

УДК

ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПОЛЕТОВ В АВИАКОМПАНИИ**Б.П. ЕЛИСЕЕВ, ЛЮ ДЖОНДА, А.А. СЕРЕЖКИНА, ВАНГ БО**

В статье приведены три подхода к построению системы управления безопасностью полетов (СУБП) в авиакомпании в рамках выполнения SARPs ИКАО, в которых применяются методы оценки риска, основанные на использовании данных эксплуатационной деятельности авиакомпании с учетом существующих и внедряемых «защит» или «барьеров безопасности».

Ключевые слова: система управления безопасностью полетов, риск безопасности полетов.

Безопасность полетов, является важнейшей характеристикой работы гражданской авиации и определяется как «состояние, при котором риски, связанные с авиационной деятельностью, снижены до приемлемого уровня и контролируются» [1]. Таким образом, управление риском признается главным инструментом систем управления безопасностью полетов (СУБП).

Другой важной составляющей является контроль и количественная оценка уровня безопасности полетов (БП). С разработкой этих двух элементов управления безопасностью связаны основные проблемы, как на государственном, так и на корпоративном уровне.

Требования к СУБП со стороны Международной организации гражданской авиации (ИКАО) и национального законодательства РФ изложены в:

- Приложении 19 к Чикагской конвенции о международной гражданской авиации [1];
- Воздушном Кодексе РФ;
- Федеральных авиационных правилах РФ;
- Постановлениях Правительства РФ.

Однако в отрасли до настоящего времени не сформирован единый подход к управлению риском для безопасности полетов, а рекомендации руководства ИКАО [2] не являются достаточными для построения эффективной системы на уровне поставщика обслуживания.

В то же время, хотя имеются значительные достижения по управлению риском для безопасности в других опасных производствах [3], непосредственно использовать в гражданской авиации этот опыт затруднительно из-за таких особенностей авиационно-транспортной системы (АТС), как:

- чрезвычайная сложность АТС, обусловленная разнообразием входящих в неё подсистем и элементов, многочисленностью их связей и взаимозависимостей;
- высокий уровень неопределенности воздействия внешних факторов, как природных, так и искусственных;
- особая и разноплановая роль человека на разных этапах организации, подготовки и выполнения полетов;
- глобальный характер деятельности, социальная значимость и повышенное внимание к воздушному транспорту в обществе.

Наряду с подходом, рекомендованным ИКАО, и основанном на применении «матрицы риска» для прогнозирования и качественной оценки рисков, авиакомпании ищут и другие подходы, позволяющие количественно оценить риск. При этом компании хотят максимально использоваться массива данных эксплуатационной деятельности авиапредприятия.

Из недавно выполненных работ можно выделить разработку автоматизированной системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий (АСППАП) авиакомпании «Волга-Днепр», выполненную в рамках совместного проекта с Ульяновским государственным университетом с привлечением в качестве консультантов ведущих специалистов в области безопасности полетов и управления рисками [4]

При разработке системы были использованы классические подходы вероятностного анализа безопасности.

В качестве нежелательных исходов полета рассматриваются авиационные события (АС) 12 типов, на которые по статистике приходится более 90% от общего числа авиационных происшествий. Риск АС типа R_i и общий риск R в стоимостном выражении оценивается как: $R^i = P_i S_i$; $R = \sum_{i=1}^{12} R_i$, где P_i – вероятность АС типа i , S_i – средний ущерб при осуществлении АС типа i ,

Расчет вероятности выполняется по специально разработанным моделям – «деревьям развития авиационного события» (ДРАС).

ДРАС представляют собой логические схемы, отражающие возможные сценарии развития события от проявлений факторов опасности и их комбинаций через промежуточные события и барьеры безопасности к авиационным происшествиям определенного типа и строятся на основе сочетания методов «дерева неисправностей» (FTA) и «дерева событий» (ETA) для выделенных 12 сценариев.

Методика построения ДРАС описана в статье [5].

Средний ущерб S_i для типа события рассчитывается на основании анализа базы данных страховых событий за последние 30 лет.

Выделены три уровня управления риском:

- риск предстоящего полета - оперативный прогноз или оперативный риск;
- средний риск полетов как характеристика авиакомпании на период 1-6 месяцев в рамках среднесрочного прогноза – среднесрочный риск;
- риск на длительную перспективу (год и более) с учетом планируемых изменений в деятельности – долгосрочный риск.

