

УДК 351.814.2

ФОРМИРОВАНИЕ КОНТУРА ДОКУМЕНТИРОВАННОЙ И РЕАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ В СИСТЕМЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

Б.И. БАЧКАЛО, Р.Э. ИРМАЛИЕВ

В статье рассматриваются принципы и механизмы формирования контура реальной безопасности полетов и контура документированной безопасности полетов, позволяющих получить информацию для управления безопасностью полета. Предложенный подход может быть использован в алгоритмах активной бортовой системы управления безопасностью полета для осуществления информационной поддержки экипажа в полете и автоматического управления безопасностью полета.

Ключевые слова: безопасность полетов, безопасность полета, контур реальной безопасности полетов, контур документированной безопасности полетов.

Для реализации цели безопасного полета на борту воздушного судна (ВС) необходимо иметь:

- информацию о текущем состоянии авиационной системы (АС), в том числе и ВС;
- информацию о желаемом (идеальном) состоянии АС в заданных условиях;
- информацию о состояниях АС (в том числе ВС), которые в заданных условиях неизбежно приводят к АП.

Другими словами, необходимо определить ту черту, переступив которую летчик (экипаж), наземная система управления, бортовые средства ВС не способны избежать авиационного происшествия (АП). Очевидно, что состояний АС, приводящих к АП, может быть множество, и причины, приводящие к ним, достаточно разнообразны. Однако большинство из них хорошо известны по результатам расследований АП. Для того чтобы избежать попадания в данные состояния, существующая система информационного обеспечения безопасности полетов (БзПов) рекомендует избегать, уменьшать влияние и уклоняться от известных явлений, приводящих к ним, так называемых опасных факторов (ОФ).

В [1] причины (факторы) АП или авиационного инцидента (АИ) определены как действие, бездействие, обстоятельства, условия или их сочетание, которые привели к АП или АИ.

Однако под ОФ более корректно понимать событие, явление, условие или обстоятельство, которое само по себе или в совокупности с другими факторами создало или может создать угрозу благополучному завершению полета и привести к АП или АИ.

Исходя из данного определения, можно сделать вывод, что все известные на сегодняшний день ОФ могут быть формализованы и учтены в системе информационного обеспечения БзПов с помощью пирамиды событий.

Опасный фактор можно учесть в цепочке неблагоприятных событий, если его можно определить (зафиксировать) как событие, предшествующее АП. Таким образом, для того чтобы учесть разнообразную природу ОФ и контролировать их в едином информационном пространстве, достаточно описать явление, условие или обстоятельство в виде события. К действиям или бездействиям авиационного персонала это преобразование применить также несложно.

Рассмотрим несколько примеров, которые помогут понять, зачем описывать условия (явления, обстоятельства, действия или бездействия) в одном информационном поле в виде событий.

Например, известны условия, при которых отказ силовой установки (СУ) ВС неизбежно приводит к АП. Если правильно описать событийную модель этой ситуации, то появляется единственно верная стратегия по недопущению АП при отказе СУ ВС. А именно, необходимо избегать отказ СУ в известных условиях или при отказе СУ не допускать попадания АС в из-

вестные условия. Таким образом, наличие тех или иных условий, которые нельзя не учитывать, радикально меняет алгоритм действий при возникновении одного и того же события.

Рассмотрим другой пример, когда одно и то же событие в различных условиях может трактоваться как благоприятное или неблагоприятное. Например, действия летчика по уборке стоек шасси на взлете при наборе высоты и заданной скорости полета ВС являются благоприятным событием, а при пробеге – крайне неблагоприятным событием, которое при других определенных условиях однозначно приводит к АП.

Описав все известные опасные факторы в виде событий, появляется возможность сложить в единую цепочку все неблагоприятные события, составляющие полную группу таких событий, как АП или АИ.

Цепочку неблагоприятных событий, формирующуюся от желаемого состояния АС к состоянию, при котором невозможно избежать АП, будем называть вектором неблагоприятных событий.

Представим контур, который ограничивает многомерную сферу, состоящую из большого количества таких векторов. Данный контур будем называть контуром пространства реальной безопасности полетов или коротко – контур реальной безопасности полетов (КРБзПов) (рис. 1).

