

ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

2.9.1 – Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте;

2.9.4. – Управление процессами перевозок;

2.9.6 – Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники;

2.9.8 – Интеллектуальные транспортные системы

УДК 347.822.4

DOI: 10.26467/2079-0619-2023-26-5-8-18

Проблема управления рисками для безопасности полетов в области авиатопливообеспечения воздушных перевозок

И.В. Беляцкий¹, В.М. Самойленко¹, А.Н. Козлов¹

¹ *Московский государственный технический университет гражданской авиации,
г. Москва, Российская Федерация*

Аннотация: На современном этапе развития авиационной деятельности наблюдается значительный рост авиационных воздушных перевозок, что в свою очередь дает существенную нагрузку на снабжение гражданской авиации реактивным топливом. В среднем на внутренний рынок страны поставляется около 10,9 млн тонн авиационного керосина в год¹. В Российской Федерации значительную долю рынка в поставках авиационного топлива занимают вертикально интегрированные нефтяные компании (ВИНК), лидерами среди которых в настоящий момент являются «Лукойл», «Роснефть» и «Газпром». Наряду с колоссальными объемами производства и поставок авиационного топлива, включающих в себя множество технологических операций, начиная с этапа производства до непосредственной выдачи «в крыло» воздушного судна, повышается вероятность производства и поставок не только качественного, но и некондиционного авиационного топлива. Некондиционное топливо представляет достаточно серьезную угрозу в ходе эксплуатации воздушных судов, являясь одним из множества факторов, приводящих к отказам авиационной техники, авиационным происшествиям и инцидентам, снижая тем самым уровень безопасности полетов. В вопросах безопасности своей деятельности заинтересованы нефтеперерабатывающие компании, топливозаправочные комплексы и авиакомпании, которые имеют надежные системы и средства ее обеспечения, но тем не менее некондиционное топливо имеет место. Одной из важных причин является отсутствие единой комплексной системы обеспечения безопасности полетов в части авиатопливообеспечения воздушных перевозок, в связи с чем необходим поиск новых или внедрение существующих адаптированных методик, решений, систем и средств обеспечения требуемого уровня безопасности полетов.

Ключевые слова: безопасность полетов, риск, управление риском, адаптированная система управления безопасностью полетов, авиационное топливо, вертикально интегрированные нефтяные компании, топливозаправочные комплексы, воздушное судно.

Для цитирования: Беляцкий И.В., Самойленко В.М., Козлов А.Н. Проблема управления рисками для безопасности полетов в области авиатопливообеспечения воздушных перевозок // Научный Вестник МГТУ ГА. 2023. Т. 26, № 5. С. 8–18. DOI: 10.26467/2079-0619-2023-26-5-8-18

The problem of risk management for flight safety in the field of aviation fuel supply of air transportation

I.V. Beliatskii¹, V.M. Samoylenko¹, A.N. Kozlov¹

¹ *Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russia*

Abstract: At the present stage of the development of aviation activity, there is a significant increase in aviation traffic, which in turn puts a significant burden on the supply of jet fuel to civil aviation. On average, 10.9 million tons of aviation

kerosene per year are supplied to the domestic market of the country.¹ In Russia, a significant market share in the supply of aviation fuel is occupied by the leaders, among which now are Lukoil, Rosneft and Gazprom which all together are vertically integrated oil companies (VIOC). Along with the colossal volumes of production and supply of jet fuel, which include many technological operations, starting from the production stage to the direct delivery “to the wing” of the aircraft, the probability of production and supply of not only high quality, but also substandard jet fuel increases. Substandard fuel poses a rather serious threat during the operation of aviation equipment, being one of the many factors leading to failures of aviation equipment, aviation accidents and incidents, thereby reducing the level of flight safety. Oil refining companies, refueling complexes and airlines are interested in the safety of their activities, which have reliable systems and means to ensure it, but nevertheless substandard fuel takes place. One of the important reasons is the lack of a unified integrated flight safety system in terms of aviation fuel supply for air transportation, and therefore, it is necessary to search for new or implement existing adapted methods, solutions, systems and means to ensure the required level of flight safety.

Key words: flight safety, risk, risk management, adapted flight safety management system, aviation fuel, vertically integrated oil companies, refueling complexes, aircraft.

For citation: Beliatskii, I.V., Samoylenko, V.M., Kozlov, A.N. (2023). The problem of risk management for flight safety in the field of aviation fuel supply of air transportation. Civil Aviation High Technologies, vol. 26, no. 5, pp. 8–18. DOI: 10.26467/2079-0619-2023-26-5-8-18

Введение

Авиационное топливо является важнейшим звеном в ключевой цепи подготовки воздушного судна к полету. Затраты эксплуатантов воздушных судов на авиатопливо составляют не менее 30 % от общих затрат в ходе эксплуатации. Ежедневное дневное потребление авиатоплива в России составляет порядка 15–16 тысяч тонн². Предоставление качественного авиационного топлива является приоритетной задачей всех ответственных организаций, участвующих в процессе предоставления данного спектра услуг.