Методики расчетов трех типов риска различаются лишь наборами исходных данных.

В качестве исходных данных используются расшифровки средств объективного контроля полета, статистика событий, результаты исследований по «человеческому фактору», материалы аудитов и проверок, метеопрогнозы и др.

Широко применяются современные методы экспертного оценивания. Экспертные оценки используются, в частности, для оценки эффективности имеющихся барьеров безопасности через условные вероятности в байесовских моделях, а также для прогнозирования эффективности принимаемых управленческих решений по специально разработанной методике.

В отрасли известен один подобный опыт - причинно-следственная модель для авиатранспортной безопасности (CATS), разработанная учеными Голландии. Но АСПАП решает больший объем задач и это потребовало от разработчиков решений, для которых не было готовых рекомендаций. В качестве примеров укажем следующие вопросы: оценка вероятности ошибки экипажа при ограниченном объеме данных по прошлым полетам, учет изменения параметров внешней среды, оперативная корректировка прогноза при поступлении информации о событиях в авиакомпании, формирование управленческих решений и др.

Разработка подобных систем возможна только при выделении значительных ресурсов, поэтому большинство компаний разрабатывают более простые системы.

При разработке автоматизированной системы управления риском (АСУР) в авиакомпании «Сибирь» был разработан метод, который можно отнести по классификации ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 к методу «индексов риска».

Все события и любые отклонения рассматриваются как проявления ФО и подлежат анализу в соответствии с подходом метода HAZOP [3]. Используется вся информация о событиях и отклонениях от установленных правил и процедур в деятельности авиакомпании. Таких событий и отклонений в крупной авиакомпании насчитывается более 12 тыс. в год, начиная с авиационных инцидентов и заканчивая замечаниями.

Для структурирования был разработан классификатор, в котором выделено 8 направлений деятельности (секторов) в соответствии с классификацией Международной ассоциации воздушного транспорта IATA: летная эксплуатация, техническое обслуживание,

наземное обслуживание и т.д. В каждом секторе выделены от 5 до 25 групп (категорий) событий по принципам общности признаков. Общее количество категорий – 124.

В авиакомпании без привлечения внешних исполнителей была разработана специальная база данных и оригинальное ПО.

Оценка риска в условных численных показателях выполняется по каждой категории каждого сектора по формуле: $R = L \cdot S$, где L – показатель возможности события, S – показатель его серьезности.

Новизна метода состоит в системе оценки степени возможности и серьезности последствий.

Оценки серьезности проявлений ФО в категории основана на том, что серьезность каждого проявления ФО рассматривается, как случайная величина. Показатель серьезности S_k рассчитывается для категории. Исходными данными являются оценки серьезности K_i события по 5-ти бальной шкале, которые переводятся в степень серьезности S_i . Большая часть оценок (по данным расшифровок, по отказам и неисправностям, задержкам рейсов и др.) автоматизирована, остальные оценки серьезности выполняют квалифицированные эксперты по направлениям деятельности.

Для расчета серьезности S_k проявления ФО категории за период принято, что каждое значение S_i есть реализация случайной величины S . S_k - это верхняя граница доверительного интервала для $P=0,75$, определяемая по неравенству Чебышёва: $S_k = M(S) + 2\sigma(S)$, где $M(S)$ и $\sigma(S)$ – математическое ожидание и СКО случайной величины S .

Приняв, что, если сумма превосходит наибольшую из оценок $S_{i_{\max}}$, то $S_i = S_{i_{\max}}$, получим правило, которое и было реализовано в АСУР:

$$S_k = \begin{cases} M(S) + 2\sigma(S) & \text{при } M(S) + 2\sigma(S) \leq S_{i_{\max}} \\ S_{i_{\max}} & \text{при } M(S) + 2\sigma(S) > S_{i_{\max}} \end{cases}$$

Оценка рассматривается как прогноз степени серьезности событий категории при оценке риска на следующий период. Барьеры безопасности учитываются при экспертных оценках серьезности событий и отклонений.

Расчет показателя возможности L_k для каждой категории основывается на относительном количестве проявлений ФО на 1000 полетов – частоте F_k .

