в контур системы общевертолетного управления новой функции по объективному контролю и обеспечению безопасного пилотирования. Датчики и подсистемы ИСОБП, обеспечивающие выполнение функций безопасности, должны решать следующие задачи (рис. 2):

- обзор за кабиной пространства;
- выявление признаков (предупреждение) критических полетных режимов;
- мониторинг технического состояния (диагностику, прогностику) агрегатов, механизмов, систем, конструкций и т. п.;
- контроль соблюдения эксплуатационных ограничений;
- контроль состояния и эффективности действий экипажа в опасных ситуациях.

Необходимо учитывать при этом реальные условия эксплуатации вертолетов, которые включают несколько возможных полетных ситуаций:

- нормальная (достаточно высокая устойчивость и управляемость, в пределах эксплуатационных ограничений),
- сложная (ухудшение устойчивости и управляемости, выход параметров полета за эксплуатационные ограничения, увеличение психофизиологической нагрузки на экипаж);
- аварийная (значительное ухудшение устойчивости и управляемости, достижение (превышение) предельных ограничений или расчетных условий, значительное увеличение психофизиологической нагрузки на экипаж).

Базовой основой для реализации Концепции и обеспечения безопасности полета вертолета становится научно обоснованная методология системного проектирования ИСОБП вертолета. Системность подхода в

этом случае заключается в том, что задачи и функции ИСОБП, как подсистемы КБО вертолета, включают не только обеспечение безопасности пилотирования, но и выполнение требований по повышению (расширению) эксплуатационных показателей для различных типов вертолетов, с учетом выполнения ими специальных задач.

Внедрение ИСОБП в контур КБО перспективных вертолетов не означает существенного усложнения аппаратной части бортового комплекса. Мониторинг и контроль безопасности полета будет обеспечиваться информационными датчиками и подсистемами КБО, работающими в реальном времени, но с экспертными функциональными возможностями, а специальное функционально-программное обеспечение ИСОБП будет реализовано в бортовых цифровых вычислительных системах КБО, построенных по технологии интегрированной модульной авионики (ИМА).

Таким образом, структура ИСОБП КБО перспективного вертолета будет представлять функционально объединенный набор информационных датчиков, работающих по единым «правилам» и обеспечивающих экипаж вертолета дополнительными возможностями для безопасного пилотирования и при выполнении специальных задач.

Основными факторами (критериями), определяющими условия безопасного пилотирования вертолета, являются (рис. 3):

- нормальные внешние условия полета (т. е. безопасность за кабиной пространства),
- ненаступление (отсутствие) критических полетных режимов,
- соблюдение летных и эксплуатационных ограничений в полете;
- нормальная работа агрегатов, механизмов, силовых конструкций и т. п.,
- нормальное состояние экипажа.



Рис. 3. Критерии и средства обеспечения безопасности полета

Соблюдение установленных критериев безопасного полета вертолета будет обеспечиваться соответствующими средствами ИСОБП, т. е. системами, информирующими экипаж в части:

- ситуационной осведомленности о закабинном пространстве (ССО) (информационные датчики и средства технического зрения);
- подсистемой предупреждения выхода на критические режимы полета (СПКР) (датчики контроля скорости, высоты, ветровой нагрузки и т. д.);
- контроля летных и эксплуатационных ограничений (СКО) (датчики контроля эксплуатационных режимов вертолета);
- технического состояния агрегатов, механизмов, силовых конструкций вертолета (СМК) (датчики контроля, средства диагностики и прогностики состояния оборудования и систем);
- контроля состояния самого экипажа (СКЭ) (аудио- и видеодатчики оценки состояния экипажа).

В качестве примера, приведем основные задачи некоторых датчиков и средств, входящих в подсистемы ИСОБП и являющихся общими практически для всех типов вертолетов:

Структуру ССО составляют датчики контроля внешних условий полета и средства технического зрения. Задача средств технического зрения — всепогодно и круглосуточно обеспечивать контроль закабинного пространства в полете (в том числе при взлете и посадке), наблюдение за наземной (и надводной) обстановкой, курсовой мониторинг и оценку возможных опасных препятствий (например, проводов ЛЭП), очагов техногенного, природного и экологического характера (зоны пожаров, загрязнений и т. п.).

Основу СМК формируют различные типы вибродатчиков или тензодатчиков:

- задача вибродатчиков — обеспечивать измерение параметров вибраций, возникающих вследствие аномальных режимов полета, а также механических или иных повреждений силовых узлов и агрегатов;

- задача тензодатчиков деформаций — контролировать вес и центровку вертолета, количество циклов нагружения шасси, как наиболее ответственных элементов вертолета, для обеспечения правильной эксплуатации в зависимости от реального технического состояния.

