

DOI: 10.24000/0409-2961-2023-3-83-89

УДК 622.691.4.053

© Коллектив авторов, 2023

Критерии допустимого риска при обосновании безопасности размещения магистральных газопроводов в пределах пятой подзоны приаэродромной территории



А.А. Аверкиев,
начальник
управления

Росавиация, Москва, Россия



Г.Ю. Чуркин,
канд. техн. наук,
зам. директора

АНО «Агентство исследований промышленных рисков», Москва, Россия



Н.Н. Таланова,
ст. науч. сотрудник,
talanova@safety.ru

ЗАО НТЦ ПБ, Москва, Россия



А.С. Софьин,
канд. техн. наук,
зав. отделом

Рассмотрен вопрос применения риск-ориентированного подхода для обоснования нахождения магистральных газопроводов в пределах пятой подзоны приаэродромной территории аэродромов гражданской авиации. Даны предложения по используемым критериям допустимого риска.

Ключевые слова: приаэродромная территория, пятая подзона, магистральный газопровод, опасный производственный объект, оценка риска, критерии безопасности, безопасность полетов.

Для цитирования: Аверкиев А.А., Чуркин Г.Ю., Таланова Н.Н., Софьин А.С. Критерии допустимого риска при обосновании безопасности размещения магистральных газопроводов в пределах пятой подзоны приаэродромной территории // Безопасность труда в промышленности. 2023. № 3. С. 83–89. DOI: 10.24000/0409-2961-2023-3-83-89

Acceptable Risk Criteria when Justifying the Safety of the Placement of Main Gas Pipelines within the Fifth Subzone of the Aerodrome Territory

A.A. Averkiev, Department Head (Federal Air Transport Agency (Rosaviatsiya), Moscow, Russia), G.Yu. Churkin, Cand. Sci. (Eng.), Deputy Director, N.N. Talanova, Senior Research Assistant, talanova@safety.ru (ANO «Industrial Risk Research Agency», Moscow, Russia), A.S. Sofyin, Cand. Sci. (Eng.), Department Head (STC «Industrial Safety» CJSC, Moscow, Russia)

Abstract. Issues of the safety of the placement of hazardous production facilities, in particular the main gas pipelines, within the boundaries of the fifth subzone of the aerodrome territory, as well as the possibility of applying a risk-oriented approach in justifying such placement, currently have a high degree of relevance.

The review was carried out concerning the domestic and foreign approaches used in the field of ensuring the safety of the aircraft flights. At the same time, it was not possible to find studies devoted to assessing the impact of possible accidents at hazardous production facilities, located, or designed within the aerodrome territory, on the safety of aircraft flights. The present work was done to fill this gap.

The following are proposed as key indicators of acceptable risk: the individual risk of death of passengers and crew members arising from accidents at hazardous production facilities within the fifth subzone of the aerodrome territory of the civil aviation aerodrome, and the expected number of deaths on board the aircraft as a result of such accidents during the year. The values of the acceptable risk criteria are assessed on the basis of the world experience in rationing risk indicators and, are also based on the open statistical data of domestic criteria for the safety of aircraft flights and air passengers applicable to the problem under consideration. The proposed set of criteria allows to link the methodology for ensuring the industrial safety of hazardous production facilities with the specifics of ensuring the safety of aircraft flights and the statistical accounting of aviation incidents and accidents.

The need to develop a specialized calculation methodology for determining the actual values of risk indicators proposed as safety criteria is noted. The basic requirements related to this methodology are outlined in the paper.

Keywords: aerodrome area, fifth subzone, main gas pipeline, hazardous production facility, risk assessment, safety criteria, safety of flights.

For citation: Averkiev A.A., Churkin G.Yu., Talanova N.N., Sofyin A.S. Acceptable Risk Criteria when Justifying the Safety of the Placement of Main Gas Pipelines within the Fifth Subzone of the Aerodrome Territory. *Bezopasnost Truda v Promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2023. № 3. pp. 83–89. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2023-3-83-89

Введение

Ограничения на размещение опасных производственных объектов (ОПО) в пределах пятой подзоны приаэродромных территорий (ПАТ) регламентированы законодательными актами, принятыми начиная с 2017 г. [1–3]. В соответствии с п. 3 ст. 47 Воздушного кодекса Российской Федерации (РФ) в пятой подзоне ПАТ запрещается размещать ОПО, функционирование которых может повлиять на безопасность полетов воздушных судов (ВС). Согласно [2] границы пятой подзоны ПАТ должны устанавливаться с учетом максимального радиуса зон поражения в случаях происшествий техногенного характера на ОПО.