Процессы авиатопливообеспечения воздушных перевозок являются сложнейшей системой, включающей в себя такие этапы, как:

- 1) производство нефтеперерабатывающими заводами;
- 2) контроль качества;
- 3) фильтрация;
- 4) транспортировка:
 - по трубопроводу;
 - автомобильным транспортом;

- морским транспортом;
- железнодорожным транспортом;
- 5) прием на склад топливозаправочной компании;
- 6) хранение;
- 7) подготовка к выдаче;
- 8) выдача в ВС.

На всех вышеперечисленных этапах возникает множество опасных факторов [1]. К примеру, несоблюдение процедур по использованию присадок, отбору проб, очистке емкостей; нарушение процедур калибровки лабораторного оборудования; отсутствие контроля по обслуживанию трубопроводов, стыковочных узлов, промывке трубопроводов; несвоевременная замена фильтрующих элементов; использование в работе поврежденных фильтроэлементов; использование неспециализированных погрузочно-разгрузочных рукавов/шлангов; использование резервуаров с поврежденным внутренним покрытием; несоблюдение процедур отстаивания и дренажа перед отгрузкой авиатоплива; нарушение процедур подготовки заправочных средств; нарушение процедур заправки авиационным топливом; несоблюдение техники безопасности ответственным персоналом и т. п.

Опасные факторы могут иметь единичные проявления на различных участках цепи производства и поставок авиационного топлива, образуя тем самым совокупность факторов, приводящих к выходу на рынок некондици-

¹ Производство нефтепродуктов. Основные показатели. [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1213> (дата обращения: 05.09.2022).

² Аэропортам Сибири и Дальнего Востока не хватает авиакеросина [Электронный ресурс] // Prima Media.ru. URL: <https://primamedia.ru/news/139651/> (дата обращения: 10.09.2022).

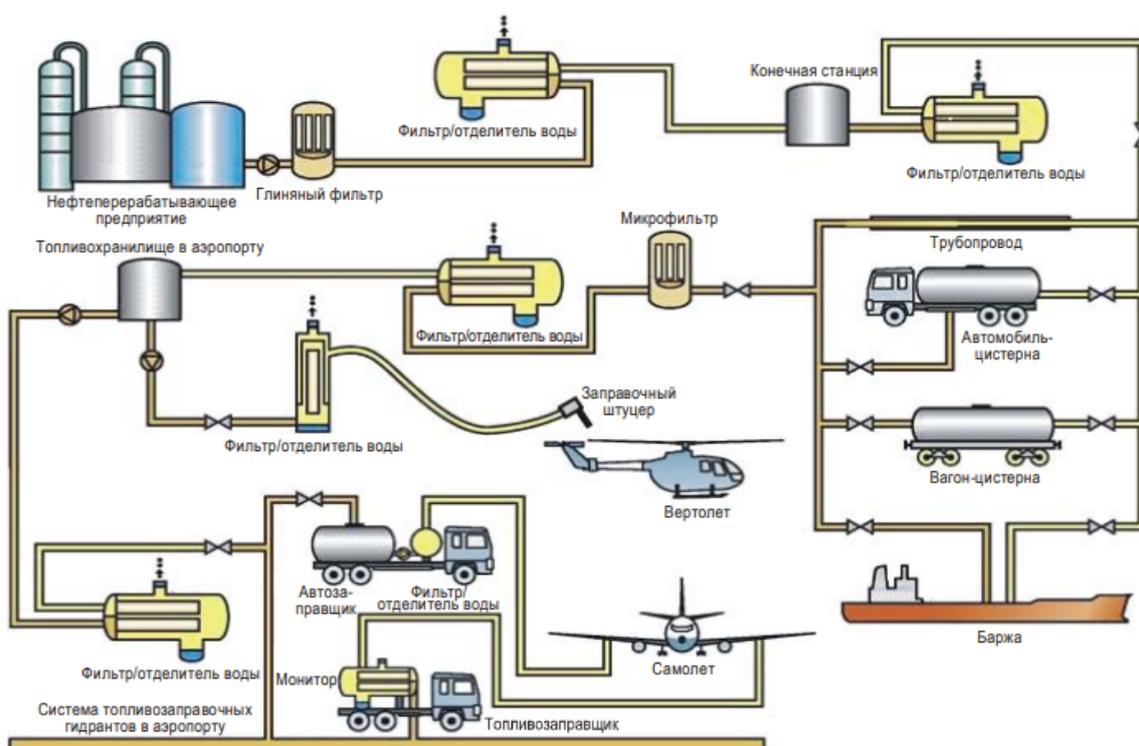


Рис. 1. Схема цепи поставок и распределения от нефтеперерабатывающего предприятия до воздушных судов³
Fig. 1. Scheme for the supply and distribution chain from refinery to aircraft³

онного авиационного топлива и последующему возникновению авиационных событий.

Согласно данным анализа состояния безопасности полетов^{4,5} за период с 2009 по 2021 год прослеживается тенденция к высокому уровню авиационных инцидентов, связанных не только с отказами авиационной техники и нарушениями процедур пилотирования воздушного судна, но и с предоставлением некондиционного авиатоплива.