Итак, ИСОБП может стать составляющей частью КБО вновь создаваемых вертолетов, представлять дополнительную опцию КБО модернизируемых вертолетов или быть автономной системой — при оснащении ею вертолетов эксплуатируемого парка.

Перспективная структура ИСОБП вертолетов, имеющая открытую архитектуру построения, позволит «набирать» любую комплектацию средств, датчиков и подсистем в зависимости от задач и требований, устанавливаемых для различных типов вертолетов.

Структурная схема перспективной ИСОБП, как экспертной системы реального времени (с максимально возможным наполнением аппаратной части), приведена на рис. 4.

Внедрение ИСОБП в КБО создаваемых и модернизируемых вертолетов будет важно, в первую очередь, эксплуатантам вертолетной техники. Экипажи вертолетов в реальном полете смогут получать всю необходимую информацию для выполнения безопасного пилотирования, в том числе, иметь полную осведомленность о внешних условиях и режимах полета, о функционировании бортовых систем и т. п. То есть, будут созданы объективные предпосылки для организации и проведения мониторинга летной годности и технического состояния вертолетных парков, что особенно важно для многих структур Государственной авиации (Минобороны, МЧС, МВД России), эксплуатирующих в настоящее время вертолеты по назначенному ресурсу, а не руководствуясь данными объективного мониторинга их реального технического состояния.

Предлагаемый подход к решению данной проблемы позволит обеспечить эксплуатантов вертолетной техники необходимыми техническими ресурсами, что особенно важно при работе в условиях северных широт, арктической зоны, удаленный морских акваторий и при проведении сложных специальных



Рис. 4. Структурная схема перспективной ИСОБП вертолетов, реализованной по технологии ИМА как экспертной системы, функционирующей в режиме реального времени

работ (в горной местности, на шельфе, на гидроэлектростанциях, атомных станция и т. п.), а также при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (обусловленных техногенными или природными факторами).

Предложения по первоочередным организационно-техническим мерам

Внедрение ИСОБП в структуру КБО является актуальной задачей и должно стать требованием «обязательности» не только для новой вертолетной техники, но и для других летательных аппаратов (ЛА). Поэтому, целесообразно сформировать некоторые меры организационно-технического характера, реализация которых должна планироваться и осуществляться на общегосударственном уровне. Необходимо:

- Во-первых, начать работы по стандартизации и унификации методов и средств, обеспечивающих реализацию ИСОБП для всех типов ЛА.
- По сути, нужен авиационный стандарт (или сопоставимый по важности директивный документ), регламентирующий требования и порядок внедрения на различных типах ЛА как обязательного состава бортовых средств, так и четких правил эксплуатации, для обеспечения максимальной безопасности пилотирования каждого ЛА.
- Актуальность такого документа очевидна для гражданских, специальных и военных типов ЛА. Потребуется организованная коллективная работа ведущих специалистов и экспертов ряда НИИ и КБ организаций, входящих в корпорацию «Ростех», ОАК, подведомственных Минтрансу, Минпромторгу, Минобороны России.
- Во-вторых, организовать разработку и внедрение технологии мониторинга летной годности груп-

пировок воздушных судов государственной и коммерческой авиации.

Правила и механизмы проведения такой комплексной работы должны быть сформированы авиационными КБ, НИИ, центрами компетенции организаций-разработчиков, профильными структурами Министрств и эксплуатирующих организаций. Создание системы мониторинга летной годности воздушных судов, составляющих парк различных эксплуатантов, возможно, потребует специальной распоряжения Правительства Российской Федерации.

- В-третьих, организовать и провести сравнительную технико-экономическую оценку разработок отечественных НИИ и КБ организаций, специализирующихся в области авиационного приборостроения, в том числе новых систем и датчиков для их включения в состав ИСОБП. Применительно к вертолетной технике, к таким разработкам можно отнести ведущиеся работы отечественных организаций в части создания перспективных систем, включая:
 - обзорно-пилотажные системы, формирующие в различных условиях полета на многофункциональных индикаторах в кабине высококачественное изображение окружающей обстановки (обеспечивается путем комплексирования видеoinформации от нескольких каналов технического зрения, работающих в разных спектральных диапазонах);
 - системы мониторинга технического состояния в условиях эксплуатации (в том числе, с прогнозированием развития критической ситуации и возможностью оперативного парирования отказов бортовых систем, агрегатов и механизмов);
 - бортовые экспертные системы реального времени (с функциями искусственного интел-

лекта, включающие развитие функционально-программное обеспечение и банк данных (знаний) по типам опасных ситуаций), которые должны будут автоматически определять наиболее оптимальные способы парирования опасных ситуаций в реальной летной обстановке, и/или давать правильные подсказки экипажу вертолета для выхода из создавшейся опасной ситуации в полете.

