

**В. А. Седнев**

(Академия Государственной противопожарной службы МЧС России;  
e-mail: sednev70@yandex.ru)

## ОРГАНИЗАЦИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ В АЭРОПОРТУ

### РЕЗЮМЕ

**Введение.** Последствия авиационных чрезвычайных ситуаций показывают, что при возникновении авиакатастрофы в зоне ответственности аэропорта гибель пассажиров и экипажа наблюдается в 85 % случаев. В то же время при своевременном реагировании аварийно-спасательных формирований на авиакатастрофу можно повысить выживаемость людей. Служба поискового и аварийно-спасательного обеспечения полётов аэропорта обязана обеспечить эвакуацию пассажиров и их спасение. Если же в результате чрезвычайной ситуации может быть дополнительно затронут объект инфраструктуры аэропорта, работа по ликвидации последствий первоначального аварийного события дополняется работой по новой возникшей ситуации. Так как специальные силы и средства аэропорта ограничены, то задача по спасению людей может быть не выполнена. При этом характерной чертой авиационной чрезвычайной ситуации является наличие большого числа вариантов развития обстановки и действий, из которых нужно выбрать наилучший. Выбор одного из вариантов действий и представляет собой решение руководителя, поэтому на основе анализа структуры, состава, оценки опасности элементов аэропорта, организации его аварийно-спасательного и противопожарного обеспечения предложены показатели (критерии) выбора мероприятий для защиты пассажиров (людей) и объектов инфраструктуры в границах аэропорта.

**Цель исследования** – повышение обоснованности проведения отдельных мероприятий и их комплекса для защиты пассажиров (людей) и объектов инфраструктуры при чрезвычайной ситуации в аэропорту; разработка научно-методических подходов выбора мероприятий для защиты людей и объектов инфраструктуры в границах аэропортового комплекса, которые являются основой принятия решений по уменьшению ущерба воздушному судну и потерь людей.

**Методы исследования.** Для получения результатов использовались общенаучные и специальные методы научного познания – анализ, синтез, обобщение, которые опирались на общие положения теории систем, исследования операций, теории информации.

**Результаты исследования.** Установлены особенности и недостатки организации аварийно-спасательного и противопожарного обеспечения аэропорта; разработан алгоритм организации аварийно-спасательных работ в аэропорту, учитывающий варианты применения аварийно-спасательных формирований в зависимости от типов аварийных ситуаций; обоснованы показатели (критерии) выбора мероприятий для защиты пассажиров (людей) и объектов инфраструктуры в границах аэропорта.

**Заключение.** Реализация разработанных положений позволит на более качественном уровне организовывать аварийно-спасательные работы в целом и решать задачи по спасению жизни людей и защите объектов на территории аэропорта, основываясь на обоснованности выбора мероприятий для защиты пассажиров (людей) и объектов инфраструктуры в границах аэропорта при чрезвычайной ситуации. Предлагаемый подход является основой поддержки принятия решений руководителей при планировании ими мероприятий по ликвидации чрезвычайной ситуации в аэропорту.

**Ключевые слова:** аэропорт, опасность, чрезвычайная ситуация, последствия, задачи аварийно-спасательных формирований, организация, управление.

**Для цитирования:** Седнев В. А. Организация аварийно-спасательных работ в аэропорту // Технологии техносферной безопасности. – Вып. 2 (88). – 2020. – С. 47-62. DOI: 10.25257/TTS.2020.2.88.47-62.

Анализ нормативно-правовых актов, регламентирующих деятельность гражданской авиации на территории Российской Федерации, выявил широкую классификацию авиационных событий, подходящих под критерии чрезвычайной ситуации. В аэропорту наиболее опасным авиационным событием является аварийная ситуация с человеческими жертвами – авиакатастрофа.

Причём выживаемость пассажиров при авиакатастрофе в аэропорту выше, чем за его пределами, что обусловлено наличием на их территории аварийно-спасательных формирований первичного реагирования, а при повышении эффективности организации аварийно-спасательных работ можно повысить выживаемость пассажиров воздушных судов, потерпевших авиакатастрофу.

Анализ задач, выполняемых аварийно-спасательными формированиями при возникновении чрезвычайной ситуации в аэропорту, показал, что служба поискового и аварийно-спасательного обеспечения полётов аэропорта не в состоянии обеспечить комплексную безопасность воздушного транспорта и объектов инфраструктуры [1, 2]. Система управления силами и средствами неэффективна, так как привлекаемые службы не владеют обстановкой на первоначальном этапе выполнения аварийно-спасательных работ, при этом время на их выполнение ограничено и сама обстановка стремительно меняется.

При возникновении авиационного события с отсутствием угрозы жизни и здоровью людей и неосложнённого пожаром служба поискового и аварийно-спасательного обеспечения полётов аэропорта способна оперативно среагировать и восстановить нормальное функционирование аэропортового комплекса.

### Оценка структуры, состава и оценки опасности элементов аэропорта

Аэропорт<sup>1</sup> – это комплекс сооружений, включающий в себя аэродром, аэровокзал, другие сооружения, предназначенные для приёма и отправки воздушных судов, обслуживания воздушных перевозок и имеющий для этих целей необходимое оборудование, авиационный персонал и других работников. Аэропорт является важным объектом экономики страны и самым дорогостоящим элементом её транспортной системы.

