
БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Научная статья

УДК 614.8

ПРОБЛЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭВАКУАЦИИ ПАССАЖИРОВ ПРИ АВАРИЙНОЙ ПОСАДКЕ ВОЗДУШНОГО СУДНА В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

✉Таранцев Александр Алексеевич.

Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук,
Санкт-Петербург, Россия;

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия.

Скодтаев Сослан Владиславович.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

✉info@iptran.ru

Аннотация. Рассмотрены вопросы, связанные с авиационным сообщением в Арктической зоне и на Крайнем Севере Российской Федерации. Приведена статистика о климатических и географических особенностях региона, его инфраструктуре, и показана значимость аэропортов местного значения. Рассмотрены особенности аварийных посадок пассажирских самолётов в условиях низких температур и порядок обеспечения безопасности пассажиров. Показаны особенности действий спасательных служб и соответствующие технические решения.

Ключевые слова: самолёт, аварийная посадка, низкие температуры, аэропорты, пассажиры, спасательные работы

Для цитирования: Таранцев А.А., Скودтаев С.В. Проблема обеспечения безопасной эвакуации пассажиров при аварийной посадке воздушного судна в условиях низких температур // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербурга. ун-та ГПС МЧС России». 2023. № 2. С. 45–56.

Scientific article

PROBLEM OF ENSURING SAFE EVACUATION OF PASSENGERS IN CASE OF EMERGENCY LANDING OF AIRCRAFT IN CONDITIONS OF LOW TEMPERATURES

✉Tarantsev Alexander A.

N.S. Solomenko institute of transport problems Russian academy of sciences,
Saint-Petersburg, Russia;

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia.
Skodtaev Soslan V.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

✉info@iptran.ru

Abstract. The issues related to aviation communication in the Arctic zone and in the Far North of the Russian Federation are considered. Statistics on the climatic and geographical features of the region, its infrastructure are presented and the importance of local airports is shown. The features of emergency landings of passenger aircraft in conditions of low temperatures and the

© Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2023

procedure for ensuring passenger safety are considered. The features of the actions of the rescue services and the corresponding technical solutions are shown.

Keywords: aircraft, emergency landing, low temperatures, airports, passengers, rescue work

For citation: Tarantsev A.A., Skodtaev S.V. Problem of ensuring safe evacuation of passengers in case of emergency landing of aircraft in conditions of low temperatures // Scientific and analytical journal «Vestnik Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia». 2023. № 2. P. 45–56.

Введение

Исторически большая часть территории Российской Федерации находится в холодном климате (рис. 1 а, здесь и далее по тексту использованы фото из открытого доступа в интернете). При этом именно в нашей Арктической зоне (АЗ) и районах Крайнего Севера (КС) сосредоточены большие запасы природных богатств (рис. 1 б) [1]. Экономическое развитие Российской Федерации во многом зависит от освоения АЗ [2], площадь сухопутной территории, которой более 3,75 млн тыс. км² (около 22 % территории Российской Федерации) с населением 2,41 млн чел. (1,63 % от населения Российской Федерации), и районов КС и приравненных к ним территорий.

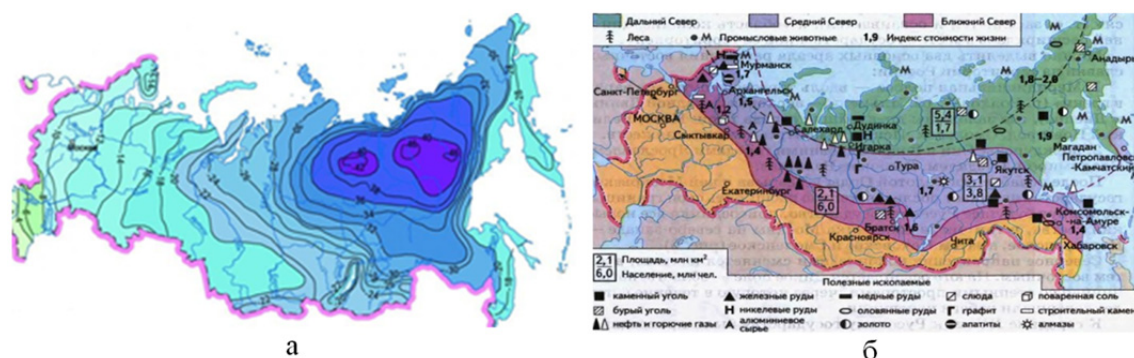


Рис. 1. а) январские изотермы; б) ресурсы АЗ и районов КС Российской Федерации

Проблема транспортной доступности в северных районах

Вышеизложенное предполагает строительство и восстановление (после кризиса 90-х гг.) городов и других населённых пунктов (рис. 2 а), портов Северного Морского пути (рис. 2 б), добывающих установок, исследовательских станций и др. Однако эти процессы задерживаются во многом из-за недостаточной на данный момент развитости автомобильной (рис. 3 а) и железнодорожной (рис. 3 б) инфраструктуры. Для радикального исправления сложившейся ситуации принята Транспортная стратегия Российской Федерации [3].