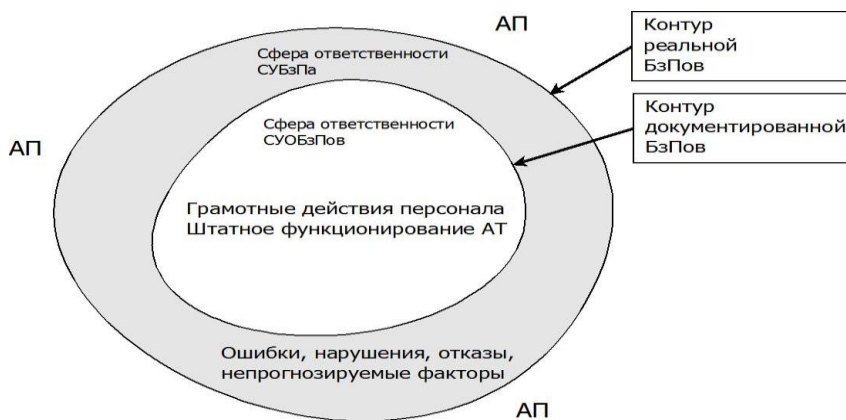


Рис. 1. Контур реальной и контур документированной БзПов

Данный контур формируется на этапе проектирования ВС в ходе событийного моделирования АП, испытательного цикла и корректируется в процессе реальной эксплуатации ВС в результате анализа фактов произошедших АП.

Событийное моделирование позволяет избежать проявления известных ОФ, исключить маловероятные АП при появлении большого количества маловероятных событий, выработать технические и другие решения по устранению или снижению влияния известных ОФ.

Желаемый облик КРБзПов необходимо задавать на этапе разработки ТТХ нового ВС. При разработке ТТХ нового ВС должны быть описаны все ОФ, по которым в конструкции ВС должны быть предусмотрены технические или другие решения, устраняющие или снижающие их влияние.

КРБзПов уточняется на основании результатов расследования произошедших АП. По результатам расследования каждого АП формируется набор элементарных событий, которые в совокупности с другими событиями привели к АП, причем среди каждого такого набора определяется событие, являющееся причиной АП.

На рис. 1 КРБзПов разделяет пространство состояний АС, не приводящих к АП, и пространство состояний, однозначно приводящих к АП.

При эксплуатации ВС для решения задач БзПов возникает необходимость создания механизма защиты АС от разнообразных известных ОФ. Для этого требуется создать еще один контур состояний АС. Будем называть его контур документированной безопасности полетов (КДБзПов). КДБзПов должен отражать информацию о защищенных состояниях АС от воздействия ОФ, другими словами – обеспечивать БзПов.

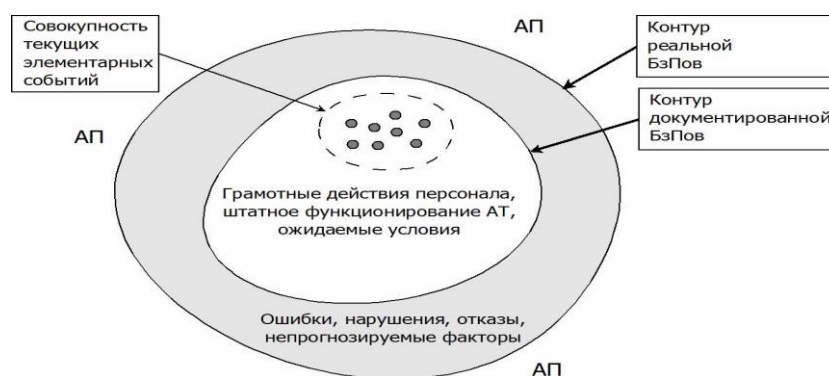


Рис. 2. Безопасное функционирование АС в штатном режиме

Таким образом, нахождение всех контролируемых текущих элементарных событий в пределах КДБзПов соответствует безопасному состоянию АС (рис. 2). В ходе организации и подготовки к полетам осуществляется моделирование совокупности планируемых элементарных событий с целью контроля их нахождения в пределах КДБзПов.

Наличие пространства между контуром реальной и документированной БзПов позволяет обеспечить запас времени или другой необходимый ресурс после определения недопустимого с точки зрения БзПов события или группы событий для принятия мер по их устранению, а в случае невозможности возвращения в пространство безопасных (штатных) состояний – устранение возникших последствий или наложение дополнительных ограничений на АС в полете. Указанный запас времени или другого ресурса необходим для успешной реализации функции управления безопасностью полета (БзПа) в АС с целью выхода из особой ситуации в полете и недопущения АП. Данный интервал обозначим как интервал управления БзПа. В интервале управления БзПа могут регистрироваться события, которые являются ошибками, нарушениями, отказами, последствиями воздействий ОФ и не приводят в совокупности с текущими событиями, лежащими в пределах КДБзПов, к АП.