Основная доля авиационных событий связана с попаданием в топливо механических примесей и воды, а также несоблюдением про-

цедур заправки и техники безопасности ответственным персоналом. Ввиду того что воздушное судно имеет достаточно обширную маршрутную сеть, обнаружить аэропорт заправки некондиционным топливом достаточно сложно, а зачастую не удается отследить вовсе, что в свою очередь напрямую оказывает влияние на летную годность воздушного судна и безопасность полетов. Полную ответственность в соответствии с ФАП-10⁶ за безопасность полетов несет именно эксплуатант, а не топливозаправочная компания. Системы по управлению безопасностью полетов (далее СУБП) в рамках предоставляемых услуг у данных предприятий просто-напросто не существует. СУБП обязан иметь оператор аэродрома, который в свою

³ Doc. 9977 AN/489: Manual on civil aviation jet fuel supply // ICAO, 2012. 46 p.

⁴ Архив материалов расследований инцидентов и производственных происшествий Росавиации [Электронный ресурс] // АМРИИП Росавиации. URL: <https://archive.aviaregistr.ru/> (дата обращения: 10.09.2022).

⁵ Автоматизированная система обеспечения безопасности полетов воздушных судов гражданской авиации Российской Федерации [Электронный ресурс] // Федеральное агентство воздушного транспорта. URL: <https://favt.gov.ru/dejatelnost-is/?id=3967> (дата обращения: 10.09.2022).

⁶ Приказ Минтранса РФ от 12.01.2022 № 10 «Об утверждении Федеральных авиационных правил "Требования к юридическим лицам, индивидуальным предпринимателям, осуществляющим коммерческие воздушные перевозки"» [Электронный ресурс] // Федеральное агентство воздушного транспорта. 62 с. URL: <https://favt.gov.ru/dokumenty-federalnye-pravila/?id=2874> (дата обращения: 10.09.2022).

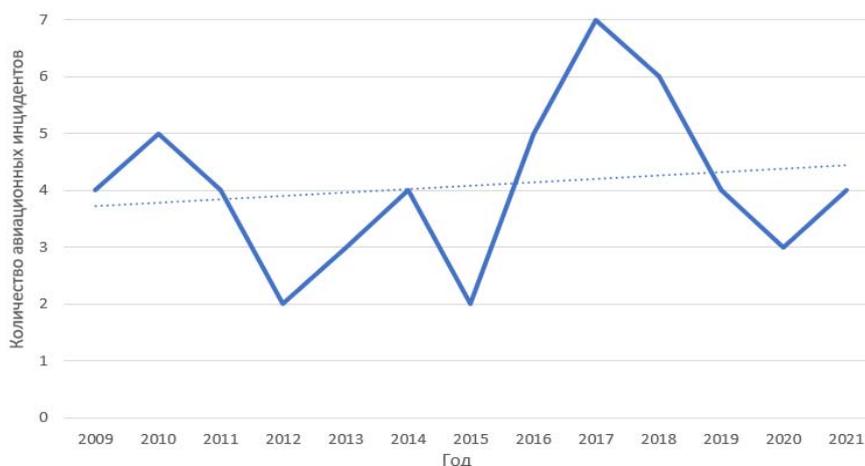


Рис. 2. Количество авиационных инцидентов, связанных с авиатопливообеспечением воздушных судов в Российской Федерации в период 2009–2021 годов

Fig. 2. The total number of aviation incidents related to aircraft fuel supply in the Russian Federation from 2009 to 2021.

очередь, согласно ФАП-441⁷ и Постановлению правительства № 642⁸, осуществляет разработку и функционирование СУБП, включая все виды аэропортовой деятельности поставщиков услуг [2, 3].

Методы и методология исследования

Разработка и внедрение СУБП поставщика услуг авиационного топлива в условиях

рыночных отношений и обеспечения безопасности полетов является объемной и сложной задачей [4, 5].

Для обеспечения безопасности полетов в области предоставляемых услуг производителями, поставщиками, топливозаправочными предприятиями и организациями контроля качества авиатоплива требуется разработка новых или адаптация уже существующих решений и методик.

СУБП предприятий, предоставляющих услуги по авиатопливообеспечению, строится по общему принципу управления риском⁹ [6–8].

Анализ безопасности полетов гражданской авиации за последние несколько лет указывает на существующую проблему в области авиатопливообеспечения полетов и необходимости управления риском в данной отрасли.

Первый этап управления риском начинается с выявления и ранжирования факторов опасности. Данный этап является технически сложным, поскольку включает в себя совокупность организаций, участвующих в авиатопливообеспечении полетов: производители,

⁷ Приказ Минтранса РФ от 02.11.2022 № 441 «Об утверждении Федеральных авиационных правил "Требования к операторам аэродромов гражданской авиации"» [Электронный ресурс] // ГАРАНТ.РУ. Информационно-правовой портал. 14 с. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405745917/> (дата обращения: 10.09.2022).

