



МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Часть 1 (секция 1)

Х МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ **ПОЖАРОТУШЕНИЕ:** ПРОБЛЕМЫ, ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ



МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

АКАДЕМИЯ ГПС МЧС РОССИИ

18-19 марта 2026 год

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ
Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

ПОЖАРОТУШЕНИЕ: проблемы, технологии, инновации

Материалы
X Международной научно-практической конференции

В двух частях
Часть 1 (секция 1)

18–19 марта 2026 года

Москва
2026

УДК 614.8
ББК 68.9
П46

П46 **Пожаротушение:** проблемы, технологии, инновации: материалы
X Международной научно-практической конференции. Ч. 1. – М.:
Академия ГПС МЧС России, 2026. – 392 с.

ISBN 978-5-9229-0300-4

Материалы X Международной научно-практической конференции «Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации» предназначены для широкой аудитории специалистов в сфере пожаротушения. Цель конференции заключается в создании единой информационной площадки по взаимодействию деятелей науки, профессорско-преподавательского состава, практических работников, обучающихся и представителей других профессий, заинтересованных в вопросах организации и осуществления тушения пожаров, как на территории Российской Федерации, так и за рубежом.

Издано в авторской редакции.

УДК 614.8
ББК 68.9

ISBN 978-5-9229-0300-4

© Академия Государственной противопожарной
службы МЧС России, 2026

Секция 1

Тушение пожаров: управление, совершенствование, проблемы

УДК 614.84
ББК 68.923

Владимир Васильевич Теребнев

ФГБОУВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (terebnev_v@mail.ru, SPIN 4663-8674, ID: 449807)

Денис Владиславович Андреев

ФГБОУВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (d.andreev@academygps.ru, SPIN 1499-1041, ID: 760773)

Юлия Сергеевна Зайченко

ФГБОУВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (y.zaichenko@academygps.ru, SPIN 9369-1800, ID: 1030211)

**Управление дыханием в условиях минимального количества воздуха при
использовании дыхательных аппаратов в организационной системе подготовки
газодымозащитников**

Аннотация. В статье рассмотрены варианты подготовки газодымозащитников в условиях минимального запаса воздуха в аппаратах. Проведенные исследования позволяют обобщить данные по способу дыхания для применения в целях увеличения времени нахождения в непригодной для дыхания среде при условиях ограниченного запаса воздуха в баллонах.

Ключевые слова: газодымозащитная службы, техники дыхания, дыхательный аппарат, непригодная для дыхания среда, средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения.

Vladimir V. Terebnev

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Denis V. Andreev

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Yulia S. Zaychenko

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

**Breathing control in conditions of minimal air supply when using breathing apparatus in the
organizational system of training gas and smoke protectors**

Abstract. The article discusses the options for training gas and smoke protectors in conditions of minimal air supply in the devices. The conducted research allows to summarize the data on the method of breathing for application in order to increase the time of stay in an unbreathable environment under conditions of limited air supply in cylinders.

Keywords: gas and smoke protection services, breathing techniques, breathing apparatus, unbreathable environment, personal protective equipment of the respiratory system and vision.

Одной из основных задач, стоящих перед пожарной охраной является организация тушения пожаров и проведение аварийно-спасательных работ¹. Так как «в процессе пожара создаются факторы, воздействие которых может привести к травме, отравлению или гибели человека...»², то для сохранения жизни и здоровья личного состава пожарной охраны при проведении боевых действий по тушению в непригодной для дыхания среде (далее – НДС) создана газодымозащитная служба.

При тушении пожара часто приходится работать в условиях ограниченности видимости и ресурсов [1]; риска и неопределенности, что требует заблаговременной и качественной подготовки

¹ Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 08.08.2024)

² Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 25.12.2023)

[2]. В настоящее время действует «Порядок подготовки личного состава пожарной охраны», утвержденный приказом МЧС России от 05.02.2025 № 77, в рамках которого регламентирована и подготовка газодымозащитников. Однако, документ, регламентирующий проведение газодымозащитниками тренировок по отработке техники дыхания в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и зрения пожарных (далее – СИЗОД) в настоящее время отсутствует.