Рассмотрим состояние АС в случае регистрации события, не входящего в КДБзПов (рис. 3).

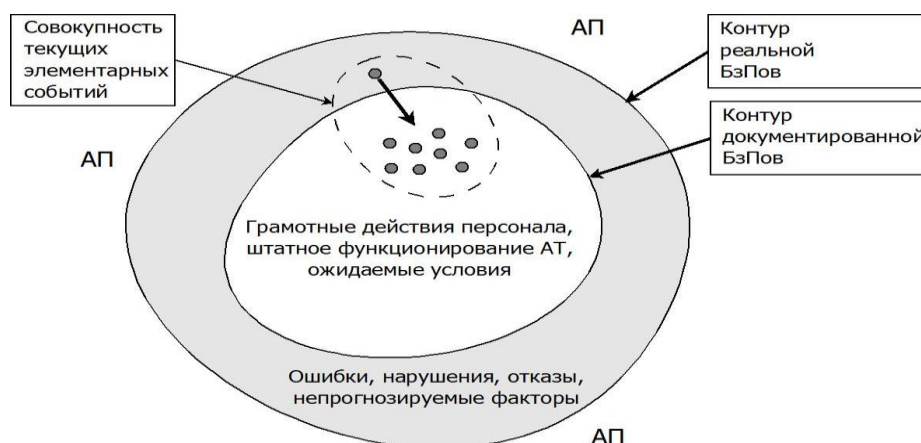


Рис. 3. Функционирование АС в нештатных условиях (алгоритм 1)

В этом случае суть информационного обеспечения БзПов должна заключаться в сравнении совокупности текущих элементарных событий и множества совокупностей элементарных событий, приведших к АП, с целью определения стратегии защиты АС. Элементы системы информационного обеспечения БзПов должны перейти в активный режим и реализовать два возможных варианта алгоритма защиты АС.

Первый вариант наиболее очевидный (рис. 3) – возвращение АС в КДБзПов, например, устранение недопустимого отклонения параметра, устранение последствия отказа (переход на резервную систему) и т.д.

Второй вариант более сложный (рис. 4) – в случае невозможности возвращения АС в КДБзПов необходимо немедленно выявить схожие совокупности элементарных событий с участием данного события, которые привели к АП.

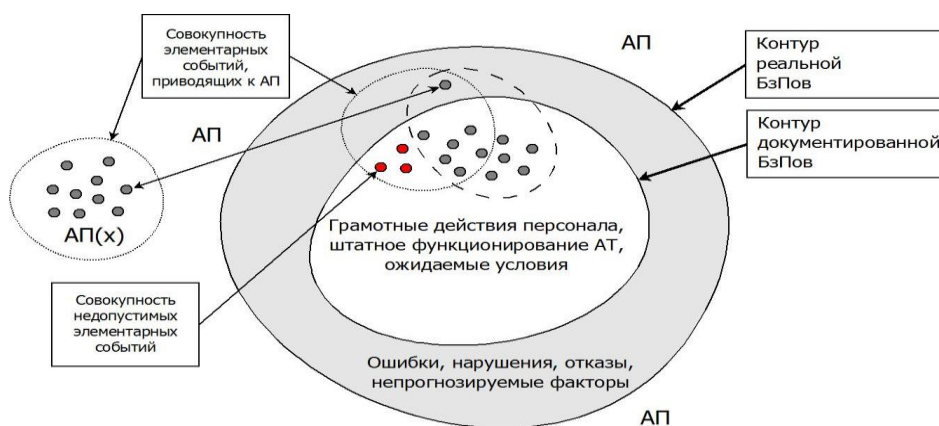


Рис. 4. Функционирование АС в нештатных условиях (алгоритм 2)

Затем необходимо определить совокупность событий, которые входят в совокупность элементарных событий, приведших к конкретному АП(х) и не зарегистрированных в текущий момент. Если данных совокупностей много, то надо рассматривать их множество. Далее необходимо реализовать алгоритм недопущения данных событий в АС, даже если они входят в пространство допустимых значений КДБзПов.