Рис. 2. Объекты в Заполярье: а) Мурманск – столица Заполярья; б) порт Дудинка

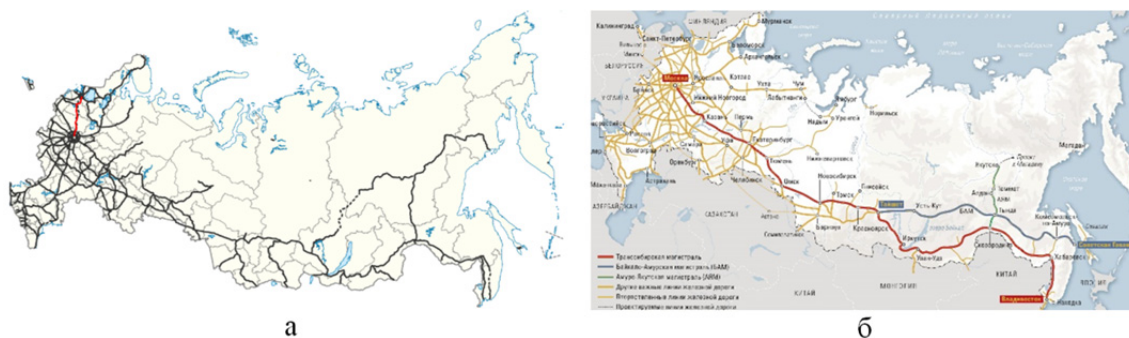


Рис. 3. Наземная дорожная сеть: а) федеральные автотрассы; б) дороги ОАО «РЖД»

Тем не менее проблема транспортной доступности остаётся крайне актуальной и может эффективно решаться с использованием авиации [4]. Действительно, в российском Заполярье построены и действуют крупные аэропорты – Мурманск (им. Николая II, федерального значения, пассажиропоток ~1,3 млн/год), Норильск (им. Николая Урванцева, международный, пассажиропоток ~0,6 млн/год), Салехард (пассажиропоток ~0,4 млн/год, заявлен на уровень международного), Нарьян-Мар (пассажиропоток ~0,2 млн/год), Апатиты (Хибины, пассажиропоток ~60 тыс./год) и др.

Однако небольшие населённые пункты обслуживаются малыми аэропортами (табл. 1) [5, 6], здания которых выполнены из дерева (рис. 4) и имеют пониженную огнестойкость [7]. Из них наиболее крупный – «Хатанга» (принимает Ан-12, Ан-24, Ан-26, Ан-74, Ил-62, Ил-76, Ил-86, Л-410, Ту-134, Ту-154, Як-40, Як-42, SSJ-100 и все самолёты 3–4 класса, вертолёты всех типов, пассажиропоток ~20 тыс./год), а самый небольшой – «Летняя Золотица», принимает Ан-2 (летом колёсный вариант, зимой на лыжах) и вертолёты, имеет статус музея.



Рис. 4. Деревянные аэропорты в АЗ и на КС: а) Хатанга; б) Сеймчан; в) Жиганск; г) Белая гора; д) Соловки; е) Мезень; ж) Ванавара; з) Чара; и) Оленёк; к) Ургалан; л) Иgrim; м) Летняя Золотица