На 2020 год в Государственном реестре Российской Федерации было зарегистрировано 234 действующих аэродромов и вертодромов гражданской авиации, обеспечивающих взлёт и посадку летательных аппаратов гражданского назначения<sup>2</sup>.

К основным функциональным зонам аэропорта относятся: лётное поле, приаэродромная территория и служебно-техническая территория.

*Лётное поле* – основной элемент аэропорта, в его состав входит:

- взлётно-посадочная полоса с примыкающими полосами безопасности и рулёжные дорожки, соединяющие взлётно-посадочную полосу с перроном и торцы взлётно-посадочной полосы друг с другом;

<sup>1</sup> Федеральный закон от 19 марта 2017 г. № 60-ФЗ "Воздушный кодекс Российской Федерации";

<sup>2</sup> Государственный реестр аэродромов и вертодромов гражданской авиации Российской Федерации по состоянию на 20.03.2020. <https://favt.ru/public/materials//1/e/1/1/6/1e116330903a02bab5169f406260b500.rtf>

- место предполётной стоянки воздушных судов, на котором проводятся погрузочно-разгрузочные операции (перрон);
- площадки для посадки вертолётов.

*В приаэродромную территорию* входит прилегающая к нему местность, над которой в воздушном пространстве проводится взлёт, посадка и маневрирование воздушных судов, в пределах которой с помощью условных поверхностей регламентируются высоты естественных и искусственных препятствий. Размеры приаэродромной территории определяется классом аэродрома<sup>3</sup>.

*В состав служебно-технической территории* входят здания и сооружения аэропорта, предназначенные для выполнения технологических операций, связанных с обслуживанием воздушных судов, пассажирских, грузовых и почтовых перевозок, такие как: перронные сооружения; пассажирско-грузовые комплексы; топливно-заправочные комплексы; командно-диспетчерские пункты; здания для технического обслуживания воздушных судов и места их стоянок; аэровокзальные и терминальные комплексы; станции городского транспорта; торгово-экономические и офисные здания; гостиничные объекты.

Из функциональных зон наиболее опасными являются объекты с усложнёнными технологическими процессами и местами скопления людей.

Из функциональной зоны лётного поля, как наиболее опасную, можно выделить взлётно-посадочную полосу, – объект, на котором воздушное судно при соприкосновении с её поверхностью несёт в себе большую кинетическую энергию. Учитывая, что пассажиры и члены экипажа находятся в замкнутом пространстве салона самолёта, который на большой скорости движется в непосредственной близости от объектов инфраструктуры аэропорта, существует риск возникновения смешанной аварийной ситуации.

Из функциональной зоны служебно-технической территории как наиболее опасные элементы можно выделить: топливно-заправочный комплекс, на котором технологический процесс связан с эксплуатацией горючих и легко воспламеняющихся жидкостей; командно-диспетчерский пункт, который в некоторых аэропортах является высотным зданием; пассажирский терминал и аэровокзальный комплекс, как объекты с массовым пребыванием людей.

### **Оценка организации аварийно-спасательного и противопожарного обеспечения аэропорта**

Поисковое и аварийно-спасательное обеспечение полётов гражданской авиации<sup>4</sup> [1] – комплекс мероприятий, направленных на организацию и выполнение немедленных и эффективных поисковых и аварийно-спасательных работ, по поиску и спасанию пассажиров и членов экипажа воздушных судов, терпящих или потерпевших бедствие, оказание помощи пострадавшим и эвакуацию их с места авиационного происшествия.

<sup>3</sup> Постановление Правительства РФ от 11 марта 2010 г. № 138 "Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации"

<sup>4</sup> РПАСОП ГА-91. Руководство по поисковому и аварийно-спасательному обеспечению полётов гражданской авиации СССР. МГА СССР. 1991. 129 с.;

Поисковое и аварийно-спасательное обеспечение полётов предусматривает [1] организацию поисково-спасательных или аварийно-спасательных работ, в зависимости от ситуации. Поисково-спасательные работы организуются и проводятся в том случае, когда местонахождение воздушного судна, терпящего или потерпевшего бедствие, неизвестно.

*Аварийно-спасательные работы* организуются и проводятся в случаях, когда авиационное происшествие произошло на территории аэропорта, либо в районе его ответственности, и отсутствует необходимость в поиске воздушного судна, потерпевшего бедствие.

Район ответственности аэропорта – местность, которая определяется установленными границами, и воздушное пространство над ней, в котором происходит маневрирование воздушных судов. В границах этой местности силами и средствами предприятий, размещённых на данном аэродроме, осуществляются поисковые и аварийно-спасательные работы.

При возникновении авиационной чрезвычайной ситуации в районе ответственности аэропорта аварийно-спасательные работы включают: спасание жизни и здоровья пассажиров и членов экипажа аварийного воздушного судна; оказание первой помощи пассажирам; доставку в безопасное место; организацию доставки в лечебные учреждения; тушение пожара на воздушном судне; эвакуацию с лётного поля и прилегающей территории повреждённых воздушных судов. Очередность выполнения работ складывается исходя из типов аварийных ситуаций и текущей обстановки.

Служба поискового и аварийно-спасательного обеспечения полётов является аварийно-спасательным формированием и аттестована на право проведения поисковых, аварийно-спасательных и противопожарных работ.