Проблематика размещения магистральных газопроводов (МГ) в пределах границ пятой подзоны ПАТ и обоснования их безопасности ранее уже освещалась в [4, 5]. Отмечено, что основную сложность при оценке влияния ОПО на безопасность полетов ВС представляет отсутствие четких критериев, позволяющих обосновать безопасность прокладки МГ в пределах ПАТ.

В сложившихся условиях, когда опасные для ВС зоны воздействия от аварий на ОПО принимаются по минимально допустимым значениям воздействия поражающих факторов аварий, которые, как правило, превышают высоты пролета ВС в пределах ПАТ, предлагается применять риск-ориентированный подход для обоснования безопасного размещения МГ в пределах пятой подзоны ПАТ. Использование такого подхода широко распространено в области промышленной и пожарной безопасности (как в России, так и за рубежом) для обоснования размещения промышленных объектов.

Критерии безопасности полетов воздушных судов

Общепризнано, что не все риски можно устранить полностью и существуют объективные факторы, обусловленные как уровнем развития промышленности, в том числе авиационной, так и степенью готовности общества принять эти риски, а также разумностью ограничений, вытекающих из необходимости снижения уровня риска. Такой подход применяется как за рубежом [6–13], так и в России [14–16].

Можно выделить два основных подхода к оценке и нормированию риска в сфере обеспечения безопасности полетов ВС гражданской авиации: использование качественных или полуколичественных и количественных методов анализа риска. В качестве примера первого подхода можно привести документы Австралии и США [8–10]. Качественные подходы базируются на экспертных оценках, не лишенных высокой доли субъективности.

С развитием методов физико-математического моделирования и вычислительных мощностей компьютерной техники широкое распространение получили количественные методы оценки риска. Такие методы более строго формализованы и проверяемы

(прежде всего на стадиях проектирования и экспертизы проектной документации). Количественные показатели риска позволяют провести разностороннюю оценку опасности и возможных последствий аварий. По типам нормируемых показателей риска можно классифицировать следующие известные подходы.

А. Нормирование вероятности катастрофы в конкретных условиях (например, для ситуаций столкновения ВС с элементами ракет-носителей космических систем при их запуске и приземлении [10], для ситуации возможного столкновения с препятствием при посадке ВС [11]). Как правило, такие оценки используют для оценки опасности конкретных ситуаций, в которых поведение их участников описывается методами теории вероятности, а сама ситуация имеет ограниченное число возможных исходов.

Б. Когда существует большое множество вариантов реализации опасных ситуаций, применяют подходы, связанные с расчетом обобщенных показателей риска, учитывающих вклад всех возможных вариантов аварий. В таких подходах, как правило, используют два показателя: первый оценивает риск для конкретного реципиента, второй служит для оценки общего числа негативных последствий за период и выявления частоты редких, но крупных негативных исходов. Пример таких подходов — оценка показателей потенциального и социального риска поражения населения, проживающего на территориях рядом с аэродромами [7, 12]. В отечественной практике индивидуальный и социальный риск гибели людей выступает одним из основных показателей, используемых для обоснования промышленной и пожарной безопасности ОПО [14, 17, 18]. При этом стоит отметить, что для жителей, постоянно проживающих на исследуемой территории, индивидуальный риск обычно принимается равным потенциальному.