⁸ Постановление Правительства РФ от 12.04.2022 № 642 «Об утверждении Правил разработки и применения систем управления безопасностью полетов воздушных судов, а также сбора и анализа данных о факторах опасности и риска, создающих угрозу безопасности полетов гражданских воздушных судов, хранения этих данных и обмена ими в соответствии с международными стандартами Международной организации гражданской авиации и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации» (документ не вступил в силу) [Электронный ресурс] // ГАРАНТ.РУ. Информационно-правовой портал. 7 с. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/404379316/> (дата обращения: 10.09.2022).

⁹ ГОСТ Р 57239-2016. Воздушный транспорт. Система менеджмента безопасности авиационной деятельности. База данных. Авиационные инфраструктурные риски, возникающие при производстве аэропортовой деятельности. М.: Стандартинформ, 2021. 24 с.

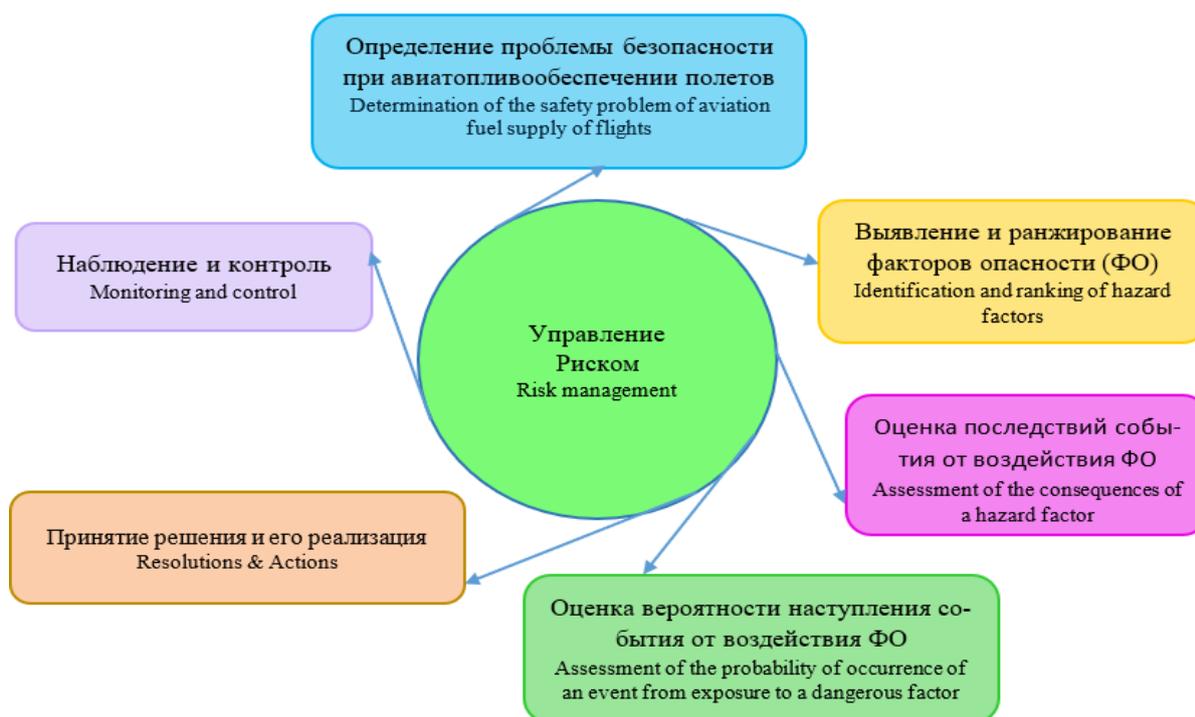


Рис. 3. Общий принцип управления риском безопасности полетов предприятий авиатопливообеспечения воздушных перевозок

Fig. 3. The general principle of flight safety risk management of aviation fuel supply companies for air transportation



Рис. 4. Классификация опасных факторов
Fig. 4. Classification of dangerous factors

поставщики авиаГСМ, топливозаправочные организации и организации контроля качества авиаГСМ.

Второй этап заключается в оценке рисков от воздействия опасных факторов. Оценка рисков всегда была наиболее сложной частью