Процесс подготовки газодымозащитников предполагает совокупность действий по получению и совершенствованию профессиональных навыков, знаний и отработке практических умений так необходимых для организации работы звеньев газодымозащитной службы в НДС [3].

В рамках подготовки газодымозащитников проведен эксперимент по использованию различных техник дыхания, а именно: вдох с последующим закрыванием вентиля, дыхание с неполным вдохом, вдох через нос выдох через рот и наоборот вдох через рот выдох через нос. В эксперименте участвовало 68 человек в возрастной группе от 20 до 29 лет 1 категории здоровья, в рамках проведения которого проведено сравнение некоторых техник дыхания с нормальным дыханием. Участники эксперимента разбивались по парам, один человек брал дыхательный аппарат на сжатом воздухе (далее – ДАСВ), садился на стул в удобном ему положении, другой с секундомером садился напротив. Суть эксперимента заключалась в том, чтобы узнать, какое количество сжатого воздуха участник сможет потратить за 10 минут.

Расчет расхода воздуха участника за определенное время по формуле:

$$q = \frac{\Delta P}{t}, \text{ атм/мин,} \quad (1)$$

где:

ΔP – количество потраченного давления воздуха за время эксперимента t , мин.

С помощью вариационных рядов по параметру расхода воздуха возможно определение лучшей техники дыхания: пусть в результате n опытов случайная величина X принимает следующие значения: $X = x_1$ наблюдалось n_1 раз, $X = x_2$ наблюдалось n_2 раз, ..., $X = x_k$ наблюдалось n_k раз и при этом:

$$\sum_{i=1}^k n_i = n \quad (2)$$

Полученный таким образом вариационный ряд позволяет провести статистическую обработку экспериментальных данных. Результаты вычисления по разным техникам дыхания сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Вариационный ряд в зависимости от дыхательной техники

Техники дыхания	X	n_i	n_i / n	$\frac{n_1 + n_2}{n}$	Техники дыхания	X	n_i	n_i / n	$\frac{n_1 + n_2}{n}$
Вдох с последующим закрыванием вентиля	0,6	2	0,029	0,029	Неполный вдох	1	10	0,147	0,147
	0,7	1	0,015	0,044		1,1	2	0,029	0,176
	0,8	1	0,015	0,059		1,2	3	0,044	0,221
	1	12	0,176	0,235		1,3	4	0,059	0,279
	1,1	3	0,044	0,279		1,4	4	0,059	0,338
	1,3	8	0,118	0,397		1,5	8	0,118	0,456
	1,4	1	0,015	0,412		1,6	3	0,044	0,5
	1,5	9	0,132	0,544		1,7	3	0,044	0,544
	1,7	6	0,088	0,632		1,8	5	0,074	0,618
	1,8	5	0,074	0,706		1,9	2	0,029	0,647
	1,9	2	0,029	0,735		2	16	0,235	0,882
	2	13	0,191	0,926		2,1	1	0,015	0,897
	2,4	1	0,015	0,941		2,2	1	0,015	0,912
	2,8	3	0,044	0,985		2,4	1	0,015	0,926
	3,5	1	0,015	1		2,5	5	0,074	1
Нос - Рот	0,9	1	0,015	0,015	Рот-Нос	0,8	1	0,015	0,015
	1	4	0,059	0,074		1	2	0,029	0,044