В результате проведенного по теме статьи анализа не обнаружено исследований, посвященных оценке влияния аварий с выбросом опасных веществ на промышленных объектах на безопасность полетов ВС, а также нормированию показателей такого риска. В связи с этим группой компаний «Промышленная безопасность» в рамках выполнения работ по разработке специальных технических условий на проектирование и строительство участков МГ в пределах полос воздушного подхода (ПВП) к гражданским аэродромам (Олекминск, Гумрак, Ямбург и др.) разработаны и применены критерии допустимого индивидуального риска, возникающего по причине аварий на МГ в пределах ПВП. Критерии установлены для двух различных групп лиц, рискующих при полете: пассажиров и экипажа ВС на основе оценки фоновых (среднестатистических) рисков авиапроисшествий (гибели пассажиров и членов экипажа), рассчитанных согласно ежегодным статистическим данным, в том числе предоставленным Росавиацией (письмо Росавиации от 02.02.2021 № Исх-3151/04) в ходе выполнения работ, а также с учетом установле-

ния допустимой частоты воздействия на ВС поражающих факторов при аварии на ОПО (допустимого (добавочного) риска аварии). Принято, что допустимый (добавочный) вклад от потенциальных аварий на ОПО не может значимо снижать существующий уровень безопасности авиационной транспортной системы, в том числе приводить к увеличению фоновых показателей риска гибели людей при авиационных происшествиях, значения которых находились на уровне $1,59 \cdot 10^{-7}$ год⁻¹ для пассажиров ВС и $1,71 \cdot 10^{-4}$ год⁻¹ для экипажа ВС.

Принятые значения критериев допустимого индивидуального риска гибели $R_{д}$, год⁻¹, пассажиров или членов экипажа, возникающего по причине аварии на ОПО в пределах пятой подзоны ПАТ и ПВП к аэродрому, составили соответственно $R_{пасс.д} = 1 \cdot 10^{-9}$ и $R_{экипаж.д} = 1 \cdot 10^{-6}$.

Критерии допустимого индивидуального риска $R_{д}$ приняты в том числе с учетом опыта нормирования и практики установления показателей риска [14, 18], тем не менее, учитывая обозначенное выше, значение $R_{пасс.д}$ является более жестким (консервативным) по сравнению с критериями, принимаемыми при нормировании допустимого риска гибели людей в области промышленной или пожарной безопасности.

Значения критериев допустимого индивидуального риска гибели базируются на статистических данных Росавиации, и их актуализация может проводиться по мере публикации открытой статистической информации, в частности, на сайтах Росавиации¹ и Межгосударственного авиационного комитета² (но не реже чем один раз в 5 лет).

Поскольку индивидуальный риск указывает на опасность одного конкретного человека, необходим также показатель, способный отразить общую картину последствий негативных исходов за заданный период. Обычно в качестве такого показателя используется социальный риск. Однако в случае авиакатастроф, как правило, гибнут все находящиеся на борту люди. Поэтому взамен социального риска может быть использован такой показатель, как ожидаемое количество погибших лиц на борту ВС в результате аварии на ОПО в течение года (далее — ожидаемое количество погибших).

Для определения допустимых значений ожидаемого количества погибших проанализированы отечественные критерии безопасности полетов ВС и авиапассажиров, применимые к рассматриваемой проблеме.

В декабре 2021 г. в Положение о федеральном государственном контроле (надзоре) в области гражданской авиации [19] введены ключевые показатели контроля (надзора) и их целевые значения. В

¹ Федеральное агентство воздушного транспорта (Росавиация). URL: <https://favt.gov.ru/> (дата обращения: 08.02.2023).

² Межгосударственный авиационный комитет. Отчеты о состоянии безопасности полетов. URL: <https://mak-iac.org/rassledovaniya/bezopasnost-poletov/> (дата обращения: 08.02.2023).

частности, к таким ключевым показателям отнесено количество погибших лиц, находившихся на борту, в результате авиационных происшествий с гражданскими ВС (самолетами, вертолетами).

Число лиц, находившихся на борту и погибших в результате авиационного происшествия по причине аварии на ОПО, является составной частью общего количества погибших от всех авиационных происшествий.

В связи с этим целевые значения по количеству погибших на 2026 г. предлагается применять в качестве основы для формирования критериев по количеству погибших лиц на борту ВС в результате аварии на ОПО в течение года. При этом предлагается сохранить подход, использованный при определении значений критериев $R_{пасс.д}$, $R_{экипаж.д}$ и учесть коэффициент, обеспечивающий снижение значения критерия на два порядка относительно целевого значения показателя. Кроме того, применение такого понижающего коэффициента нивелирует необходимость учета тенденции к уменьшению установленных целевых уровней в условиях, когда срок эксплуатации конкретного МГ превышает временной период, для которого эти целевые уровни установлены.