Таблица 1

Северные аэропорты местного значения

Хатанга	Аэропорт п. Хатанга на Таймыре используется для полярной авиации, а также для дозаправки самолетов. Хатанга имеет статус федерального аэропорта и работает круглосуточно. Рейсы в г. Красноярск и г. Норильск. ВПП 2704×48 м. Принимает ВС 3–4 классов, вертолёты
Сеймчан	Открыт в Магаданской обл. в 1942 г. для Алсиба – воздушной трассы между Аляской и Сибирью (часть программы ленд-лиза во время ВОВ). Это единственный действующий в настоящее время аэропорт Алсиба. Из Сеймчана местные жители могут улететь в г. Магадан (раз в неделю в случае нормальной погоды). Есть чартерные рейсы для геологов. ВПП 1620×45 м. Принимает ВС 3–4 классов, вертолёты
Жиганск	Аэропорт в якутском поселке на берегу р. Лена дважды в неделю рейсы из Якутска. Принимает ВС 3–4 классов и вертолёты, ВПП 1800×60 м
Белая гора	Довольно крупный аэропорт по северным меркам открыт в 1974 г. Находится на берегу р. Индигирка в Якутии, круглый год принимает рейсы из г. Якутска и отдаленных населенных пунктов региона. ВПП 2000×60 м. Принимает ВС 3–4 классов, вертолёты
Соловки	Построен незадолго до ВОВ на Соловецких островах, находится в пешей доступности от Соловецкого монастыря и использовался как аэродром для летчиков Северного флота. Теперь это гражданский аэропорт, значительно упрощающий путешествие на Соловки, куда можно добраться только летом на пароме. Рейсы несколько раз в неделю из г. Архангельска (бывают сезонные рейсы из г. Мурманска). Принимает ВС 3–4 классов до 23 т и вертолёты, ВПП 1500 м
Мезень	Небольшой аэропорт в Архангельской обл. обслуживает несколько еженедельных рейсов в г. Архангельск и отдаленные населенные пункты Койду, Мосеево, Ручьи, Сафоново. До аэропорта ходит единственный автобус в городе. В 2021 г. исключен из реестра ГА
Ванавара	Открыт в 1948 г. Деревня в Красноярском крае отделена от «большой земли» р. Илимпея, так что автомобильная дорога работает только зимой. В остальное время главным сообщением с г. Красноярском или соседними городами Турой и Кодинском осуществляется воздушным транспортом. ВПП 1400×24 м
Чара	Аэропорт расположен в Забайкальском крае. Раньше поселок был в системе Забайкальского ГУЛАГа, и заключенных доставляли сюда из г. Читы на небольших самолетах. Затем здесь нашли крупные залежи урана, золота и меди, и в середине XX в. геологи построили взлетно-посадочную полосу. В настоящее время аэропорт обслуживает региональные рейсы из Читы, но только в светлое время суток, так как окружен высокими Кодарскими горами. ВПП 1800×40 м. Принимает ВС 3–4 классов
Оленёк	Один из множества якутских региональных аэропортов находится практически в центре одноименного поселка. Дважды в неделю рейсы в г. Якутск. ВПП 2000×75 м
Ургалан	Аэропорт в д. Ургалан в Хабаровском крае открыт в 2014 г. специально для работников платинового месторождения Кондер. ВПП 1850×75 м. В 2022 г. исключен из реестра ГА
Игрим	Поселок городского типа Игрим (ХМАО) расположен на берегу р. Сосьва, основан в 1902 г. Поскольку в 1960-х гг. здесь было открыто несколько крупных месторождений природного газа, построен аэропорт. Несколько раз в неделю рейсы в г. Тюмень, г. Ханты-Мансийск и райцентр Березово. ВПП 2030 м
Летняя Золотица	Аэропорт в Летней Золотице (пос. Лопшеньга, 200 чел.) работает с 1960-х гг., принимает Ан-2 и вертолёты. В 2019 г. получил статус музея, обслуживает популярное туристическое направление к лежбищу гренландских тюленей и до берега Белого моря. Рейсы дважды в неделю из г. Архангельска

Примечание: ВПП – взлетно-посадочная полоса; ВС – воздушное судно; ГА – гражданская авиация; ВОВ – Великая Отечественная война

Для справки: класс ВС принято устанавливать в зависимости от взлётной массы (табл. 2) [8]. В исключительных случаях, учитывая уникальные характеристики, ВС могло быть отнесено к внеклассной категории.

Таблица 2

Классы ВС в зависимости от взлётной массы

Самолёты				Вертолёты			
1	2	3	4	1	2	3	4
≥ 75 т	30–75 т	10–30 т	<10 т	≥ 10 т	5–10 т	2–5 т	<2 т

Проблема аварийности при посадках

Как свидетельствует статистика [9, 10], в условиях низких температур и высокого снежного покрова велик риск аварийных посадок самолётов и вертолётов (рис. 5, табл. 3, 4). Как следует из анализа статистики, основными причинами аварий с ВС являются (в порядке убывания):

- а) человеческий фактор (ошибки экипажа и/или авиадиспетчеров);
 - б) технические неисправности самолета (например, отказ двигателей);
 - в) неудовлетворительное состояние аэропортов и ВПП;
 - г) сложные метеорологические условия (сильный снегопад, туман и т.п.);
 - д) пожары на борту самолета в ходе взлета, полета или посадки (в частности, из-за попаданий птиц в воздухозаборники);
 - е) фатальные внешние воздействия (попадание ракеты, теракт и т.п.).
- При этом в ряде случаев происходит и возгорание ВС.



Рис. 5. Аварийные посадки самолётов (а-д) и вертолётов (е) в условиях низких температур

При аварийных посадках вдали от населённых пунктов в особо сложные условия попадают члены экипажа и пассажиры – помимо травмирования имеют место случаи переохлаждения и обморожения. В этих случаях необходимо пользоваться следующими рекомендациями:

1. Экипажу и пассажирам оставаться возле аварийного ВС, соорудить из его обломков убежище, защищающее от ветра. Передать сообщение службам спасения, оказать помощь пострадавшим.