Важнейшим преимуществом информационного подхода в управлении БзПа является техническая возможность реализации мгновенного реагирования на возникновение события, попавшего в интервал управления БзПа, путем немедленного введения дополнительных ограничений на определенные события, входящие в КДБзПов. Для того чтобы иметь возможность управлять БзПа на борту ВС необходимо иметь конкретную реализацию КДБзПов, адаптированную к конкретному ВС, составу экипажа и условиям выполнения полета, и идеальную модель предстоящего полета. Адаптированный КДБзПов к условиям выполнения конкретного полета будем называть контуром документированной безопасности полета (КДБзПа). Идеальная модель полета формируется в ходе подготовки к полету на этапе планирования, выбора маршрута и профиля полета, выполнения расчетов и уточнения условий выполнения будущего полета. КДБзПа привязывается к идеальной модели полета и содержит информацию о формализованных ограничениях на запланированных этапах и режимах полета. При этом появляется возможность в случае крайней необходимости безопасно эксплуатировать даже те ВС, которые имеют отказы. События, связанные с конкретным отказом узла или агрегата ВС, должны быть учтены в КДБзПа в виде дополнительных ограничений в планируемом полете.

Рассмотрим механизм использования КДБзПа для управления БзПа в конкретном полете. В ходе выполнения полета происходит постоянное сравнение взаиморасположения текущего состояния элементов АС относительно недопустимых состояний, описанных с помощью КДБзПа. В результате такого сравнения определяется набор событий, в состав которого входит неблагоприятное событие (учтенный ранее ОФ). Данный набор неблагоприятных событий в свою очередь сравнивается с хранимыми на борту ВС наборами, составляющими полную группу событий, учтенных ранее АП для данного типа ВС. Далее реализуется механизм управления БзПа, описанный выше. Кроме того, необходимо оценить возможность и сделать прогноз возникновения событий, не входящих в полную группу событий наиболее «близких» к АП состояний.

Данная информация будет являться достоверными исходными данными для реализации функции управления БзПа в полете.

Таким образом, сформированные пространства состояний КРБзПов и КДБзПов позволяют получить механизм управления обеспечением БзПов при организации профилактической работы по предотвращению АП, надзору и инспектированию по вопросам БзПов и при организации и подготовке к полетам. Пространства состояний, описываемые КРБзПов и КДБзПа, позволяют получить информацию для управления БзПа ВС в полете.

ЛИТЕРАТУРА

1. ПРАПИ-2000. *Правила расследования авиационных происшествий и авиационных инцидентов с государственными воздушными судами в Российской Федерации:* утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 2 декабря 1999 г. № 1329. С изменениями и дополнениями от 30 января 2008 г., 7 декабря 2011 г. М.: Военное издательство, 2012.

THE FORMATION OF THE CONTOUR OF THE DOCUMENTED AND REAL FLIGHT SAFETY IN THE SYSTEM OF THE INFORMATION PROVISION OF SAFETY OF FLIGHTS

Bachkalo B.I., Irmaliev R.E.

The article discusses the principles and mechanisms of formation of the contour of the real safety of flights and contour of the documented safety, allowing us to obtain information to control flight safety. The proposed approach can be used in the algorithms of active on-board flight safety management system for the implementation of information support to the crew in flight and automatic control of flight safety.

Keywords: safety of flights, flight safety, contour of the real flight safety, contour of the documented flight safety.

REFERENCES

1. PRAPI-2000. *Pravila rassledovaniya aviatsionnykh proisshestvij i aviatsionnykh insidentov s gosudarstvennymi vozdushnymi sudami v Rossijskoj Federatsii:* utv. postanovleniem Pravitel'stva Rossijskoj Federatsii ot 2 dekabrya 1999 № 1329. S izmeneniyami i dopolnениyami ot 30 yanvarya 2008. 7 dekabrya 2011. M.: Voennoe izdatel'stvo. 2012. (In Russian).

Сведения об авторах

Бачкало Борис Иванович, 1937 г.р., окончил Рижское ВВАИУ им. Ленинского комсомола (1959), профессор, доктор технических наук, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры боевой подготовки и безопасности полетов ВУНЦ ВВС «Военно-воздушной академии им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», автор более 100 научных работ, область научных интересов – безопасность полетов.

Ирмалиев Рамазан Эльдусович, 1969 г.р., окончил Рижское ВВАИУ им. Я. Алксниса (1991), Военно-воздушную академию им. Ю.А. Гагарина (1997), доцент, кандидат военных наук, начальник кафедры боевой подготовки и безопасности полетов ВУНЦ ВВС «Военно-воздушной академии им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», автор более 60 научных работ, область научных интересов – безопасность полетов.