В табл. 1 приведены целевые значения показателей для ВС, выполняющих полет в целях осуществления коммерческой воздушной перевозки, введенных [19], а также значения предлагаемых критериев безопасности.

Также при анализе возможных критериев рассматривались целевые уровни безопасности воздушного движения, установленные приказом Росаэронавигации от 29.09.2008 № 164 [20] и направленные на снижение риска катастроф ВС, прямо или в совокупности с другими факторами, связанными с функционированием системы организации воздушного движения. Целевые уровни безопасности по этапам полета самолетов 1–3 классов приведены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, целевые уровни безопасности привязаны к налету в часах или к отдельным этапам полета ВС. Похожая размерность принята для оценки уровней индивидуального риска в документе Федерального авиационного управления США [13], который был разработан для снятия межведомственных противоречий в оценке приемлемости рисков для авиации при космических запусках. Тем не менее указанные в табл. 2 показатели трудно сопоставимы с целевыми уровнями из табл. 1, введенными [19], которые, как уже было показано выше, имеют более высокую общность с критериями, применяемыми в нормировании риска в сфере промышленной и пожарной безопасности, по сути, характеризуют уровень социального риска. Кроме того, привязка к целевым показателям из табл. 1 имеет более высокие перспективы их своевременного обновления и сопровождения со стороны Росавиации.

Таким образом, критерии $R_{пасс.д}$, $R_{экипаж.д}$ предлагается дополнить критерием П: «количество погибших

Таблица 1

Ключевой показатель	Целевые значения (не превышают указанные величины) по годам					Предлагаемый критерий П
	2022	2023	2024	2025	2026	
Количество погибших лиц, находившихся на борту, в результате авиационных происшествий с гражданскими самолетами максимальной взлетной массой более 5700 кг, выполняющими полет в целях осуществления коммерческой воздушной перевозки, на 1 млн перевезенных пассажиров за отчетный год	0,70	0,66	0,59	0,55	0,51	0,0051
Количество погибших лиц, находившихся на борту, в результате авиационных происшествий с гражданскими самолетами максимальной взлетной массой менее 5700 кг, выполняющими полет в целях осуществления коммерческой воздушной перевозки, на 1 млн перевезенных пассажиров за отчетный год	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,0007
Количество погибших лиц, находившихся на борту, в результате авиационных происшествий с гражданскими вертолетами, выполняющими полет в целях осуществления коммерческой воздушной перевозки, на 1 млн перевезенных пассажиров за отчетный год	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,0009

Таблица 2

Этап полета	Целевые уровни безопасности	
	До 2015 г.	На 2025 г.
На маршруте (катастроф (летный час):		
по всему этапу полета	$1,50 \cdot 10^{-8}$	$8,44 \cdot 10^{-9}$
на вид эшелонирования	$5,00 \cdot 10^{-9}$	$2,81 \cdot 10^{-9}$
На посадке (катастроф (посадка)	$1,00 \cdot 10^{-8}$	$5,63 \cdot 10^{-9}$
При вылете (катастроф (вылет)	$1,30 \cdot 10^{-9}$	$7,31 \cdot 10^{-10}$
При подходе (катастроф (летный час)	$5,35 \cdot 10^{-8}$	$3,01 \cdot 10^{-8}$
При полете по кругу (катастроф (летный час)	$1,037 \cdot 10^{-7}$	$5,83 \cdot 10^{-8}$

лиц на борту гражданского ВС в результате авиационных происшествий, связанных с воздействием аварии на ОПО в пределах ПВП». Данный критерий принимает следующие значения (см. табл. 1): 0,0051 на 1 млн перевезенных пассажиров в год при коммерческой перевозке самолетами максимальной взлетной массой более 5700 кг; 0,0007 на 1 млн перевезенных пассажиров в год при коммерческой перевозке самолетами максимальной взлетной массой 5700 кг и менее; 0,0009 на 1 млн перевезенных пассажиров в год при коммерческой перевозке вертолетами.