Таблица 3

Некоторые аварии самолётов при низких температурах

Дата	Тип	Место	Причины	Результат
16.01.1987 г.	Ан-2Р	Казахская ССР, близ Джезезазгана	Снегопад	Катастрофа. Один пилот погиб сразу, другой позже из-за обморожения и переохлаждения
19.10.1987 г.	Ан-12БК	Комсомольск-на-Амуре	Снегопад, ветер, ошибка экипажа	Катастрофа. Неудачный взлёт с заснеженной ВПП ночью при попутном ветре. Самолёт врезался в постройки и загорелся. Все 9 чел. погибли
19.04.1988 г.	Л-410 УВП	Бурятская АССР	Метель, облачность	Катастрофа. Столкновение с горой в 74 км от Багдарина. Погибли 17 чел.
26.11.1989 г.	Ан-24Б	а/п Советский	Облачность, снегопад, сумерки, ошибка экипажа	Катастрофа. Самолёт пролетел над ВПП, врезался в лес и насыпь автодороги. Погибли 32 чел., 8 ранено
21.11.1990 г.	Ил-62	а/п Якутск (Магадан)	Морозный туман, ошибка экипажа	Авария. Самолёт выкатился за ВПП и частично разрушился. Серьезно пострадавших нет
26.11.1991 г.	Ан-24РВ	а/п Бугульма	Обледенение, ошибка экипажа	Катастрофа. Столкновение с землёй перед ВПП. Самолёт разрушился, но не загорелся. Все погибли, в том числе вахта нефтяников – 37 чел.
25.10.1995 г.	Ан-32	Республика Башкортостан, а/п Максимовка	Сплошная облачность, ливневый снег	Катастрофа. Самолёт задел радиорелейную вышку в 1,1 км от ВПП, упал и загорелся. Погибли 8 чел.
07.12.1995 г.	Ту-154Б	200 км от г. Хабаровска	Низовая метель, ошибка экипажа	Катастрофа. Самолёт врезался в гору Бо-Джауса и полностью разрушился. Все 98 чел. погибли
26.10.1996 г.	Як-40	а/п Ханты-Мансийск	Снегопад, ошибка экипажа	Катастрофа. Самолёт перевернулся в воздухе, разрушился и упал. Все 5 чел. погибли
14.11.1996 г.	Ан-2Т	Республика Коми, пос. Большая Пысса	Обледенение, ливневый снег	Катастрофа. Самолёт упал в лес, разрушился и загорелся. Погибли 13 чел.
11.11.1998 г.	Ан-12Б	Красноярский край	Ливневый снегопад, ошибки экипажа	Катастрофа. Самолёт при заходе на посадку столкнулся с деревьями, разрушился и загорелся. Все 13 чел. погибли
09.03.2000 г.	Як-40Д	а/п Шереметьево	Мокрый снег, обледенение, халатность наземных служб	Катастрофа. Самолёт, едва оторвавшись от ВВП, упал и разрушился. Все 9 чел. погибли, в том числе Зия Бажаев и Артём Боровик

Дата	Тип	Место	Причины	Результат
13.01.2005 г.	Ан-2П	Красноярский край, близ г. Туры	Снегопад, ошибки пилота	Катастрофа. Отказ приборов в полёте, столкновение с сопкой при заходе на посадку. Все 9 чел. погибли
16.03.2005 г.	Ан-24РВ	Архангельская обл., пос. Варандей	«Белая мгла», ошибки экипажа	Катастрофа. При заходе на посадку самолёт врезался в насыпь. Из 52 чел. погибли 28 (2 чел. экипажа), самолёт сгорел
19.11.2005 г.	Cessna 208В	Московская обл., Ступинский р-н	Снегопад, обледенение	Катастрофа. Самолёт вошёл в штопор и упал в лес, все 8 чел. погибли
13.02.2007 г.	CRJ-100SE Challenger 850	а/п Внуково	Снегопад, плохая видимость	Авария. Самолёт на ВПП завалился на крыло и перевернулся. Возникший пожар был быстро потушен. Пострадавших нет
01.01.2011 г.	Ту-154Б-2	а/п Сургут	Короткое замыкание в электрооборудовании ВС	Катастрофа. Пожар во время руления, самолёт полностью сгорел. Погибли 3 чел., 43 травмированы, 86 не пострадали. Повреждена часть ВПП
26.12.2022 г.	Ан-2	Красноярский край, пос. Озеро Хантайское	Неисправность двигателя	Авария при вынужденной посадке, пострадавших нет
09.01.2023 г.	Ан-2	НАО, пос. Каратайка	Сложные метеоусловия, обледенение	Катастрофа. При жёсткой посадке погибли пилот и пассажир, 5 чел. травмированы

Таблица 4

Некоторые аварийные посадки вертолётов при низких температурах

Дата	Тип	Место	Причины	Результат
23.05.1985 г.	Ми-8	Антарктида, станция Ленинградская	Ветер, турбулентность	Авария. Жертв нет, повреждены вертолёт и трактор
09.12.1995 г.	Ми-8	Красноярский край, Таймырский АО, пос. Волочанка	Снег, ошибка экипажа	Катастрофа. 2 пассажира погибли, 11 пассажиров и 2 члена экипажа травмированы
17.12.1995 г.	Ми-8	Карелия, Ладожское озеро	Снег	Катастрофа. Погибло 2 чел.
08.02.1998 г.	Ми-8Т	Камчатская область, пос. Козыревск	Снег, ошибка экипажа	Авария. Никто не пострадал
26.12.1998 г.	Ми-2	Ленинградская обл., Выборгский р-н, близ г. Приозерска	Снежный заряд	Катастрофа. Погибло 3 чел.
10.10.2014 г.	Ми-8	Республика Тува (рейс Соруг – Кызыл)	Плохие метеоусловия, ошибка экипажа	Катастрофа. Погибли 14 чел.