Поскольку оценки типа «Часто» или «Иногда» являются нечеткими по своей природе, использованы подходы теории нечетких множеств. Была введена лингвистическая переменная «Частота», которая имеет пять термов: «Очень часто», «Часто», «Иногда», «Редко», «Крайне редко». Функции принадлежности термов строятся по экспертным оценкам, разработана специальная методика проведения экспертных опросов.

Для формирования показателя L_k использован нечеткий вывод Сугено в среде MATLAB. При формировании базы знаний за основу была использована оценка вероятности в матрице ИКАО [2]. Принято, что показатель возможности изменяется от 1 до 5 и база знаний состоит из пяти простых правил: если частота определяется как «Крайне редко», то показатель равен 1, если частота «Редко», то показатель равен 2 и т.д.

Расчет четкого числа показателя возможности L_k в системе Сугено выполняется заданием входного значения частоты F_k в окне визуализации нечеткого вывода. Полученная кривая аппроксимирована логарифмической функцией типа: $L_k = A \ln(F_k) + B$.

Частота F_k рассчитывается для каждой категории как: $F_k = \frac{N_k}{n} \cdot 1000$, где N_k – количество событий в категории за период, n – количество полетов.

Разработана «светофорная» модель оценки. При превышении «желтого» уровня разрабатываются и внедряются корректирующие мероприятия на уровне руководителя

подразделения, при превышении «красного» уровня вопрос выносится на уровень Генерального директора авиакомпании. Расчет риска выполняется ежемесячно.

Примером менее сложной системы для небольшой авиакомпании может служить СУБП, которая была разработана в авиакомпании деловой авиации «Меридиан».

При разработке использован опыт европейской группы по решению проблем управления риском в авиакомпаниях ARMS, созданной при EASA в 2009 г.

Недостаток двухкомпонентной матрицы ИКАО, которая не учитывает непосредственно важную характеристику – способность системы противодействовать угрозе (фактору опасности), учтен в этой системе посредством введения в модель развития авиационного события «барьеров безопасности», эффективность которых оценивается в процессе анализа риска.

Также, как и в системе АСУР выполняется сбор данных о событиях и отклонениях, но уровень учета событий несколько выше, т.е. самые мелкие замечания не учитываются, что позволило обойтись без разработки специального ПО.

В системе для оценки риска используются две процедуры:

- расчет коэффициента серьезности прошлых событий (КРОС) в условных численных показателях;

- собственно оценка риска для безопасности (ОРОП). Подробно процедуры описаны в монографии [6].

Разработан сравнительно простой программный продукт для выполнения процедуры ОРОП в формате таблицы MS Excel, который используется при ежеквартальном анализе рисков.

Как известно, на настоящий момент в отрасли не приняты единые показатели уровня БП и, соответственно, не установлены целевые и пороговые уровни безопасности полетов как на государственном, так и на корпоративном уровне. При этом в 3-м издании РУБП ИКАО [2] имеются четкие рекомендации по подходам к установлению таких показателей и уровней. Описанный выше коэффициент КРОС может использоваться в качестве показателя безопасности полетов авиакомпании. В авиакомпании «Меридиан» дополнительно была разработана процедура его мониторинга с помощью разновидности метода контрольных карт Шухарта - кумсумм-метода, основанного на учете кумулятивных сумм.

Метод имеет очевидные преимущества перед мониторингом обычных статистических показателей – наглядность количественной оценки степени ухудшения состояния безопасности полетов посредством измерения наклона кривой графика. Предлагается использовать этот метод для контроля ежемесячного и еженедельного уровня безопасности полетов небольшой авиакомпании с использованием КРОС.

Описанные подходы к разработке методов управления риском безопасности полетов на уровне авиапредприятия показали свою практическую эффективность. Необходимо отметить, что при оценке риска, как в стоимостной форме, так и в условных численных показателях, для разработки и приоритизации управленческих решений важны не столько абсолютные значения рисков, сколько их соотношения и динамика.

Таким образом, в авиакомпаниях, при поддержке отраслевой науки, накопился значительный опыт по разработке и внедрению различных методов управления риском и мониторинга показателей безопасности полетов. Методы различаются в зависимости от размера авиакомпании, вида выполняемых работ, выделяемых ресурсов и приоритетов руководства. На данном этапе назрела необходимость оценить и обобщить этот опыт со строго научных позиций и сформулировать практические рекомендации по его использованию.