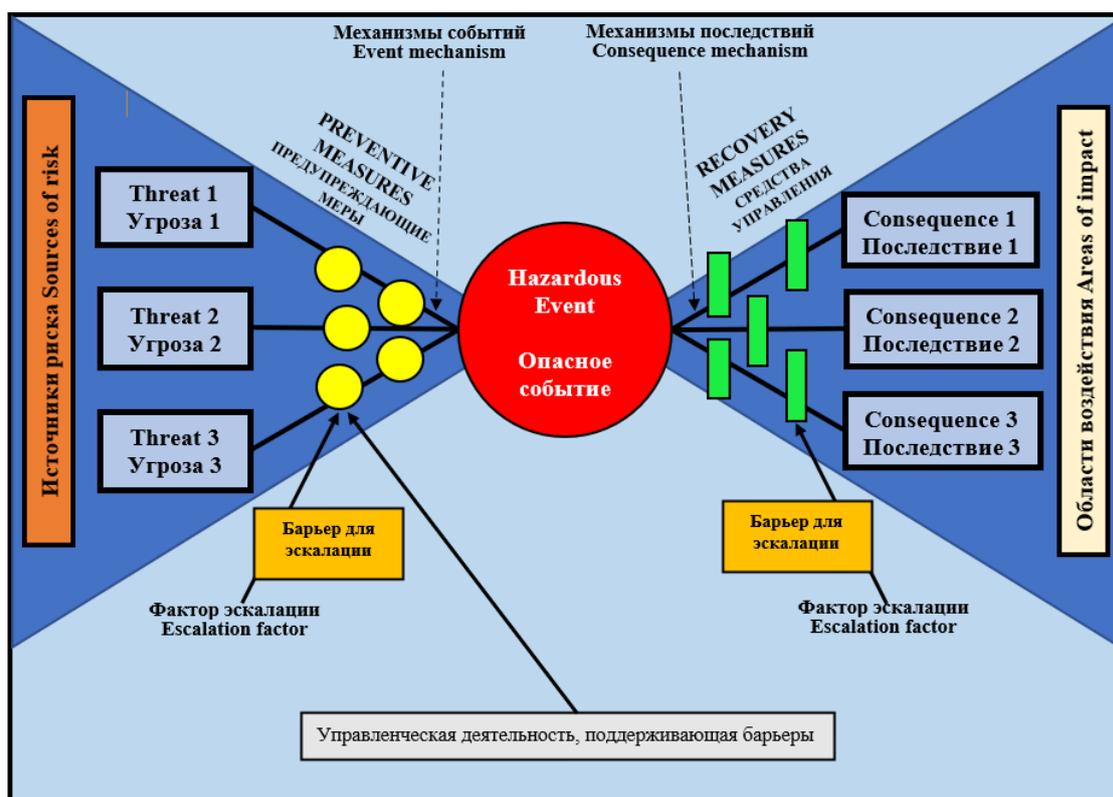


Рис. 5. Bow-tie метод управления риском¹⁰
Fig. 5. Bow-tie risk management method¹⁰

процесса управления рисками авиационной деятельности из-за субъективизма в определении тяжести последствий при проявлении опасности и недостатке информации [9–11].

На данном этапе работы предприятий авиатопливообеспечения необходимо выбрать одну или несколько методик по управлению риском безопасности полетов и адаптировать под данную отрасль.

Целесообразно использовать и адаптировать методики, которые получили широкое применение в рамках деятельности авиакомпаний, которые имеют опыт использования, масштабную статистику и практическое применение интегрированных методик, например матрицы оценки рисков ИКАО [12] и bow-tie метода [13].

Bow-tie (галстук-бабочка) – простой и эффективный метод, который основывается на схематическом описании и анализе потен-

циальных рисков. Левая половина символизирует причину, узел – событие, правая половина означает следствие/следствие. Уникальность метода bow-tie заключается в возможности понимания причины материализованных рисков, то есть уже произошедших. По результатам исследований также можно разработать способы и выявить факторы управления рисками [14].

Этапы проведения исследования по методу bow-tie:

- Выявление риска для формирования фундамента диаграммы BOW-TIE.
- Определение причин события с учетом источников риска.
- Комплексный анализ путей потенциального развития причин риска до момента нежелательного события.
- Связывание риска с главными причинами.
- Включение в диаграмму приводящих к увеличению вероятности риска причин.
- Планирование мер защиты по предотвращению риска.

¹⁰ ГОСТ Р 58771-2019. Менеджмент риска. Технологии оценки риска. М.: Стандартинформ, 2020. 78 с.

Таблица 1
Table 1

Пример использования метода bow-tie
The example of using the Bow-tie method

THREAT /Фактор опасности, угроза	Recovery measures / Защитные меры	Hazardous event / Опасное событие	Control measures / Средства управления	Consequence / Последствия от воздействия
Несвоевременная за-чистка емкостей для хранения топлива	Инспекционный контроль выполнения процедур сотрудниками отдела технического контроля.	EICAS MESSAGE «ENGINE FUEL FILTER R» применительно к данному случаю это сообщение сигнализирует о засорении топливного фильтра правого двигателя	Требования НТД (нормативно-технической документации) к контролю качества авиационного топлива, процедурам заправки и хранения	Прерванный взлет / инцидент
Загрязнение наконечников нижней заправки топлива				Неисправность воздушного судна
Несвоевременная проверка уровня чистоты из средств очистки и водоотделения пункта налива топлива	Периодическое обучение и оценка квалификации персонала компании			Нарушение регулярности вылетов авиакомпании

- Перечисление последствий риска.
- Разработка корректирующих мероприятий и решений по их сведению к минимуму.

Приведем пример использования настоящего метода при возникновении события в виде EICAS MESSAGE BOEING777 «ENGINE FUEL FILTER R» (применительно к данному случаю это сообщение сигнализирует о засорении топливного фильтра правого двигателя).