Дата	Тип	Место	Причины	Результат
18.01.2022 г.	Ми-8	пос. Варандей	Данных нет	Авария. Пострадавших нет
28.01.2022 г.	Ми-8	пос. Дубки Ульяновской обл.	Жёсткая посадка на лёд	Катастрофа. 1 чел. погиб
16.12.2022 г.	Ми-171	Аэродром «Байкал»	Ошибка экипажа	Катастрофа. Вертолёт сгорел, 3 чел. погибли
19.12.2022 г.	Ми-8Т	Магаданская обл.	Столкновение при посадке	Авария. Вертолёт сгорел, 1 чел. пострадал
17.02.2023 г.	Robinson	г. Южно-Сахалинск	Плохие метеоусловия	Катастрофа. 2 чел. погибли, 1 чел. пострадал
20.02.2023 г.	AS350	г. Междуреченск Кемеровской обл.	Плохие метеоусловия, горный район	Катастрофа. 1 чел. погиб, 1 чел. пострадал

2. Если принято решение двигаться к населённому пункту или трассе, необходимо взять запас еды, пресную воду (подойдёт и растапливаемый снег), парашюты, ножи, спички, лопатки, оружие (при наличии). Выбрать направление движения, ориентироваться можно по компасу, звёздам, при возможности использовать систему ГЛОНАСС-GPS. Можно ориентироваться по рекам с учётом, что на Севере и в Сибири они текут преимущественно на север, и двигаться против течения (на речной лёд выходить опасно). Обувь желательно обмотать парашютными стропами, чтобы не проваливаться в снег.

При аварийных посадках вблизи аэропортов существует и другой риск – разрушение и воспламенение здания аэропорта и соседних строений. Этот риск обусловлен тем, что здания многих аэропортов деревянные (рис. 4) и имеют пониженную степень огнестойкости [7], а пожарная охрана в населённых пунктах (табл. 1) не может обеспечить прибытие сил и средств по повышенному номеру [11].

Моделирование движения людей после аварийной посадки

Эвакуация людей из салона ВС при аварийной посадке (пожаре) достаточно полно исследована в работах [12–16]. Для расчетов эвакуации людей используется программный продукт Pathfinder [17]. Тем не менее интерес представляет моделирование движения людей из аварийно приземлившегося ВС в сторону здания аэропорта или другого здания во избежание как риска переохлаждения при низких температурах, так и риска оказаться в зоне термического воздействия или возможного взрыва топливных баков. В работе [18] показано, что может быть использована суперпозиционная модель, которая подробно представлена в работе [19]. Согласно ей, по известным распределениям $\varphi_1(x_1)$ и $\varphi_2(x_2)$ двух случайных величин x_1 и x_2 для результирующей случайной величины $x=x_1+x_2$ может быть найдено распределение $\varphi(x)=\varphi_1(x_1)\oplus\varphi_2(x_2)$. Когда результирующая случайная величина x является функцией, например, времени t , распределение $\varphi(x)$ может быть записано в расширенном виде: $\varphi(x,t)$.

В данном случае, если в начальный момент пассажиры находятся у борта ВС на участке величиной L , а возможная скорость их перемещения в зависимости от физического состояния лежит в пределах от V_{\min} до V_{\max} (распределение равномерное) [19], то плотность распределения $\varphi(x,t)$ эвакуирующихся на момент времени t (отсчитывается от подачи соответствующей команды экипажем) по длине пути x будет иметь трапециевидный (рис. 6) вид:

$$\varphi(x,t) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < V_{\min}t, \\ \frac{x-V_{\min}t}{(V_{\max}-V_{\min})Lt} & \text{при } x \in [V_{\min}t, A), \\ C^{-1} & \text{при } x \in [A, B), \\ \frac{L+V_{\max}t-x}{(V_{\max}-V_{\min})Lt} & \text{при } x \in [B, L+V_{\max}t], \\ 0 & \text{при } x > L+V_{\max}t, \end{cases} \quad (1)$$

где A, B, C – параметры, которые на начальном этапе движения при $t < L/(V_{\max} - V_{\min})$ имеют вид $A = V_{\max}t, B = L + V_{\min}t, C = L$; а на последующем этапе, когда $t \geq L/(V_{\max} - V_{\min}), A = L + V_{\min}t, B = V_{\max}t, C = (V_{\max} - V_{\min})t$.