Техники дыхания	X	n_i	n_i / n	$\frac{n_1 + n_2}{n}$	Техники дыхания	X	n_i	n_i / n	$\frac{n_1 + n_2}{n}$
	1,1	5	0,074	0,147		1,1	2	0,029	0,074
	1,2	5	0,074	0,221		1,2	2	0,029	0,103
	1,3	4	0,059	0,279		1,3	5	0,074	0,176
	1,4	2	0,029	0,309		1,5	11	0,162	0,338
	1,5	20	0,294	0,603		1,6	1	0,015	0,353
	1,6	1	0,015	0,618		1,7	5	0,074	0,426
	1,7	4	0,059	0,676		1,8	1	0,015	0,441
	1,8	7	0,103	0,779		1,9	3	0,044	0,485
	1,9	2	0,029	0,809		2	12	0,176	0,662
	2	7	0,103	0,912		2,1	2	0,029	0,691
	2,2	1	0,015	0,926		2,2	1	0,015	0,706
	2,5	2	0,029	0,956		2,3	3	0,044	0,75
	3	2	0,029	0,985		2,4	2	0,029	0,779
	3,8	1	0,015	1		2,5	6	0,088	0,868
При нормальном дыхании	1	2	0,029	0,029		2,6	2	0,029	0,897
	1,1	3	0,044	0,074		2,7	2	0,029	0,926
	1,2	2	0,029	0,103		3	4	0,059	0,985
	1,3	4	0,059	0,162		4	1	0,015	1
	1,4	1	0,015	0,176					
	1,5	14	0,382	0,382					
	1,6	1	0,015	0,397					
	1,7	6	0,088	0,485					
	1,8	3	0,044	0,529					
	1,9	5	0,074	0,603					
	2	15	0,221	0,824					
	2,1	2	0,029	0,853					
	2,2	2	0,029	0,882					
	2,5	3	0,044	0,926					
	2,6	3	0,044	0,971					

Вычисление относительных частот производим по формуле:

$$W_i = n_i / n \quad (3)$$

Вычисление накопленных частот:

$$V = n_1 / n + n_2 / n \quad (4)$$

Построение графиков вариационного ряда (полигона и гистограммы) (рисунок 1) выполняется на основе данных таблицы 1.

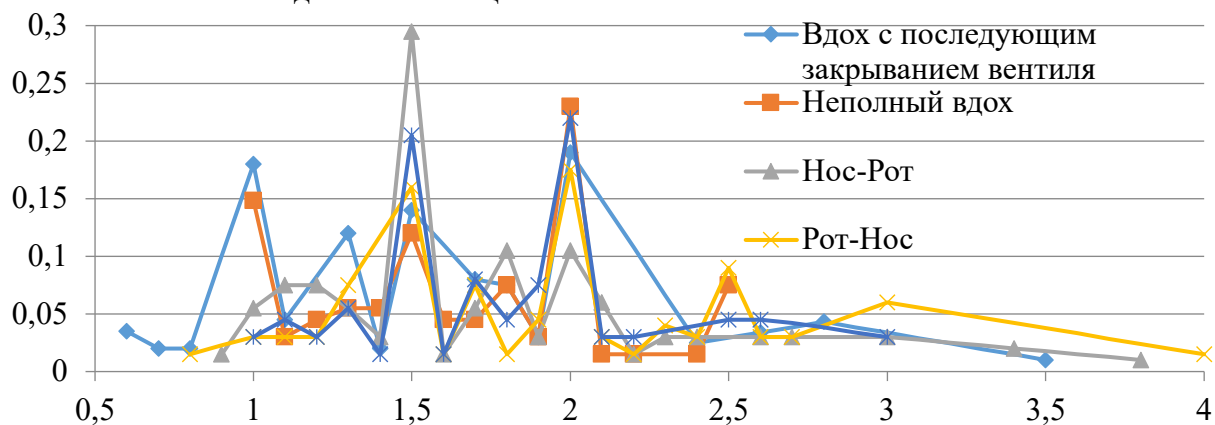


Рисунок 1 – Полигон вариационного ряда в зависимости от техники дыхания

Эмпирическая функция распределения $F^*(x)$ составляется с использованием накопленных частностей из таблицы 11 и следующей формулы:

$$F^*(x) = \begin{cases} 0, & x \leq x_1, \\ \frac{n_1}{n}, & x_1 < x \leq x_2, \\ \frac{n_1+n_2}{n}, & x_2 < x \leq x_3, \\ \dots \\ \sum_{i=1}^{k-1} \frac{n_i}{n}, & x_{k-1} < x \leq x_k, \\ 1, & x > x_k. \end{cases} \quad (5)$$

При построении графика $F^*(x)$ значения функции располагаются в интервале от 0 до 1 (рис. 2).