Техническое оснащение службы поискового и аварийно-спасательного обеспечения полётов аэропорта определяется на основании уровня требуемой противопожарной защиты взлётно-посадочной полосы, который она должна обеспечить. Категория взлётно-посадочной полосы рассчитывается на основании размеров наибольшего воздушного судна (по длине фюзеляжа), эксплуатирующего её<sup>5</sup>. Требование определяет эффективную способность службы поискового и аварийно-спасательного обеспечения полётов аэропорта ликвидировать пожар разлитого топлива, возникший на аварийном воздушном судне.

Пожар разлитого топлива принято считать [3] самым сложным из тех, которые могут возникнуть на борту самолёта. При его возникновении затрудняется эвакуация пассажиров, а воздействие высоких температур на фюзеляж резко понижает их выживаемость. На этом этапе пожарная охрана службы поискового и аварийно-спасательного обеспечения полётов аэропорта стремится, в первую очередь, воздействовать на фюзеляж, если он подвержен воздействию огня<sup>6</sup>. Цель – сохранение его целостности и создание условий, терпимых для находящихся внутри людей с дальнейшим их спасением.

<sup>5</sup> Нормы годности эксплуатации гражданских аэродромов. Министерство транспорта Российской Федерации. 1993. 138 с.

<sup>6</sup> Руководство по аэропортовым службам. Часть 1. Спасание и борьба с пожаром. 4-е издание. ICAO Doc.9137-AN/898. 2015. 192 с.

При формировании и комплектовании службы поискового и аварийно-спасательного обеспечения полётов аэропорта по установленному уровню требуемой противопожарной защиты учитывается:

- тип, количество, нормы расхода и запас специальных огнегасящих веществ, необходимых для тушения пожара разлитого топлива;
- время развёртывания, тип и количество аэродромных пожарных автомобилей, которые должны с момента поступления первоначального вызова об аварийном событии прибыть к месту аварии в течение 3 и не более 4 минут с тем, чтобы обеспечить непрерывную подачу огнетушащих средств к аварийному воздушному судну;
- расположение пожарных депо на лётной полосе при условии обеспечения прибытия в крайнюю точку аэродрома в течение нормативного времени;
- аварийно-спасательный инструмент с учётом особенностей применения на воздушном транспорте;
- систему непрерывной, устойчивой и зарезервированной связи, обеспечивающей доведение первоначального сигнала об аварийном событии до всех заинтересованных служб.

Для выполнения аварийно-спасательных работ в аэропортах создаётся аварийно-спасательная команда аэропорта, основной задачей которой является спасание пассажиров и членов экипажей, ценного оборудования и груза, а также, при возможности, авиационной техники. Общее руководство и координацию действий осуществляет руководитель аварийно-спасательных работ в составе оперативного штаба аэропорта.

*Аварийно-спасательная команда аэропорта* состоит из штатных и нештатных расчётов.

*В штатный расчёт* входят силы и средства пожарной охраны службы поискового и аварийно-спасательного обеспечения полётов аэропорта, расчёты региональной поисково-спасательной базы, парашютно-десантной группы и водно-спасательной станции (где предусмотрены).

*Нештатный расчёт аварийно-спасательной команды аэропорта* формируется из дежурных смен и служб аэропорта, таких как: медицинская служба; авиационно-техническая база; служба организации перевозок; служба аэродромного обеспечения; служба эксплуатации радиотехнического оборудования и связи; служба специального транспорта; служба авиационной безопасности; линейный отдел полиции. Исходя из сложившейся ситуации могут привлекаться дополнительные службы, базирующиеся на территории аэропорта.

Взаимоотношения и координация действий аварийно-спасательной команды аэропорта регламентируются аварийным планом аэропорта, согласно которому *к аварийно-спасательному обеспечению на территории аэропорта выдвигаются требования* [1]:

- организация дежурства аварийно-спасательных сил и средств;
- организация и выполнение аварийно-спасательных работ на территории и в районе ответственности аэропорта;

- координация действий служб и подразделений гражданской авиации, осуществляющих аварийно-спасательные работы, а также их совместных действий с соответствующими службами других министерств и ведомств по проведению этих работ;

- организация и проведение профессиональной подготовки специалистов по аварийно-спасательным работам, специальной аварийно-спасательной подготовки экипажей воздушных судов к действиям в аварийной ситуации на борту воздушного судна и выживанию в условиях автономного существования;

- организация и проведение инструктажа пассажиров воздушного судна по действиям в аварийной ситуации на борту;

- организация и техническое оснащение аварийно-спасательной команды современными средствами спасания, а также обеспечение пассажиров и экипажей воздушного судна спасательными средствами и снаряжением.

Порядок привлечения заинтересованных министерств, ведомств и иных организаций регламентируется заключёнными с ними соглашениями о взаимодействии, а порядок действий указывают в аварийном плане аэропорта.

### Алгоритм организации аварийно-спасательных работ при ликвидации чрезвычайной ситуации в аэропорту

Наиболее опасная аварийная ситуация в аэропорту – это авиационная катастрофа. Большинство авиакатастроф возникает на этапе взлёта и посадки воздушного судна. Воздействующие на летательный аппарат перегрузки при его разгоне или соприкосании со взлётно-посадочной полосой превышают те, которые возникают на этапах полёта и при возникновении аварийной ситуации, способствуют возникновению высоких ударных и разрушительных нагрузок.