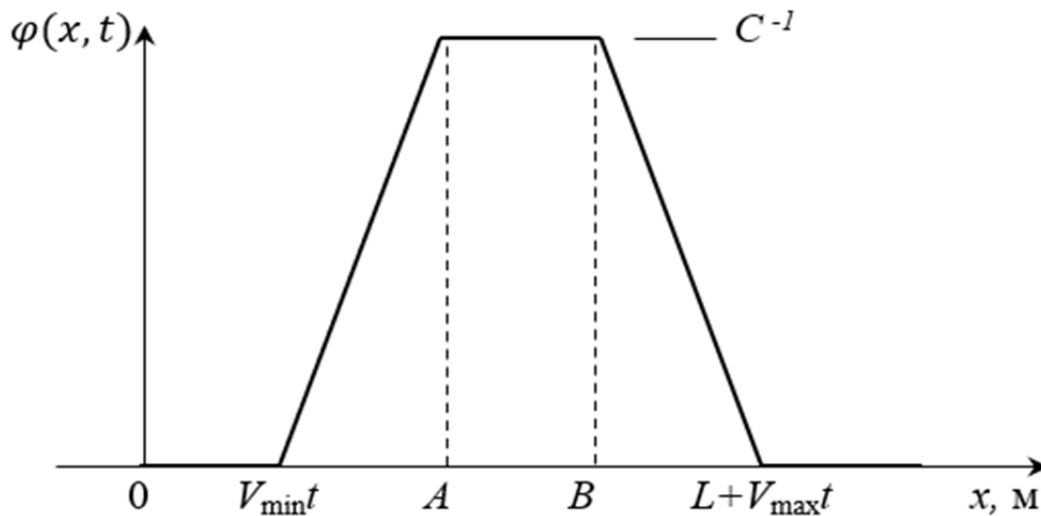


Рис. 6. Характерное распределение эвакуирующихся в соответствии с выражением (1)

Например, если $V_{\min}=0,5$ м/с, $V_{\max}=2$ м/с, а $L=4,5$ м, то при $t < 3$ с $A=2t; B=4,5+0,5t; C=4,5$, а выражение (1) принимает вид:

$$\varphi(x, t < 3) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0,5t, \\ \frac{x - 0,5t}{6,75t} & \text{при } x \in [0,5t; 2t), \\ 0,22(2) & \text{при } x \in [2t; 4,5 + 0,5t), \\ \frac{4,5 + 2t - x}{6,75t} & \text{при } x \in [4,5 + 0,5t; 4,5 + 2t], \\ 0 & \text{при } x > 4,5 + 2t. \end{cases}$$

При $t \geq 3$ с $A=4,5+0,5t; B=2t; C=1,5t$ выражение (1) принимает вид:

$$\varphi(x, t \geq 3) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0,5t, \\ \frac{x - 0,5t}{6,75t} & \text{при } x \in [0,5t; 4,5 + 0,5t), \\ 0,66(6)/t & \text{при } x \in [4,5 + 0,5t; 2t), \\ \frac{4,5 + 2t - x}{6,75t} & \text{при } x \in [2t; 4,5 + 2t], \\ 0 & \text{при } x > 4,5 + 2t. \end{cases}$$

Как следует из полученных результатов, если время t превышает несколько десятков секунд, расстояние L оказывает незначительное влияние на распределение эвакуирующихся.

Если известно распределение $\varphi(x, t)$, то вероятность успешной эвакуации $p_э$, когда человек удаляется от аварийного ВС на безопасное расстояние x_a , может быть оценена по выражению [18]:

$$p_э(x_a, t) = 1 - \int_0^{x_a} \varphi(x, t) dx.$$

Например, когда от аварийно приземлившегося ВС до здания аэропорта, где можно обогреться, расстояние $x_a=300$ м, то из полученных выражений можно заключить, что эвакуация завершится ($p_3=1$) через 600 с или 10 мин, то есть когда последний пассажир укроется в здании аэропорта.

Следует отметить, что получены распределения $\varphi(x,t)$ и для других случаев, например, когда учитывается и внутренняя эвакуация (выход людей из аварийного ВС), и наружная эвакуация, когда люди движутся от горящего ВС в безопасную зону, неподверженную термическому воздействию, однако ограниченный объем статьи не позволяет привести здесь этот материал.

Заключение

Таким образом, в работе рассмотрены вопросы, связанные с авиационным сообщением в АЗ и на КС Российской Федерации. Приведена статистика о климатических и географических особенностях региона, его инфраструктуре и показана значимость аэропортов местного значения и их основные характеристики. Приведены сведения об авариях с воздушными судами в условиях низких температур, плохих метеоусловий и осадков в виде снега. Рассмотрены особенности и порядок обеспечения безопасности пассажиров при аварийных посадках в условиях низких температур. Приведена и обоснована математическая модель эвакуации пассажиров и экипажа.