Совокупность критериев $P_{\text{пасс. д}}$, $P_{\text{экипаж. д}}$, П позволяет учесть многоаспектность оценки воздействия аварий на МГ на безопасность полетов ВС, попадающих на разных этапах полета в зону воздействия аварий на МГ. Также совокупность указанных критериев позволяет увязать принятые в области промышленной безопасности критерии и подходы к оценке риска гибели людей при авариях на ОПО с показателями статистического учета авиационных происшествий и их целевыми значениями. Предполагается, что любое размещение МГ относительно

трасс (маршрутов) пролета над ними ВС в пределах пятой подзоны ПАТ должно удовлетворять одновременно всем трем критериям.

Направления дальнейших исследований

Предлагаемые выше критерии неоднократно апробированы в результате работ, проведенных группой компаний «Промышленная безопасность». Однако практика проведенных работ по данной тематике показала, что готовые методики расчета значений критериев $P_{\text{пасс. д}}$, $P_{\text{экипаж. д}}$, П для конкретных условий прохождения МГ в пределах ПВП отсутствуют. Для эффективной реализации риск-ориентированного подхода при обосновании безопасности прокладки МГ в пределах ПАТ требуется развитие положений методических документов Ростехнадзора [17, 21, 22] в целях обеспечения учета авиационной специфики и возможности определения фактических значений показателей риска, предложенных выше в качестве критериев безопасности.

Данные методики или методика должны удовлетворять следующим требованиям.

Методика должна обеспечивать расчет фактических показателей риска, предложенных выше в качестве критериев безопасности.

Алгоритм расчета должен учитывать взаимное расположение трассы МГ и маршрутов (траекторий) движения ВС в пределах ПВП как в плане, так и по вертикальной составляющей. При этом методика должна предусматривать пространственные области регламентированных маршрутов движения ВС в пределах ПВП и допустимые отклонения от них.

Методика должна учитывать специфику формирования всех возможных зон поражения с учетом вертикальной составляющей, в том числе их размеров и конфигурации относительно параметров и условий прокладки МГ.

Состав исходных данных в методике должен быть минимизирован. Методика должна опираться на

стандартный в области промышленной безопасности набор данных для моделирования последствий аварий на МГ. В части исходных данных по аэродромам и маршрутам пролета ВС методика должна в максимально возможной степени основываться на имеющихся официальных публичных данных и статистике Росавиации. При наличии каких-либо допущений должны быть обозначены их приемлемые значения или условия применения.

Алгоритмы методики не должны претерпеть существенных изменений при добавлении в методику дополнительного расчетного блока, связанного с учетом чувствительности (критериев поражения) ВС к воздействию поражающих факторов при авариях на МГ.

Закладываемые в методику расчетные методы должны обладать относительной универсальностью для обеспечения расширения состава учитываемых ОПО.

О разработке методики, удовлетворяющей данным требованиям, будет рассказано в следующей статье.

По окончании разработки методики и ее расширенной апробации в совокупности с предложенными критериями необходимо будет зафиксировать применимые для поставленной цели критерии безопасности в нормативном, методическом или организационно-распорядительном документе федерального органа исполнительной власти, отвечающего за обеспечение безопасности полетов ВС, что будет соответствовать выполнению решений Протокола совещания в Минтрансе России от 01.03.2021 № ВД7 по вопросу размещения ОПО в границах пятых подзон ПАТ.

Еще одно немаловажное направление — внедрение предложенных показателей риска в систему управления безопасностью воздушного движения аэродромов (аэропортов), в ПАТ которых размещена трасса МГ. Это позволит оператору аэродрома более полно анализировать всю совокупность внешних источников опасности для полетов ВС и своевременно реализовывать мероприятия, направленные на снижение риска, например, такие как: корректировка маршрутов полета в пределах ПАТ, установление безопасных высот полета ВС, более безопасное распределение ВС (или их сочетания) по маршрутам и др.

В дальнейшем принятые выше подходы могут быть дополнительно проработаны в отношении аэродромов государственной и экспериментальной авиации.

Заключение

С учетом ограничений действующего отечественного законодательства вопросы безопасности размещения опасных производственных объектов в пределах границ пятой подзоны приаэродромных территорий имеют высокую актуальность. До настоящего времени не удалось обнаружить критерии

и иные фактические данные, позволяющие оценивать влияние аварий на опасных производственных объектах, в частности, при разгерметизации магистральных газопроводов, на безопасность полетов воздушных судов в приаэродромных территориях. На основе риск-ориентированного подхода представлен набор таких критериев и их допустимых значений для оценки влияния аварий на магистральных газопроводах, расположенных в пределах приаэродромных территорий.