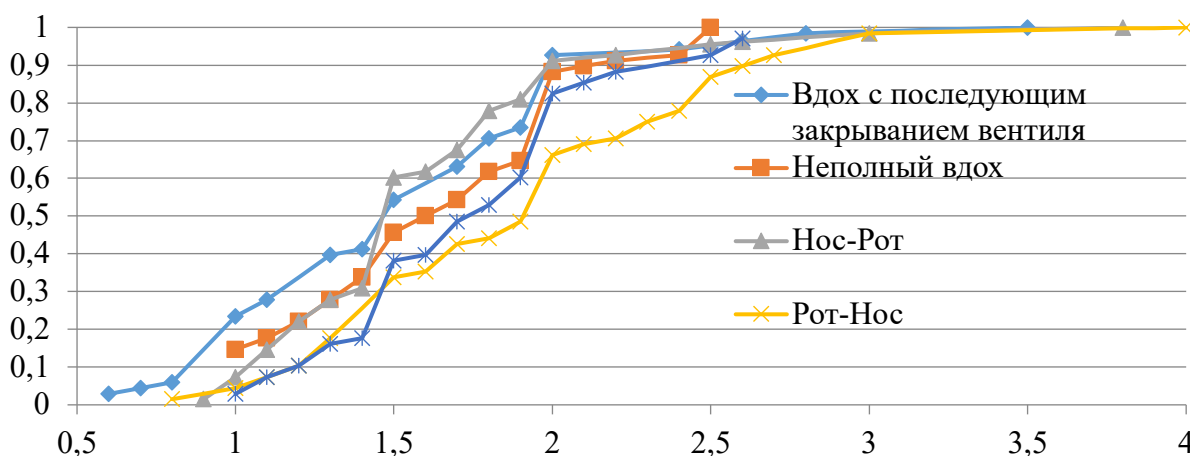


Рисунок 2 – График эмпирической функции в зависимости от техники дыхания

Рисунки 1 и 2 позволяют сделать вывод, что все техники дыхания между собой идентичны, наибольшее количество участников потребляет 15 атм/мин и 20 атм/мин. Используя технику дыхания «Нос-рот», малое количество участников потребляет более 15 атм/мин, следовательно, данная техника дыхания является наиболее эффективной: она имеет незначительное отличие от остальных.

На основе математического анализа полученных данных расхода воздуха, выдвинем следующие статистические гипотезы:

H_0 – техники дыхания являются допустимо идентичными – основная статистическая гипотеза;

H_1 – существует техника дыхания, оптимальная и отличная от остальных – альтернативная статистическая гипотеза.

Нам известны индивидуальные значения каждой единицы совокупности, а это значит, что определяющий показатель имеет вид $\sum x$; замена индивидуальных значений дает уравнение: $\sum x = \bar{x} * n$. Отсюда среднее значение признака [4]:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}, \quad (6)$$

Для проверки гипотезы о статистической зависимости значений нескольких переменных применяется корреляционный анализ [5]. При этом, корреляционные связи бывают: положительные (повышение уровня одной переменной сопровождается повышением уровня другой), отрицательные (рост одной переменной происходит при снижении уровня другой), нулевые (переменные не взаимосвязаны) [6].

Обозначение коэффициента корреляции Пирсона (r) происходит от понятия «регрессия» – операция по сведению множества частных зависимостей между отдельными значениями переменных к их непрерывной (линейной) усредненной зависимости.

Формула для расчета коэффициента Пирсона имеет такой вид:

$$r = \frac{\sum(x-\bar{x}) \sum(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2 \sum(y-\bar{y})^2}}, \quad (7)$$

где:

x, y – частные значения переменных,

$\bar{x}, \bar{y}$ – средние значения тех же самых переменных.