Литература

1. Приложение 19 к Конвенции о международной гражданской авиации. Управление безопасностью полетов. ИКАО, 2013.
2. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП). Doc 9859-AN/460, 3-е издание, ИКАО, 2013.

3. Безопасность России. Правовые социально-экономические и научно-технические аспекты. Анализ рисков и управление безопасностью. (Методические рекомендации). Рук. авт. коллектива Н.А. Махутов, К.Б. Пуликовский, С.К. Шойгу. М.: МГФ «Знание», 2008. 672 с.
4. Бутов А.А., Волков М.А., Макаров В.П., Орлов А.И., Шаров В.Д. Автоматизированная система прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий при организации и производстве воздушных перевозок // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14, № 4(2). С. 380-385.
5. Шаров В. Д. Макаров В. П. FMEA-FTA методология построения дерева развития авиационного события. Научный вестник МГТУ Гражданской Авиации. 2011. № 174. С. 18-24.
6. Зубков Б.В., Шаров В.Д. Теория и практика определения рисков в авиапредприятиях при разработке системы управления безопасностью полетов. М.: МГТУ ГА, 2010. 196 с.

Approaches to construction of systems of safety management in airlines

Eliseev B.P., Lyu Zhongda, Serezhkina A.A., Wangbo

The article presents three approaches of building a safety management system (SMS) in airlines in the framework of implementation of ICAO SARPs that apply methods of risk assessment based on use of operational activity of airline taking into account existing and implementing "protections" or "safety barriers".

Keywords: safety management system, safety risk.

REFERENCES

1. Prilozhenie 19 k Konventsii o mezhdunarodnoy grazhdanskoj aviatsii. Upravlenie bezopasnost'yu poletov. ICAO, 2013.
2. Rukovodstvo po upravleniyu bezopasnost'yu poletov (RUBP). Doc 9859-AN/460, 3-e izdanie, ICAO, 2013.
3. Bezopasnost' Rossii. Pravovye sotsial'no-ekonomicheskie i nauchno-tehnicheskie aspekty. Analiz riskov i upravlenie bezopasnost'yu. (Metodicheskie rekomendatsii). Ruk. avt. kollektiva N.A. Mahutov, K.B. Pulikovskiy, S.K. SHoygu. M.: MGF «Znanie», 2008. 672 s.
4. Butov A.A., Volkov M.A., Makarov V.P., Orlov A.I., SHarov V.D. Avtomatizirovannaya sistema prognozirovaniya i predotvrashcheniya aviatsionnyh proissheshtviy pri organizatsii i proizvodstve vozdushnyh perevozok // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. 2012. T. 14, № 4(2). S. 380-385.
5. SHarov V. D. Makarov V. P. FMEA-FTA metodologiya postroeniya dereva razvitiya aviatsionnogo sobytiya. Nauchnyy vestnik MGTU Grazhdanskoj Aviatsii. 2011. № 174. С. 18-24.
6. Zubkov B.V., SHarov V.D. Teoriya i praktika opredeleniya riskov v aviapredpriyatiyah pri razrabotke sistemy upravleniya bezopasnost'yu poletov. M.: MGTU GA, 2010. 196 s.

Сведения об авторах

Елисеев Борис Петрович, 1957 г.р., профессор Технологического университета Нингбо, ректор МГТУ ГА, окончил Дальневосточный государственный университет (1982), профессор, доктор юридических наук, доктор технических наук, заслуженный юрист РФ, автор более 150 научных работ, область научных интересов – государственное управление, административное, финансовое, воздушное право.

Лю Джонда, 1963 г.р., окончил университет в г. Чанъань, доктор наук по специальности: Мосты и тоннели инженерные, почетный профессор МГТУ ГА, ректор Технологического университета Нингбо, автор более 30 научных работ, область научных интересов – транспортное образование, транспортная инфраструктура.

Сережкина Анна Андреевна, окончила Московский государственный институт международных отношений (Университет) МИД РФ (2001), к.ф.н., доцент кафедры иностранных языков МГТУ ГА, автор 24 научных работ, область научных интересов – развитие и эксплуатация инфраструктуры аэропортов.

Ванг Бо, 1980 г.р., окончил Национальный авиационный университет, г. Киев, доктор наук по специальности: экономика и управление предприятиями, доцент Технологического университета Нингбо, почетный доцент МГТУ ГА, автор более 15 научных работ, область научных интересов - управление цепочками поставок, управление воздушными перевозками.