Аварийная обстановка может осложниться [4-8] наличием поблизости инфраструктурных объектов авиапредприятия: высотных зданий; зданий с массовым пребыванием людей; топливозаправочных комплексов и др.

К поражающим факторам, возникающим при повреждении аварийного воздушного судна, добавляются поражающие факторы, связанные с разрушением объекта столкновения.

Анализ статистики авиационных катастроф на территории Российской Федерации показал, что выживаемость пассажиров на территории аэропорта выше, чем за его пределами. Это обуславливается тем, что на авиапредприятиях функционируют аварийно-спасательные силы первичного реагирования и в их задачи входит в кратчайшие сроки (до 3 минут первое прибытие) локализовать последствия аварии на воздушном судне и организовать выполнение аварийно-спасательных и противопожарных мероприятий по спасанию пассажиров.

При ухудшении обстановки служба поискового и аварийно-спасательного обеспечения полётов авиапредприятия с задачей по спасанию жизни и здоровья пассажиров и членов экипажа не справляется. Отраслевые требования, выдвигаемые к службе поискового и аварийно-спасательного обеспечения полётов авиапредприятия, предусматривают комплектование сил и средств из расчёта защиты только взлётно-посадочной полосы, по принципу ликвидации авиакатастрофы наибольшего воздушного судна, эксплуатирующего её.

При возникновении дополнительных аварийных событий на территории авиапредприятия предусмотрено привлечение межведомственных сил и средств. В то же время международные аэропорты Российской Федерации окружены плотной застройкой и загруженным трафиком дорожного движения.

Пожарно-спасательным подразделениям МЧС России регламентировано в 10-минутный период прибыть к месту вызова в условиях города и в 20-минутный период в областные районы.

Учитывая интенсивность приаэропортового дорожного движения, не исключена задержка в реагировании на сообщение о катастрофе. При этом основные усилия, направленные на спасание людей, потерпевших в авиационной катастрофе в аэропорту, необходимо приложить в первые 5 минут после её возникновения, если она внезапная.

Готовность к выполнению аварийно-спасательных работ определяется:

- заблаговременным определением реагирующего состава сил и средств;
- прогнозом последствий авиационной чрезвычайной ситуации;
- определением объёма аварийно-спасательных работ с учётом возможности осложнения обстановки на каждом этапе их выполнения;
- определённым алгоритмом совместных действий.

При возникновении авиационной чрезвычайной ситуации *на территории аэропорта первоочередными задачами аварийно-спасательных формирований являются:* спасание жизни и здоровья пассажиров и членов экипажа; минимизация последствий поражающих факторов авиационной катастрофы; оказание первой помощи пострадавшим.

Эти задачи достигаются путём организации своевременных аварийно-спасательных работ, которые включают:

- разведку и оценку обстановки;
- определение решающего направления ввода сил и средств;
- локализацию и ликвидацию авиационных пожаров;
- охлаждение обшивки фюзеляжа и защиту путей эвакуации;
- эвакуацию и спасание пассажиров и членов экипажа воздушного судна;
- доставку эвакуируемых в безопасное место;
- оказание первой помощи пострадавшим и их эвакуацию в лечебные учреждения;
- поиск и деблокирование пострадавших;
- удаление разрушенного воздушного судна с лётного поля.

При поступлении информации об авиакатастрофе на территории авиапредприятия диспетчер управления наземным движением ограничивает движение по рулёжным дорожкам лётной полосы, предоставляя возможность движения по ним прибывающему спецтранспорту.

Линейный отдел полиции совместно со службой авиационной безопасности организует оцепление места авиакатастрофы. Выставляются контрольно-пропускные пункты для спецтранспорта, обозначаются места их стоянок (отдельно для машин скорой медицинской помощи, штабных и дежурных, вспомогательных машин), объявляется общая точка сбора и сосредоточения аварийно-спасательных подразделений.

Порядок выполнения аварийно-спасательных работ определяется, исходя из обстановки, и они могут выполняться последовательно и параллельно-последовательно, в зависимости от наличия сил и средств и необходимости их комплексного применения.

*Аварийно-спасательные работы* можно разделить на два вида:

первые – проводимые членами экипажа;

вторые – организуемые наземными службами.

При возникновении аварийного события на борту воздушного судна первоначальные действия по эвакуации пассажиров предпринимает экипаж воздушного судна. Они открывают все двери и эвакуационные выходы, применяют бортовое аварийно-спасательное оборудование (надувные трапы и спусковые верёвки) при условии, что это возможно.

Наземные аварийно-спасательные формирования проводят аварийные эвакуационные работы. Для их проведения необходимо получить доступ на борт воздушного судна, для чего в службе поискового и аварийно-спасательного обеспечения полётов авиапредприятия предусмотрены: лестницы и автолестницы (где они есть); спусковые и подъёмные устройства; верёвки.

В дальнейшем происходит вскрытие обшивки фюзеляжа (если штатные эвакуационные пути закрыты) и организация эвакуационных мероприятий.

Этот этап проведения аварийно-спасательных работ может осложняться пожаром разлитого топлива, силовых установок и др. При его возникновении основные усилия аварийно-спасательных формирований должны быть направлены: на защиту путей эвакуации; охлаждение фюзеляжа; создание условий выживания в салоне; ликвидацию пожара разлитого топлива.