Метод оценки рисков посредством использования матрицы рисков ИКАО представляет собой оценку степени вероятности проявления опасностей и серьезности возможных событий, связанных с выявленными факторами опасности [12].

Уровень сложности матрицы ИКАО необходимо соотносить с потребностями и производственными задачами конкретной организации. Кроме того, необходимо отметить, что в организациях могут использоваться как качественные, так и количественные критерии (до 15 различных значений).

Степень вероятности проявления факторов опасности определяется владельцами рисков, которыми выступают уполномоченные лица организации или непосредственно

сама организация, имеющие ответственность и полномочия по менеджменту риска.

Вероятность факторов риска для безопасности полетов определяется как возможность возникновения или повторения небезопасного события или результата.

Стоит отметить, что исходными данными для расчета степени вероятности проявления фактора опасности является анализ количества одинаковых факторов опасности, поступивших в период мониторинга риска (неделя, месяц, год).

При анализе фактора опасности используются таблицы оценки вероятности и серьезности воздействия фактора опасности.

Рассмотрим такой опасный фактор, выявленный в ходе аудита предприятия авиатопливообеспечения, как наличие воды и механических примесей в емкости аэродромного топливозаправщика. Исходя из экспертного мнения владельцев риска посчитаем, что проявлением данного опасного фактора будет:

- прерванный взлет/инцидент;
- забивка топливного фильтра ВС;
- предоставление услуг, не отвечающих требованиям безопасности;

Таблица 2
Table 2

Матрица оценки рисков ИКАО
ICAO Risk Assessment Matrix

Вероятность риска в рамках топливообес- печения ВС The probability of risk in the framework of aviation fuel supply of aircraft		Серьезность риска Risk severity				
		Катастро- фическая Catastrophic A	Опасная Hazardous B	Значитель- ная Major C	Незначи- тельная Minor D	Ничтож- ная Negligible E
5	Часто Frequent	5A	5B	5C	5D	5E
4	Иногда Occasional	4A	4B	4C	4D	4E
3	Весьма редко Remote	3A	3B	3C	3D	3E
2	Маловероятно Improbable	2A	2B	2C	2D	2E
1	Крайне маловероятно Extremely improbable	1A	1B	1C	1D	1E
Уровни риска		Неприемлемый уровень риска				
		Допустимый уровень риска				
		Приемлемый уровень риска				

- претензии со стороны заказчика;
- отстранение топливозаправщика от работы на определенный период.

Каждое из проявлений опасного фактора является предполагаемым событием, для которого необходимо определить вероятность возникновения и степень серьезности.

Оценка степени серьезности должна учитывать все возможные последствия, связанные с опасным фактором, исходя из наихудшей предполагаемой ситуации. К примеру, вероятность проявления такого опасного события, как прерванный взлет/инцидент от воздействия обнаруженного в ходе аудита опасного фактора, определена владельцем риска как «весьма редко», а степень серьезности «значительная». Такое предположение владелец риска выдвигает на основе результатов проведения анализа больших массивов статистических данных, знаний и опыта в области экспертных оценок, а также построенных на их основании таблиц¹¹ степени серьез-

ности и вероятности риска для безопасности полетов.

После определения вероятности наступления опасного события от воздействия опасного фактора и серьезности последствий, определим уровень риска с помощью матрицы ИКАО¹². В нашем случае имеем уровень риска 3С. Полученное значение свидетельствует о допустимом уровне риска

Третий и четвертый этапы оценки рисков заключается в принятии корректирующих мер по снижению вероятности возникновения опасного события и его последствий, а также их контроль и мониторинг в рамках предприятий авиотопливообеспечения [15].

Заключение

Внедрение СУБП на базе предприятий, участвующих в авиатопливообеспечении полетов, является ключевой и актуальной зада-

¹¹ Doc. 9859 AN/474. Safety Management Manual. 4rd ed. // ICAO, 2018. 218 p.

¹² Doc. 9859 AN/474. Safety Management Manual. 4rd ed. // ICAO, 2018. 218 p.

чей в настоящее время. Для обеспечения функционирования СУБП осуществляется управление рисками посредством использования уже существующих качественных методик.

Эффективность использования данных методик определяется достоверным сбором данных по проявлению опасных факторов в ходе осуществления деятельности предприятий авиатопливообеспечения, разработкой корректирующих и предупреждающих воздействий, контролем и принятием своевременных решений руководством предприятий.

Каждая из описанных методик имеет свои преимущества и недостатки. Метод bow-tie позволяет нам оценить уже произошедшие риски, а матричный метод позволяет их прогнозировать, однако оба метода не могут применяться для каких-либо количественных расчетов, ввиду того что данные методы не позволяют отображать совокупность причин, которые могут возникнуть одновременно и с последствиями. Также стоит отметить, что матрицы рисков являются лишь инструментами для качественной оценки рисков [16].