Заключение

Поставленные в статье задачи и предложения по их решению могут найти отражение в государственной Программе развития авиационной промышленности. Потребуется включение в Программу специального раздела, касающегося методологии разработки и механизма внедрения на всех типах новых ВС современных систем и технологий по обеспечению безопасности их полетов.

Решение проблемы безопасности полетов и выполнения многопрофильных авиационных задач может быть возложено на специальную рабочую группу экспертного совета при коллегии ВПК или совет главных конструкторов в области АТ с введением должности генерального конструктора по системам обеспечения безопасности полетов ВС.

Внедрение ИСОБП в КБО ВС является практическим шагом по выполнению поручения Президента России в обеспечении технологического «скачка» в сфере безопасности полетов воздушных судов. Учитывая существенное влияние «фактора безопасности» на общий уровень качества отечественной авиационной техники, можно с уверенностью предположить, что внедрение ИСОБП в контур КБО воздушных судов будет способствовать повышению их конкурентоспособности, как на российском, так и на мировом рынках.

Список использованных источников

1. Государственная программа «Развитие авиационной промышленности на 2013–2025 гг.». http://minpromtorg.gov.ru/activities/state_programs/list.
2. Федеральная целевая программа «Обеспечение безопасности полетов воздушных судов государственной авиации Российской Федерации в 2011–2015 гг.». «Собрание законодательства РФ», 03.05.2011, № 18, ст. 2637.
3. С. Д. Байнетов. Проверка ИКАО: что необходимо делать?// Авианорама. № 4. 2014. <http://avianorama.ru/2014/08/proverka-ikao-chto-delat>.
4. Е. А. Федосов, В. В. Косьянчук, Н. И. Сельвесюк. Интегрированная модульная авионика//Радиоэлектронные технологии. № 1. 2013.
5. Г. А. Чуянов, В. В. Косьянчук, Н. И. Сельвесюк, С. В. Кравченко. Направления совершенствования бортового оборудования для повышения безопасности полетов воздушного судна//Известия Южного федерального университета. Технические науки. № 6. 2014.

Systematization of approaches to complex solution for helicopter flight safety increase

A. B. Belskiy, Doctor of sciences, member of «Technological Safety» working group of Chairman of Military and Industrial Commission Council of experts, member of Russian Academy of Engineering, Deputy General Designer, JSC Mil Moscow Helicopter Plant.

The article sets a topical theme: the search of ways and methods for solving the operating problem, which is very important for any aircraft (including rotorcrafts). It is the increase of flight safety. It is noted that the solution of this task demands the organization of multiple system analysis of accidents and comprehensive approach to minimization of risk factors. The article shapes the concept and proposes the structural and functional diagram of helicopter 'on-board flight safety system' as the subsystem of the on-board avionics complex or stand-alone helicopter system.

Keywords: flight safety, flight incident, integrated modular avionics, on-board flight safety system, government regulation in the field of flight safety, on-board avionics complex.

Завершено рассмотрение заявок 2014 г. по программе «СТАРТ» первого этапа

В феврале 2015 г. в Фонде содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере прошли экспертные жюри по программе «СТАРТ».

В рамках отбора проектов по программе «СТАРТ» первого этапа было рассмотрено 359 заявок, поступивших до конца 2014 г. Из них 28 заявок не допущены к отбору по формальным признакам. 39 заявок не были рекомендованы экспертами к рассмотрению на очных экспертных жюри.

В рамках очных экспертных жюри было заслушано 310 заявок на участие в программе, из которых 137 заявок рекомендовано для финансирования, согласовано экспертным советом и утверждено бюро наблюдательного совета.

Статус заявки на получение гранта по программе «СТАРТ» можно отследить на портале <http://online.fasie.ru>.

Фонд содействия продолжает прием заявок на участие в программе «СТАРТ». Подача заявок на финансирование происходит непрерывно в течение всего года по адресу online.fasie.ru путем заполнения всех форм и вложением требуемых документов в электронном виде. Заявки рассматриваются по мере поступления, срок рассмотрения и принятия решения о финансировании составляет не более 4 месяцев с момента подписания заявки.

Подробные условия участия в программе «СТАРТ» можно узнать на сайте Фонда содействия.

<http://www.fasie.ru>