Одновременно с тушением надо понимать и оценивать потенциальную угрозу, исходящую от воздушного судна. Руководитель тушения пожара должен убедиться в том, что воздушное судно обесточено, и определить задействованы или не задействованы штатные средства пожаротушения на воздушном судне. При задействованной штатной установке пожаротушения самолёта топливные баки заполняются инертными газами и они не представляют потенциальную угрозу. Если установка не активирована, топливные баки надо непрерывно охлаждать для предотвращения угрозы их взрыва.

Параллельно с тушением пожара необходимо проводить эвакуацию пассажиров. Через 2-3 минуты после возникновения пламенного горения двуокись углерода в салоне достигает смертельной концентрации, а температура внутри пассажирских салонов резко нарастает по их высоте (на уровне пола от 80 °С, на высоте 1,5 м от пола 250 °С).

Эвакуация пассажиров с борта воздушного судна проводится средствами бортового аварийно-спасательного оборудования. После приведения в готовность надувных трапов (желобов) пассажиров по одному спускают на землю. Эвакуируемых необходимо доставить в безопасное место (не менее 100 м) и передать медицинским расчётам для оказания помощи.

После того как основной этап эвакуации завершён, звеном газодымозащитной службы проводится разведка салона воздушного судна. При обнаружении пострадавших и не способных самостоятельно передвигаться людей проводятся спасательные работы по их спуску на землю и доставка в медицинские учреждения. При обнаружении погибших никакие действия с ними не предпринимаются до прибытия следственных органов.

*Аварийно-спасательные работы считаются завершёнными, когда:*

- пассажиры эвакуированы с борта воздушного судна в безопасное место;
- пострадавшим оказана медицинская помощь;
- очаги аварийного пожара ликвидированы;
- воздушное судно не представляет собой угрозу.

Восстановительные работы проводятся под контролем руководителя группы расследования причин авиакатастрофы для сохранения вещественных доказательств, выявления бортовых самописцев и т.д. В восстановительных работах задействуются авиационно-технические службы авиапредприятия.

При возвращении аварийно-спасательных формирований в места постоянной дислокации на месте авиационной катастрофы необходимо организовать дежурство противопожарных расчётов для обеспечения пожарной безопасности территории проведения восстановительных работ.

*В основу математических моделей прогнозирования последствий авиационной чрезвычайной ситуации* может быть положена причинно-следственная связь воздействия поражающих факторов на предполагаемый объект воздействия и сопротивления самого объекта этому воздействию.

Оба процесса носят случайный характер, поэтому для оценки последствий чрезвычайных ситуаций может быть применён вероятностный подход.

К настоящему времени создан обширный арсенал методов прогноза (оценки на определённый момент или интервал времени в будущем) рисков. По назначению их можно разделить на прогнозирование возникновения чрезвычайных ситуаций и прогнозирование последствий чрезвычайных ситуаций.

Для краткосрочного прогнозирования может быть использован вероятностный подход, опирающийся на оперативную информацию.

Методы прогнозирования последствий чрезвычайных ситуаций по времени можно разделить на методы, основанные на:

- априорных (предполагаемых) оценках, полученных с помощью теоретических моделей и аналогий;
- апостериорных оценках (оценки последствий произошедших чрезвычайных ситуаций).

*Методы прогнозирования последствий чрезвычайных ситуаций* делят на:

- экспериментальные, основанные на обработке данных произошедших чрезвычайных ситуаций;
- расчётно-экспериментальные, когда данные обрабатывают с помощью математических моделей;
- расчётные, основанные на использовании только математических моделей.

В качестве поражающего принимают фактор, вызывающий основные поражения. Каждый специалист в области защиты населения и территорий в своей деятельности сталкивается с принятием решений на организацию и выполнение мероприятий и действий в чрезвычайной ситуации. При этом характерной чертой авиационной чрезвычайной ситуации является наличие большого числа вариантов развития обстановки и действий, из которых нужно выбрать наилучший. Выбор одного из вариантов действий и представляет собой решение руководителя, для чего он должен владеть основами теории эффективности, позволяющей правильно организовать распределение сил и их обеспечение материальными ресурсами.

Можно выделить *три основных класса ситуаций принятия решений*:

- в условиях определённости – параметры задачи полностью определены;
- в условиях риска – известны вероятности или вероятностные распределения для точно неопределённых параметров задачи;
- в условиях неопределённости – есть неопределённые факторы, известны их параметры, но нет вероятностной информации относительно этих факторов.

Оценку эффективности мероприятий проводят по количественным показателям (критериям), характеризующим рассматриваемые решения. Одним из таких является *критерий эффективности применения того или иного мероприятия защиты*:

$$\omega = \frac{\Delta C}{q_2 - q_1}, \text{ руб.}, \quad (1)$$

где  $\Delta C$  – стоимость реализации мероприятия, руб.;

$q_2$  – вероятность функционирования (выживания) объекта после проведения мероприятий, может определяться экспериментально;

$q_1$  – вероятность функционирования (выживания) объекта до проведения мероприятий защиты, в зависимости от особенностей поражающих факторов чрезвычайной ситуации.

Из рассматриваемых мероприятий оптимальным будет то, для которого показатель  $\omega$  окажется минимальным.