Простота в использовании данных методов позволяет их применять на начальных этапах формирования системы обеспечения безопасности полетов предприятий авиатопливообеспечения, что в свою очередь снижает затраты и время для ее формирования. В дальнейшем наряду с качественными методами управления риском возможно внедрение количественных методик. Использование данных методик в комплексе позволяет получить наилучший, практически значимый и достоверный результат.

Список литературы

1. Sukhikh N.N. Risk factors management for flight safety improvement purposes / N.N. Sukhikh, Y.M. Dalinger, S.A. Kudryakov, Y.E. Horoshavtcev, Y.M. Matciyevskiy // Revista Espacios. 2017. Vol. 38, no. 33. P. 24.

2. Лушкин А.М. Типовая система управления безопасностью полетов эксплуатанта

воздушных судов России // Научный Вестник МГТУ ГА. 2017. Т. 20, № 1. С. 8–16.

3. Зубков Б.В., Фурар Х.Э. Проблемы системы управления безопасностью полетов и определения уровня безопасности полетов авиационного предприятия // Научный Вестник МГТУ ГА. 2017. Т. 20, № 5. С. 145–151. DOI: 10.26467/2079-0619-2017-20-5-145-151

4. Толстых С.А., Шаров В.Д. Метод разработки основных элементов СУБП оператора аэродрома // Научный Вестник МГТУ ГА. 2018. Т. 21, № 4. С. 29–38. DOI: 10.26467/2079-0619-2018-21-4-29-38

5. Sharov V.D. Methodology for estimating the safety and quality of the aviation service provider activities using the principal component analysis / V.D. Sharov, V.V. Vorob'ev, N.I. Nikolaikin, V.L. Kuznetsov, S.A. Tolstykh // Russian Aeronautics. 2020. Vol. 63. Pp. 575–585. DOI: 10.3103/S1068799820040030

6. Паламарчук Г.И., Либерман П.Ю. Императивы управления рисками в авиационной деятельности // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2022. Т. 19, № 3. С. 489–497. DOI: 10.20295/1815-588X-2022-3-489-497

7. Aviation risk and safety management. Methods and applications in aviation organizations / Под ред. R. Muller, A. Wittmer, C. Drax. Switzerland: Springer, 2014. 216 p. DOI: 10.1007/978-3-319-02780-7

8. Селюков В.К. Риск-менеджмент организации: учеб.-метод. пособие. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 189 с.

9. Беленков В.Г. Методика проактивного управления безопасностью авиационной деятельности и формирования достоверных прогностических оценок уровня безопасности полетов / В.Г. Беленков, М.В. Волков, Д.А. Годиков, А.В. Кан // Системы высокой доступности. 2022. Т. 18, № 1. С. 39–46. DOI: 10.18127/j20729472-202201-04

10. Honcharenko Y. The method of proactive risk assessment for flight safety based on the rate of dangerous events / Y. Honcharenko, O. Martyniuk, P. Open'ko, O. Radko // Advances in Military Technology. 2020. Vol. 15, no. 2. Pp. 365–377. DOI: 10.3849/aimt.01424

11. **Yeun R., Bates P., Murray P.** Aviation safety management systems // *World Review of Intermodal Transportation Research*. 2014. Vol. 5, no. 2. Pp. 168–196. DOI: 10.1504/WRITR.2014.067234

12. **Mostafa A.** Safety and risk assessment of civil aircraft during operation. China: Intechopen, 2020. 212 p. DOI: 10.5772/intechopen.93326

13. **Gareth B.** Practical HSE risk management – an introduction to the Bow-tie Method [Электронный ресурс] // International Conference for Achieving Health & Safety Best Practice in Construction. Dubai, UAE, 26–27 February 2007. Risktec Solutions Ltd 30 p. URL: <https://maddenmaritime.files.wordpress.com/2013/01/introduction-to-bow-tie-method-dubai.pdf> (дата обращения: 27.12.2022).

14. **Картвелишвили В.М., Свиридова О.А.** Риск-менеджмент. Методы оценки риска: учеб. пособие. М.: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», 2017. 120 с.

15. **Li Z.** Construction method of flight safety manipulation space based on risk prediction / Z. Li, H. Xu, Y. Xue, B. Pei // *Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics*. 2018. Vol. 44, no. 9. Pp. 1839–1849. DOI: 10.13700/j.bh.1001-5965.2017.0686

16. **Зубков Б.В., Шаров В.Д.** Теория и практика определения рисков в авиапредприятиях при разработке системы управления безопасностью полетов: монография. М.: МГТУ ГА, 2010. 196 с.

References

1. **Sukhikh, N.N., Dalinger, Y.M., Kudryakov, S.A., Horoshavtcev, Y.E., Matciyevskiy, Y.M.** (2017). Risk factors management for flight safety improvement purposes. *Revista Espacios*, vol. 38, no. 33, p. 24.