Список источников

1. Таранцев А.А., Лосев М.А., Таранцев А.А. Арктика, пожары, транспорт: монография. СПб.: ИПТ РАН; С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2021. 164 с.
2. О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года: Указ Президента Рос. Федерации от 26 окт. 2020 г. № 645. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года (утв. распоряжением Правительства Рос. Федерации от 27 нояб. 2021 г. № 3363-р). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Горбунов В.П. Перспективы развития региональной авиации Крайнего Севера и задачи увеличения транспортной доступности Арктики и Дальнего Востока // Арктика: экология и экономика. 2022. Т. 12. № 3. С. 367–375.
5. Государственный реестр аэродромов и вертодромов гражданской авиации Российской Федерации по состоянию на 2 дек. 2022 г. URL: <https://favt.gov.ru/deyatelnost-ajeroporoty-i-ajerodromy-geestr-grajdanskikh-ajerodromov-rf/> (дата обращения: 08.05.2023).
6. Рабкин С.В. Региональные воздушные перевозки: арктический вектор обеспечения экономической безопасности Российской Федерации // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2015. № 3 (11). С. 30–34. EDN UNEGDX.
7. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
8. Об утверждении «Наставления по технической эксплуатации и ремонту авиационной техники в гражданской авиации России. НТЭРАТ ГА-93: приказ Минтранса Рос. Федерации от 20 июля 1994 г. № ДВ-58 (в ред. от 30 нояб. 1995 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
9. Статистика авиакатастроф по странам. URL: <https://airport-tula.ru/interesno/statistika-aviakatastrof-po-stranam.html> (дата обращения: 12.05.2023).
10. База по расследованиям авиационных происшествий. URL: <https://mak-iac.org/rassledovaniya/> (дата обращения: 10.05.2023).
11. Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ: приказ МЧС России от 16 окт. 2017 г. № 444. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

12. The use of evacuation modeling techniques in the design of very large transport aircraft and blended wing body aircraft / E.R. Galea [et al.] // *The Aeronautical Journal*. 2003. Vol. 107. April. P. 207–218.

13. Galea E.R. Proposed Methodology for the Use of Computer Simulation to Enhance Aircraft Evacuation Certification // *Journal of Aircraft*. 2006. Vol. 43. № 5. P. 1405–1413.

14. Скодтаев С.В. Разработка технических решений, направленных на уменьшение расчетного времени эвакуации людей, с использованием имитационной модели эвакуации пассажиров из воздушного судна // *Современные проблемы гражданской защиты*. 2021. № 4 (41). С. 117–124.

15. Малыгин И.Г., Скодтаев С.В. Методика проверки обеспечения безопасной эвакуации пассажиров воздушного судна при пожаре // *Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербур. ун-та ГПС МЧС России»*. 2021. № 4. С. 27–36.

16. Panupong Choochart, Chinnapat Thipyopas. Study of Passenger Evacuation from the Airbus A330-300 Aircraft // *Proceedings International Conference 2020-Innovation Aviation & Aerospace Industry*. 13–17 Jan 2020, Chumphon, Thailand, 2020. P. 21–30.

17. Pathfinder User Manual. Version: 2021-3. Last Modified: 2021-09-14 / 403 Poyntz ave., Suite B. Manhattan, KS 66502, USA: Thunderhead Engineering.

18. Таранцев А.А. Методы расчёта времени эвакуации людей из зданий и сооружений: учеб. пособие / под ред. проф. В.С. Артамонова. СПб.: С.-Петербур. ун-т ГПС МЧС России, 2009. 42 с.

19. Таранцев А.А. Случайные величины и работа с ними: учеб. пособие / под ред. проф. В.С. Артамонова. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: ИД «Петрополис», 2011. 160 с.

References

1. Tarancev A.A., Losev M.A., Tarancev A.A. *Arktika, pozhary, transport: monografiya*. SPb.: IPT RAN; S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2021. 164 s.

2. O Strategii razvitiya Arkticheskoy zony Rossijskoj Federacii i obespecheniya nacional'noj bezopasnosti na period do 2035 goda: Ukaz Prezidenta Ros. Federacii ot 26 okt. 2020 g. № 645. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

3. Transportnaya strategiya Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda s prognozom na period do 2035 goda (utv. rasporyazheniem Pravitel'stva Ros. Federacii ot 27 noyab. 2021 g. № 3363-r). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

4. Gorbunov V.P. Perspektivy razvitiya regional'noj aviacii Krajnego Severa i zadachi uvelicheniya transportnoj dostupnosti Arktiki i Dal'nego Vostoka // *Arktika: ekologiya i ekonomika*. 2022. T. 12. № 3. S. 367–375.

5. Gosudarstvennyj reestr aerodromov i vertodromov grazhdanskoj aviacii Rossijskoj Federacii po sostoyaniyu na 2 dek. 2022 g. URL: <https://favt.gov.ru/deyatelnost-ajeroporty-i-ajerodromy-reestr-grajdanskikh-ajerodromov-rf/> (data obrashcheniya: 08.05.2023).