Для оценки эффективности комплекса мероприятий защиты необходимо определить:

- величину ущерба рассматриваемому объекту до выполнения комплекса мероприятий ( $C_{\text{до}}$ , руб.);
- величину ущерба рассматриваемому объекту после выполнения комплекса мероприятий ( $C_{\text{после}}$ , руб.);
- стоимость комплекса мероприятий ( $C_{\text{мер}}$ , руб.);
- проверить выполнение условия:  $C_{\text{мер}} < C_{\text{до}} - C_{\text{после}}$ . Если условие выполняется, то затраты на выбранный комплекс мероприятий целесообразны.

*Для эффективного планирования аварийно-спасательных формирований необходимо:*

- выполнить прогноз последствий чрезвычайной ситуации и объёмов аварийно-спасательных работ;
- определить состав и численность аварийно-спасательных сил для ликвидации чрезвычайной ситуации;
- выполнить оперативную оценку последствий чрезвычайной ситуации;
- определить рациональные варианты организации и проведения аварийно-спасательных работ в очагах поражения.

Прогноз возможных последствий и определение объёма аварийно-спасательных работ имеет первостепенное значение для заблаговременного определения численности и состава аварийно-спасательных сил для ликвидации чрезвычайной ситуации.

Заблаговременное определение состава и численности аварийно-спасательных сил важно для выполнения предполагаемого объёма работ за время, не превышающее допустимое. Состав их определяется с учётом возможностей по проведению аварийно-спасательных работ, готовности, мобильности, прогнозных данных о количестве пострадавших.

При выбранном варианте состава сил с учётом их размещения, возможностей по проведению аварийно-спасательных работ определяются возможности выполнения группировкой всех видов аварийно-спасательных работ в установленное время. Затраченное время фиксируется и осуществляется переход к оценке следующего варианта, после чего выбирается вариант, обеспечивающий минимальное время выполнения аварийно-спасательных работ.

В целях определения приоритетности: определяют совокупность мер, которые могут быть реализованы при заданных объёмах финансирования; ранжируют эти меры по показателю "эффективность – затраты"; обосновывают состав предлагаемых мер и оценивают эффективность.

Для оценки безопасности людей должна производиться комплексная оценка рисков от возможных чрезвычайных ситуаций. Достижение этой цели возможно при соблюдении определённых принципов, в частности:

- оправданности управленческой деятельности и оптимизации соотношения выгоды и ущерба от этой деятельности;
- оптимизации мер по безопасности и защите жизни людей;
- обеспечения необходимого уровня безопасности и риска для человека с учётом совокупности существующих опасностей.

Оперативная оценка последствий чрезвычайной ситуации необходима для скорейшей организации аварийно-спасательных работ в очаге поражения.

Для определения рациональных вариантов организации и проведения аварийно-спасательных работ в очаге поражения необходимо иметь методики: выбора мест дислокации сил и средств ведения аварийно-спасательных работ; распределения сил и средств по объектам аварийно-спасательных работ.

Результаты расчётов могут быть использованы для составления плана действия аварийно-спасательных сил, выявления оптимальных районов дислокации сил и средств, определения маршрутов выдвижения сил к очагам поражения, распределения по объектам ведения аварийно-спасательных работ.

При решении задачи о выявлении пунктов дислокации сил и средств опасный участок целесообразно разбивать на отдельные участки, исходя из требования минимального прибытия в самую отдалённую точку этого участка.

После прогнозирования последствий чрезвычайной ситуации и обоснования численности сил и средств для проведения аварийно-спасательных работ перед органом управления возникает необходимость многократно решать задачу оптимального размещения сил и средств, для чего может быть использован метод динамического программирования. Решение рассмотренных задач на основе применения методов исследования операций позволяет эффективно планировать использование аварийно-спасательных сил при возникновении чрезвычайной ситуации и использовать научный и практический опыт для рациональной организации аварийно-спасательных работ.

Получаемые характеристики параметров поражающих факторов чрезвычайной ситуации необходимы для оценки обстановки и являются основой принятия решений по уменьшению ущерба воздушному судну и потерь людей.

Реагирование на чрезвычайную ситуацию заключается в выполнении обоснованного комплекса организационных и технических мероприятий, проводимых как заблаговременно, так и сразу после воздействия. Целью этих мероприятий является снижение принимаемых критериев до минимально возможных значений.

Для оценки эффективности защиты пассажиров (людей) при заблаговременном выборе мероприятий целесообразно использовать критерий [1]

$$\eta_1 = \frac{S}{R_{eo} - R_{em}} \rightarrow \min, \quad (2)$$

где  $S$  – стоимость мероприятий по защите людей;

$R_{eo}$  – уровень риска для жизни людей до проведения мероприятий по защите;

$R_{em}$  – то же после проведения мероприятий по защите.

При выполнении спасательных работ в качестве показателя эффективности может применяться критерий

$$\eta_2 = \frac{T}{\Delta N} \rightarrow \min, \quad (3)$$

где  $T$  – время на выполнение спасательных работ по выбранному варианту;

$\Delta N$  – число спасённых людей при выполнении работ по выбранному варианту.

При этом в комплексе мер, обеспечивающих необходимый уровень защищённости пассажиров от поражающих факторов аварий, важное место занимает своевременное их оповещение и органов управления. Системы оповещения относятся к первичным активным средствам, задействованием которых решаются задачи непосредственной защиты людей.