Предложенный набор критериев позволяет увязать методологию обеспечения промышленной безопасности опасных производственных объектов со спецификой обеспечения безопасности полетов воздушных судов и статистическим учетом авиационных происшествий и аварий.

Применение указанных критериев требует разработки специализированного методического и программного обеспечения. Результаты данной разработки будут опубликованы в ближайшее время.

Список литературы

1. *О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования порядка установления и использования приаэродромной территории и санитарно-защитной зоны:* федер. закон от 1 июля 2017 г. № 135-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_219019/ (дата обращения: 25.01.2023).
2. *Об утверждении Положения о приаэродромной территории и Правил разрешения разногласий, возникающих между высшими исполнительными органами государственной власти субъектов Российской Федерации, уполномоченными Правительством Российской Федерации федеральными органами исполнительной власти и Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека при согласовании проекта акта об установлении приаэродромной территории и при определении границ седьмой подзоны приаэродромной территории:* постановление Правительства Рос. Федерации от 2 дек. 2017 г. № 1460. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_284306/ (дата обращения: 25.01.2023).
3. *О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации:* федер. закон от 3 авг. 2018 г. № 342-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304066/ (дата обращения: 25.01.2023).
4. *Гайнулина И.Н., Чуркин Г.Ю., Таланова Н.Н.* Проблемы анализа риска, связанные с размещением магистральных газопроводов в пределах пятой подзоны приаэродромной территории// Актуальные проблемы защиты и безопасности: Труды XXIV Всерос. науч.-практ. конф. РАРАН. М., 2021. Т. 2. С. 359–363.
5. *Чуркин Г.Ю., Таланова Н.Н., Софьин А.С.* Проблемы обоснования безопасности размещения магистральных газопроводов в пределах пятой подзоны приаэродромной территории// Вестник государственной экспертизы. 2022. № 02 (23). С. 38–46.

6. *Doc 9859*. Safety Management Manual. Fourth Edition, 2018. URL: <https://skybrary.aero/sites/default/files/book-shelf/5863.pdf> (дата обращения: 25.01.2023).

7. *Brady S.D., Hillestad R.* Modeling the External Risks of Airports for Policy Analysis. URL: https://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR605.html (дата обращения: 25.01.2023).

8. *Advisory Circular*. AC 139-16(1). JANUARY 2013. URL: <https://www.casa.gov.au/sites/default/files/2021-08/advisory-circular-139-16-safety-management-systems-aerodromes.pdf> (дата обращения: 25.01.2023).

9. *Safety Management Systems for aviation: a practical guide SMS 3 Safety risk management 3rd Edition*, 2022. URL: <https://www.casa.gov.au/sites/default/files/2021-06/safety-management-systems-book-3-safety-risk-management.pdf> (дата обращения: 25.01.2023).

10. *Federal Aviation Administration*. Order 8040.4B: Safety Risk Management Policy. URL: https://www.faa.gov/regulations_policies/orders_notices/index.cfm/go/document.current/documentNumber/8040.4 (дата обращения: 25.01.2023).

11. *Doc 9274-AN/904*. Руководство по использованию модели риска столкновения (CRM) для полетов по ILS. 1-е изд. 1980. URL: http://aerohelp.ru/sysfiles/374_188.pdf (дата обращения: 25.01.2023).

12. *Risk Assessment Around Airport* / L. Attacalite, P. Mascio, G. Loprencipe, C. Pandolfi // *Procedia — Social and Behavioral Sciences*. 2012. Vol. 53 (3). P. 852–861. DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.09.934

13. *Federal Aviation Administration*. Safety Risk Management Guidance: Applying the Acceptable Level of Risk (ALR) Approach to Commercial Space Missions in the National Airspace System (NAS). URL: https://pegasusaviation.net/_static/805ac3f5ef7be692283ad38a9602fe4f/safety-risk-management.pdf?dl=1 (дата обращения: 25.01.2023).