6. Rabkin S.V. Regional'nye vozdushnye perevozki: arkticheskij vektor obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti Rossijskoj Federacii // *Nacional'naya bezopasnost' i strategicheskoe planirovanie*. 2015. № 3 (11). S. 30–34. EDN UNEGDX.

7. Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti: Feder. zakon ot 22 iyulya 2008 g. № 123-FZ. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

8. Ob utverzhdenii «Nastavleniya po tekhnicheskoy ekspluatacii i remontu aviacionnoj tekhniki v grazhdanskoj aviacii Rossii. NTERAT GA-93: prikaz Mintransa Ros. Federacii ot 20 iyulya 1994 g. № DV-58 (v red. ot 30 noyab. 1995 g.). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

9. Statistika aviakatastrof po stranam. URL: <https://airport-tula.ru/interesno/statistika-aviakatastrof-po-stranam.html> (data obrashcheniya: 12.05.2023).

10. Baza po rassledovaniyam aviacionnyh proisshestvij. URL: <https://mak-iac.org/rassledovaniya/> (data obrashcheniya: 10.05.2023).

11. Ob utverzhdenii Boevogo ustava podrazdelenij pozharnoj ohrany, opredelyayushchego poryadok organizacii tusheniya pozharov i provedeniya avarijno-

spasatel'nyh rabot: prikaz MCHS Rossii ot 16 okt. 2017 g. № 444. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».

12. The use of evacuation modeling techniques in the design of very large transport aircraft and blended wing body aircraft / E.R. Galea [et al.] // The Aeronautical Journal. 2003. Vol. 107. April. P. 207–218.

13. Galea E.R. Proposed Methodology for the Use of Computer Simulation to Enhance Aircraft Evacuation Certification // Journal of Aircraft. 2006. Vol. 43. № 5. P. 1405–1413.

14. Skodtaev S.V. Razrabotka tekhnicheskikh reshenij, napravlennyh na umen'shenie raschetnogo vremeni evakuacii lyudej, s ispol'zovaniem imitacionnoj modeli evakuacii passazhirov iz vozdušnogo sudna // Sovremennye problemy grazhdanskoj zashchity. 2021. № 4 (41). S. 117–124.

15. Malygin I.G., Skodtaev S.V. Metodika proverki obespecheniya bezopasnoj evakuacii passazhirov vozdušnogo sudna pri pozhare // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2021. № 4. S. 27–36.

16. Panupong Choochart, Chinnapat Thipyopas. Study of Passenger Evacuation from the Airbus A330-300 Aircraft // Proceedings International Conference 2020-Innovation Aviation & Aerospace Industry. 13–17 Jan 2020, Chumphon, Thailand, 2020. P. 21–30.

17. Pathfinder User Manual. Version: 2021-3. Last Modified: 2021-09-14 / 403 Poyntz ave., Suite B. Manhattan, KS 66502, USA: Thunderhead Engineering.

18. Tarancev A.A. Metody raschyota vremeni evakuacii lyudej iz zdaniy i sooruzhenij: ucheb. posobie / pod red. prof. V.S. Artamonova. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2009. 42 s.

19. Tarancev A.A. Sluchajnye velichiny i rabota s nimi: ucheb. posobie / pod red. prof. V.S. Artamonova. 2-e izd., pererab. i dop. SPb.: ID «Petropolis», 2011. 160 s.

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 22.05.2023; одобрена после рецензирования: 06.06.2023; принята к публикации: 10.06.2023

Information about the article:

The article was submitted to the editorial office: 22.05.2023; approved after review: 06.06.2023; accepted for publication: 10.06.2023

Сведения об авторах:

Таранцев Александр Алексеевич, профессор кафедры организации пожаротушения и проведения аврийно-спасательных работ Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149); заведующий лабораторией проблем безопасности транспортных систем Института проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук (199178, Санкт-Петербург, 12 Линия ВО, д. 13), доктор технических наук, профессор, заслуженные работник высшей школы Российской Федерации, e-mail: info@iptran.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1561-2483>

Скодтаев Сослан Владиславович, старший научный сотрудник отдела экспертизы пожаров и организации подготовки экспертов Исследовательского центра экспертизы пожаров Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: ugps.ssv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7920-1603>

Information about the authors:

Tarantsev Alexander A., professor of the department of fire extinguishing and emergency rescue operations of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149); head of the laboratory of safety problems of transport systems of the N.S. Solomenko institute of transport problems of the Russian academy of sciences (199178, Saint-Petersburg, 12 Line VO, d. 13), doctor of technical sciences, professor, honored worker of the higher school of the Russian Federation, e-mail: info@iptran.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1561-2483>

Skodtaev Soslan V., senior researcher fire expertise department and organization of expert training fire expertise research center of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), e-mail: ugps.ssv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7920-1603>