Предлагаемый алгоритм организации аварийно-спасательных работ при ликвидации чрезвычайной ситуации в аэропорту учитывает возможные варианты применения аварийно-спасательных формирований в зависимости от типов аварийных ситуаций в аэропорту.

### **Выводы**

1. Оценена структура функциональных зон аэропорта и выделены опасные объекты с усложнённым технологическим процессом.

2. Рассмотрена организация сил первичного реагирования авиапредприятия и порядок привлечения межведомственных сил и средств для выполнения аварийно-спасательных работ на территории аэропорта. Причём на первоначальном этапе оперативные возможности противопожарных расчётов службы поискового и аварийно-спасательного обеспечения полётов по тушению пожара на воздушном судне предполагают только сохранение целостности конструкции фюзеляжа и создание условий выживания для пассажиров, а не ликвидация пожара полностью. При этом при пожаре на воздушном судне действия сил первичного реагирования авиапредприятия направлены на сдерживание поражающих факторов авиационной катастрофы и неэффективны.

3. Основные усилия службы поискового и аварийно-спасательного обеспечения полётов направлены на защиту взлётно-посадочной полосы, а при возникновении комплексной чрезвычайной ситуации сил и средств на её устранение не хватит. При возникновении пожара на воздушном судне служба поискового и аварийно-спасательного обеспечения полётов обеспечивает эвакуацию и проведение аварийно-спасательных работ, не стремясь полностью его ликвидировать, и действуют согласно решающему направлению.

4. Обоснован порядок организации аварийно-спасательных работ на территории авиапредприятия, позволяющий решать задачи по спасанию жизни пассажиров комплексно, независимо от типа аварийного события и обстановки в целом.

Предлагаемый в статье подход является основой поддержки принятия решений руководителей при планировании и реализации ими мероприятий по ликвидации чрезвычайной ситуации в аэропорту.

### Литература

1. Седнев В. А., Лысенко И. А., Лопухова Н. В. Организация ликвидации последствий авиационных происшествий: монография. М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. 174 с.
2. Седнев В. А., Лопухова Н. В. Организация ликвидации последствий авиационных происшествий: отчёт о научно-исследовательской работе. М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. 204 с.
3. Селезнев А. В. Организация аварийно-спасательного обеспечения на аэродромах гражданской авиации: учеб. пособие. Ульяновск: УВАУ ГА, 2007. 120 с.
4. Котляревский В. А., Ларионов В. И., Суцев С. П. Энциклопедия безопасности: строительство, промышленность, экология, в 3 т. Т. 1: Аварийный риск. Взрывные и ударные воздействия. М.: Наука, 2005. 696 с.
5. Котляревский В. А., Ларионов В. И., Суцев С. П. Энциклопедия безопасности: строительство, промышленность, экология: в 3 т. Т. 2: Законы поражения. Прочность и динамика сооружений. М.: изд-во АСВ, 2008. 640 с.
6. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Системные исследования чрезвычайных ситуаций / Под общ. ред. Махутова Н. А. М.: МГОФ "Знание", 2015. 864 с.
7. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Научные основы техногенной безопасности / Под общ. ред. Махутова Н. А. М.: МГОФ "Знание", 2015. 936 с. (РИНЦ).
8. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Тематический блок "Национальная безопасность". В 6 т. Ч. 1. Научные основы безопасности и защищенности критически важных для национальной безопасности объектов / Под общ. ред. Н. А. Махутова. М.: МГОФ "Знание", 2012. 896 с.

*Материал поступил в редакцию 2 мая 2020 г.; принят к публикации 26 июня 2020 г.*

V. A. Sednev

(State Fire Academy of EMERCOM of Russia; e-mail: sednev70@yandex.ru)

## ORGANIZATION OF EMERGENCY RESCUE WORKS AT THE AIRPORT

### ABSTRACT

**Introduction.** The consequences of aviation emergencies show that in the event of a plane crash in the area of responsibility of the airport, the death of passengers and crew is observed in 85 % of cases. At the same time, it is possible to increase the survival rate of people with the timely response of accident rescue team to a plane crash. The airport's search and rescue service is required to ensure the evacuation and rescue of passengers. If the airport infrastructure may be further affected as a result of an emergency, the work to eliminate the consequences of the initial emergency event is supplemented by work on the new situation that has occurred. Since the airport's special forces and facilities are limited, the task of rescuing people may not be completed. At the same time, a characteristic feature of an aviation emergency is the presence of a large number of options for the development of the situation and actions, from which you must choose the one. It is the choice of one of the options that is the decision of the head. Therefore indicators (criteria) of the choice of measures to protect passengers (people) and infrastructure within the airport are proposed on the basis of analysis of structure, composition, hazard evaluation elements of the airport, organization of fire and rescue support.

**The purpose** of this study is to improve the validity of individual activities and their complex to protect passengers (people) and infrastructure in emergencies at the airport; to develop scientific-methodological approaches to the selection of actions to protect people and infrastructure within the airport complex, which are the basis of decision-making to reduce damage to aircraft and loss of people.

**Research methods.** To obtain the results, general scientific and special methods of scientific knowledge: analysis, synthesis, generalization, which were based on the general principles of systems theory, the study of operations, the theory of information were used.

**The results of the study.** The features and disadvantages of the organization of emergency rescue and fire safety of the airport were established. An algorithm for organizing emergency rescue operations at the airport, which takes into account the options for using emergency rescue teams, depending on the types of emergencies, has been developed. The indicators (criteria) for selecting measures to protect passengers (people) and infrastructure within the boundaries of the airport were substantiated.