14. *Технический регламент о требованиях пожарной безопасности*: федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 25.01.2023).

15. *О промышленной безопасности опасных производственных объектов*: федер. закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ. 23-е изд., испр. и доп. М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2022. 52 с.

16. *Об утверждении Государственной программы обеспечения безопасности полетов воздушных судов гражданской авиации*: распоряжение Правительства Рос. Федерации от 6 мая 2008 г. № 641-р. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_53420/f3ed0423fcbc9eb656cf594670fb01708703fe66/ (дата обращения: 25.01.2023).

17. *Об утверждении* Руководства по безопасности «Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах»: приказ Ростехнадзора от 3 нояб. 2022 г. № 387. URL: <https://kubancentr.ru/images/docs/Prikaz-Rostekhnadzora-ot-03.11.2022-N-387.pdf> (дата обращения: 25.01.2023).

18. *Жуков И.С., Лисанов М.В.* О единых критериях допустимого риска на опасных производственных объектах // *Вести газовой науки*: науч.-техн. сб. 2022. № 2 (51). С. 82–90.

19. *Об утверждении* Положения о федеральном государственном контроле (надзоре) в области гражданской

авиации: постановление Правительства Рос. Федерации от 30 июня 2021 г. № 1064. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_388962/ (дата обращения: 25.01.2023).

20. *Об утверждении* взаимосвязанных показателей безопасности полетов при аэронавигационном обслуживании: приказ Росаэронавигации от 29 сент. 2008 г. № 164. URL: <https://base.garant.ru/195349/> (дата обращения: 25.01.2023).

21. *Об утверждении* Руководства по безопасности «Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах магистрального трубопроводного транспорта газа»: приказ Ростехнадзора от 26 дек. 2018 г. № 647. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_315819/ (дата обращения: 25.01.2023).

22. *Об утверждении* Руководства по безопасности «Методика оценки последствий аварий на взрывопожароопасных химических производствах»: приказ Ростехнадзора от 28 нояб. 2022 г. № 415. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406071419/> (дата обращения: 25.01.2023).

References

1. On the introduction of amendments to certain legislative acts of the Russian Federation in terms of improving the procedure for establishing and using the aerodrome adjacent territory and the sanitary protection zone: Federal Law of July 1, 2017, № 135-FZ. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_219019/ (accessed: January 25, 2022). (In Russ.).

2. On approval of the Provision on the aerodrome area and the Rules for resolving disputes arising between the highest executive bodies of state power of the constituent entities of the Russian Federation, federal executive bodies authorized by the Government of the Russian Federation and the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare when agreeing on a draft act on the establishment of an aerodrome adjacent territory, and when determining the boundaries of the seventh subzone of the aerodrome territory: Decree of the Government of the Russian Federation of December 2, 2017, № 1460. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_284306/ (accessed: January 25, 2022). (In Russ.).

3. On Amendments to the Town Planning Code of the Russian Federation and Certain Legislative Acts of the Russian Federation: Federal Law of August 3, 2018, № 342-FZ. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304066/ (accessed: January 25, 2022). (In Russ.).

4. Gaynulina I.N., Churkin G.Yu., Talanova N.N. Problems of risk analysis associated with the placement of main gas pipelines within the fifth subzone of the aerodrome area. *Aktualnye problemy zashchity i bezopasnosti: Trudy XXIV Vseros. nauch.-prakt. konf. RARAN* (Actual problems of protection and safety: Proceedings of the 24th All-Russian Scientific and Practical Conference of the Russian Academy of Sciences). Moscow, 2021. Vol. 2. pp. 359–363. (In Russ.).

5. Churkin G.Yu., Talanova N.N., Sofin A.S. Problems of justification of the safety of main gas pipelines placement within the fifth subzone of the aerodrome territory. *Vestnik gosudarstvennoy ekspertizy = Bulletin of the State Expertise*. 2022. № 02 (23). pp. 38–46. (In Russ.).