2. **Lushkin, A.M.** (2017). Typical safety management system of an operator in the Russian Federation. *Civil Aviation High Technologies*, vol. 20, no. 1, pp. 8–16. (in Russian)

3. **Zubkov, B.V., Fourar, H.E.** (2017). Flight safety management problems and evaluation of flight safety level of an aviation enter-

prise. *Civil Aviation High Technologies*. vol. 20, no. 5, pp. 145–151. DOI: 10.26467/2079-0619-2017-20-5-145-151 (in Russian)

4. **Tolstykh, S.A., Sharov, V.D.** (2018). Method of SMS basic elements development for the aerodrome operator. *Civil Aviation High Technologies*, vol. 21, no. 4, pp. 29–38. DOI: 10.26467/2079-0619-2018-21-4-29-38 (in Russian)

5. **Sharov, V.D., Vorob'ev, V.V., Nikolaikin, N.I., Kuznetsov, V.L., Tolstykh, S.A.** (2020). Methodology for estimating the safety and quality of the aviation service provider activities using the principal component analysis. *Russian Aeronautics*, vol. 63, pp. 575–585. DOI: 10.3103/S1068799820040030

6. **Palamarchuk, G.I., Liberman, P.Yu.** (2022). Risk management imperatives in aviation activity. *Proceedings of Petersburg Transport University*, vol. 19, no. 3, pp. 489–497. DOI: 10.20295/1815-588X-2022-3-489-497 (in Russian)

7. **Muller, R., Wittmer, A., Drax, C. (Eds.)**. (2014). Aviation risk and safety management. Methods and applications in aviation organizations. Springer International Publishing Switzerland, 216 p. DOI: 10.1007/978-3-319-02780-7

8. **Selyukov, V.K.** (2008). Risk management of the organization: teaching aid. Moscow: MGTU im. N.E. Bauman, 189 p. (in Russian)

9. **Belenkov, V.G., Volkov, M.V., Godikov, D.A., Kan, A.V.** (2022). The methodology of proactive aviation safety management and the formation of reliable predictive assessments of the level of flight safety. *Highly Available Systems*, vol. 18, no. 1, pp. 39–46. DOI: 10.18127/j20729472-202201-04 (in Russian)

10. **Honcharenko, Y., Martyniuk, O., Open'ko, P., Radko, O.** (2020). The method of proactive risk assessment for flight safety based on the rate of dangerous events. *Advances in Military Technology*, vol. 15, no. 2, pp. 365–377. DOI: 10.3849/aimt.01424

11. **Yeun, R., Bates, P., Murray, P.** (2014). Aviation safety management systems. *World Review of Intermodal Transportation Research*,

vol. 5, no. 2, pp. 168–196. DOI: 10.1504/WRITR.2014.067234

12. Mostafa, A. (2020). Safety and risk assessment of civil aircraft during operation. China, Intechopen, 212 p. DOI: 10.5772/intechopen.93326

13. Gareth, B. (2007). Practical HSE risk management – an introduction to the Bow-tie Method. In: *International Conference for Achieving Health & Safety Best Practice in Construction*. Dubai, UAE, 26–27 February, Risktec Solutions Ltd., 30 p. Available at: <https://maddenmaritime.files.wordpress.com/2013/01/introduction-to-bow-tie-method-dubai.pdf> (accessed: 27.12.2022).

14. Kartvelishvili, V.M., Sviridova, O.A. (2017). Risk management. Methods of risk assessment: Tutorial. Moscow: FGBOU VO “REU im. G.V. Plekhanova”, 120 p. (in Russian)

15. Li, Z., Xu, H., Xue, Y., Pei, B. (2018). Construction method of flight safety manipulation space based on risk prediction. *Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics*, vol. 44, no. 9, pp. 1839–1849. DOI: 10.13700/j.bh.1001-5965.2017.0686

16. Zubkov, B.V., Sharov, V.D. (2010). Theory and practice of determining risks in aviation enterprises during the development of a safety management system: Monography. Moscow: MGTU GA, 196 p. (in Russian)

Сведения об авторах

Беляцкий Ильдар Васильевич, аспирант кафедры авиатопливообеспечения и ремонта летательных аппаратов МГТУ ГА, belyackiii@bk.ru.

Самойленко Василий Михайлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой авиатопливообеспечения и ремонта летательных аппаратов МГТУ ГА, v.samoilenko@mstuca.aero.

Козлов Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры авиатопливообеспечения и ремонта летательных аппаратов МГТУ ГА, an.kozlov@mstuca.aero.

Information about the authors

Ildar V. Beliatskii, Postgraduate Student of the Aviation Fuel Supply and Aircraft Repair Chair, Moscow State Technical University of Civil Aviation, belyackiii@bk.ru.

Vasily M. Samoilenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, The Head of the Aviation Fuel Supply and Aircraft Repair Chair, Moscow State Technical University of Civil Aviation, v.samoilenko@mstuca.aero.

Alexander N. Kozlov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Aviation Fuel Supply and Aircraft Repair Chair, Moscow State Technical University of Civil Aviation, an.kozlov@mstuca.aero.

Поступила в редакцию	14.02.2023	Received	14.02.2023
Одобрена после рецензирования	04.03.2023	Approved after reviewing	04.03.2023
Принята в печать	21.09.2023	Accepted for publication	21.09.2023