**Conclusion.** The implementation of the developed provisions will allow organize emergency rescue operations at a higher level as a whole and solve the tasks of saving lives and protecting objects on the territory of the airport, based on the validity of the choice of measures to protect passengers (people) and infrastructure within the airport during an emergency. The proposed approach is the basis for decision support for managers when planning their emergency response measures at the airport.

**Key words:** airport, danger, emergency, consequences, tasks of rescue teams, organization, management.

**For citation:** Sednev V. A. Organization of emergency rescue works at the airport. *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti / Technology of technosphere safety*, vol. 2 (88), 2020, pp. 47-62 (in Russian). DOI: 10.25257/TTS.2020.2.88.47-62.

### References

1. Sednev V. A., Lysenko I. A., Lopukhova N. V. *Organizatsiya likvidatsii posledstviy aviatsionnykh proisshestviy: monografiya* [Organization of elimination of consequences of aviation accidents: monograph]. Moscow, Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia Publ., 2018, 174 p.
2. Sednev V. A., Lopukhova N. V. *Organizatsiya likvidatsii posledstviy aviatsionnykh proisshestviy: otchet o nauchno-issledovatel'skoy rabote* [Organization of elimination of consequences of aviation accidents: report on research work]. Moscow, Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia Publ., 2018, 204 p.
3. Seleznev A. V. *Organizatsiya avariynno-spasatel'nogo obespecheniya na aerodromakh grazhdanskoy aviatsii: uchebn. posobiye* [Organization of emergency and rescue support at civil aviation airfields: textbook]. Ulyanovsk, Ulyanovsk Higher Aviation School of Civil Aviation Publ., 2007, 120 p.
4. Kotlyarevsky V. A., Larionov V. I., Sushev S. P. *Entsiklopediya bezopasnosti: stroitel'stvo, promyshlennost', ekologiya, v 3 t. T. 1: Avariynnyy risk. Vzryvnye i udarnye vozdeystviya* [Encyclopedia of Safety: Construction, Industry, Ecology, 3 vols. Vol. 1, Emergency risk. Explosive and shock effects]. Moscow, Nauka Publ., 2005, 669 p.
5. Kotlyarevsky V. A., Larionov V. I., Sushev S. P. *Entsiklopediya bezopasnosti: stroitel'stvo, promyshlennost', ekologiya: v 3 t. T. 2: Zakony porazheniya. Prochnost' i dinamika sooruzheniy* [Encyclopedia of Safety: Construction, Industry, Ecology, 3 vols. Vol. 2, Laws of defeat. Strength and dynamics of structures]. Moscow, ACB Publ., 2008, 640 p.
6. *Bezopasnost' Rossii. Pravovye, sotsial'no-ekonomicheskie i nauchno-tekhnicheskie aspekty. Sistemnye issledovaniya chrezvychaynykh situatsiy* [Security of Russia. Legal, socio-economic, scientific and technical aspects. System research of emergency situations]. Ed. by Mahutov N. A., Moscow, Znanie Publ., 2015, 864 p.
7. *Bezopasnost' Rossii. Pravovye, sotsial'no-ekonomicheskie i nauchno-tekhnicheskie aspekty. Nauchnye osnovy tekhnogennoy bezopasnosti* [Security of Russia. Legal, socio-economic, scientific and technical aspects. Scientific bases of technogenic safety. Scientific supervisor]. Ed. by Mahutov N. A., Moscow, Znanie Publ., 2015, 936 p.
8. *Bezopasnost' Rossii. Pravovye, sotsial'no-ekonomicheskie i nauchno-tekhnicheskie aspekty. Tematicheskiy blok "Natsional'naya bezopasnost'". V 6 t. Ch. 1. Nauchnye osnovy bezopasnosti i zashchishchennosti kriticheski vazhnykh dlya natsional'noy bezopasnosti ob'ektov* [Security of Russia. Legal, socio-economic and scientific-technical aspects. Thematic block "National Security", in 6 vol., part. 1 "The scientific basis of safety and security critical for national security facilities"]. Ed. by Mahutov N. A., Moscow, Znanie Publ., 2012, 896 p.

Received 2 May 2020; accepted 26 June 2020

### Информация об авторе

СЕДНЕВ Владимир Анатольевич  
д-р техн. наук, профессор, заслуженный  
работник высшей школы РФ; профессор  
кафедры защиты населения и территорий;  
Академия Государственной противопо-  
жарной службы МЧС России; Российская  
Федерация, г. Москва, улица Бориса  
Галушкина, 4; ORCID ID: 0000-0002-4922-  
430X, РИНЦ Author ID: 694103,  
ResearcherID: I-9447-2016; e-mail:  
sednev70@yandex.ru

### Information about the author

SEDNEV Vladimir Anatol'evich  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Honored Worker of Higher Education of Rus-  
sian Federation; Professor of Department  
of Protection of Population and Territories,  
State Fire Academy of EMERCOM of Russia;  
Russian Federation, Moscow, Borisa Galush-  
kina St., 4; ORCID ID: 0000-0002-4922-  
430X, RSCI Author ID: 694103,  
ResearcherID: I-9447-2016; e-mail:  
sednev70@yandex.ru