6. Doc 9859. Safety Management Manual. Fourth Edition, 2018. Available at: <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/5863.pdf> (accessed: January 25, 2022).
7. Brady S.D., Hillestad R. Modeling the External Risks of Airports for Policy Analysis. Available at: https://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR605.html (accessed: January 25, 2022).
8. Advisory Circular. AC 139-16(1). JANUARY 2013. Available at: <https://www.casa.gov.au/sites/default/files/2021-08/advisory-circular-139-16-safety-management-systems-aerodromes.pdf> (accessed: January 25, 2022).
9. Safety Management Systems for aviation: a practical guide SMS 3 Safety risk management 3rd Edition, 2022. Available at: <https://www.casa.gov.au/sites/default/files/2021-06/safety-management-systems-book-3-safety-risk-management.pdf> (accessed: January 25, 2022).
10. Federal Aviation Administration. Order 8040.4B: Safety Risk Management Policy. Available at: https://www.faa.gov/regulations_policies/orders_notices/index.cfm/go/document.current/documentNumber/8040.4 (accessed: January 25, 2022).
11. Doc 9274-AN/904. Guidance of Collision risk model (CRM) for ILS flights. 1-e izd. 1980. Available at: http://aero-help.ru/sysfiles/374_188.pdf (accessed: January 25, 2022).
12. Attaccalite L., Mascio P., Loprencipe G., Pandolfi C. Risk Assessment Around Airport. *Procedia — Social and Behavioral Sciences*. 2012. Vol. 53 (3). pp. 852–861. DOI:10.1016/j.sbspro.2012.09.934
13. Federal Aviation Administration. Safety Risk Management Guidance: Applying the Acceptable Level of Risk (ALR) Approach to Commercial Space Missions in the National Airspace System (NAS). Available at: https://pegasusaviation.net/_static/805ac3f5ef7be692283ad38a9602fe4f/safety-risk-management.pdf?dl=1 (accessed: January 25, 2022).
14. Technical regulation on fire safety requirements: Federal Law of July 22, 2008, № 123-FZ. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (accessed: January 25, 2022). (In Russ.).
15. On industrial safety of hazardous production facilities: Federal Law of July 21, 1997 № 116-FZ. 23-e izd., ispr. i dop. Moscow: ZAO NTTs PB, 2022. 52 p. (In Russ.).
16. On approval of the State program for ensuring the safety of flights of civil aviation aircraft: Decree of the Government of the Russian Federation dated May 6, 2008, № 641-p. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_53420/f3ed0423fbc9eb656cf594670fb01708703fe66/ (accessed: January 25, 2022). (In Russ.).
17. On Approval of the Safety Guide «Methodological Basis for Hazard Analysis and Accident Risk Assessment at Hazardous Production Facilities»: order of Rostekhnadzor dated November 3, 2022, № 387. Available at: <https://kubancentr.ru/images/docs/Prikaz-Rostekhnadzora-ot-03.11.2022-N-387.pdf> (accessed: January 25, 2022). (In Russ.).
18. Zhukov I.S., Lisanov M.V. About the unity of acceptable risk criteria at hazardous production facilities. *Vesti Gazovoy Nauki: nauch.-tekhn. sb.* (Gas Science Bulletin: scientific-technical collection book). 2022. № 2 (51). pp. 82–90. (In Russ.).
19. On approval of the Regulations on the Federal state control (supervision) in the field of civil aviation: Decree of the Government of the Russian Federation of June 30, 2021, № 1064. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_388962/ (accessed: January 25, 2022). (In Russ.).
20. On approval of the interrelated indicators of flight safety in air navigation services: order of Rosaeronavigatsia dated September 29, 2008, № 164. Available at: <https://base.garant.ru/195349/> (accessed: January 25, 2022). (In Russ.).
21. On approval of the Safety Guide «Methodology for assessing the risk of accidents at hazardous production facilities of the main pipeline transport of gas»: order of Rostekhnadzor dated December 26, 2018, № 647. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_315819/ (accessed: January 25, 2022). (In Russ.).
22. On approval of the Safety Guide «Methodology for assessing the consequences of accidents at explosive and fire hazardous chemical plants»: order of Rostekhnadzor dated November 28, 2022, № 415. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406071419/> (accessed: January 25, 2022). (In Russ.).

E-mail: talanova@safety.ru

Материал поступил в редакцию/ Received 27.01.2023

После рецензирования/ Revised 27.02.2023

Принят к публикации/ Accepted 10.03.2023