Результаты корреляционного анализа сведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты корреляционного анализа

	Вдох с закрыва- нием вентиля	Неполный вдох	Нос- рот	Рот-нос	Нормально е дыхание
Вдох с закрыванием вентиля	1				
Неполный вдох	0,9718	1			
Нос-рот	0,9918	0,9771	1		
Рот нос	0,9868	0,9948	0,9571	1	
Нормальное дыхание	0,9804	0,9885	0,9847	0,9887	1

Из таблицы 2 видно, что все коэффициенты корреляции превышают значения 0,9, что говорит о высокой степени корреляции, таким образом, все значения взаимосвязаны, то есть, все техники дыхания примерно равны между собой и зависят от качеств и способностей участников эксперимента.

В данной работе были изучены параметры работы газодымозащитной службы в НДС при использовании различных техник дыхания, произведен расчет среднего арифметического, и проведен корреляционный анализ; построены вариационные ряды, с иллюстрацией полученных данных на основе гистограмм расхода воздуха газодымозащитников.

В результате проведенных исследований можно сделать общий вывод о том, что у техник дыхания есть небольшие различия, но это не значит, что определенная техника является лучше, чем остальные. Целесообразным в экстренной ситуации является предварительная психологическая подготовка, а не изменение способов дыхания, поэтому дальнейшие исследования необходимо направить на разработку методики подготовки личного состава при использовании ДАСВ в НДС. Однако, если рассматривать минимальный и максимальный результаты потребления воздуха, например, при вдохе с последующим закрыванием вентиля баллона с воздухом, то увидим значительные расхождения по падению давления: минимальное – 0,6 атм/мин, а максимальное – 3,5 атм/мин, то есть разница значений почти в 6 раз.

Список источников

1. Федяев, В.Д. Современные технологии для проведения работ в условиях ограниченной видимости (ч.1) / В.Д. Федяев, Е.А. Агаева, О.В. Двоенко, А.И. Соковнин, С.А. Шкунов // Пожары и чрезвычайные ситуации. – 2022. – №2. – С. 94 – 99. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tehnologii-dlya-provedeniya-rabot-v-usloviyah-ogranichennoy-vidimosti-chast-1> (дата обращения: (20.01.2026).
2. Пигусов, В.А. Подготовка специалистов пожаротушения к условиям работы в чрезвычайных ситуациях / В.А. Пигусов, А.В. Гуров // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2012. – №1 (3). – С. 273 – 276. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podgotovka-spetsialistov-pozharotusheniya-k-usloviyam-raboty-v-chrezvychaynyh-situatsiyah> (дата обращения: (20.01.2026).
3. Коршунов, И.В. Планирование, организация и содержание подготовки газодымозащитников на свежем воздухе и в теплодымокамере. Для слушателей ИСиДО: Методическое пособие по выполнению контрольной работы / И.В. Коршунов, Д.В. Андреев,

И.В. Массерова. Под общ. ред. к.т.н., доцента В.А. Грачева – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 70 с.

4. Марук, В.И. Средние величины и показатели вариации: Конспект лекции и решение типовых задач. / В.И. Марук – Бишкек: КРСУ, 2007. – 16 с.

5. Статистические методы в психологии: сборник учебно-методических материалов для специальности 37.05.01 Психология. / Составитель: Зенина С.Р. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2017.

6. Коновалова, М.Д. Экспериментальная психология: конспект лекций // Москва: Высш. образование, 2006 (Архангельск: ИПП Правда Севера). – 187 с.

УДК 614.842.6
ББК 30в6

Павел Владимирович Молодоженцев

ФГКУ «Специальное управление ФПС № 10 МЧС России», г. Трехгорный, Челябинская область (ugps6okvr@yandex.ru, SPIN 7232-7677, ID: 1186021)

Андрей Дмитриевич Ищенко

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (adinko@mail.ru, SPIN 4379-6230, ID: 333466)

Сергей Геннадьевич Андросенко

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (green01sa@yandex.ru, SPIN 9306-8680, ID: 764226)

Сдерживание пожаров на объектах энергетики в начальной стадии

Аннотация. На сегодняшний день объекты энергетической отрасли не оборудованы специализированными устройствами, способными постоянно замедлять распространение огня и эффективно функционировать без вмешательства людей в любом помещении сразу после обнаружения пожара. Единственными доступными средствами являются различные типы огнетушителей, однако их эффективность ограничена 30 секундами для устройств весом более 50 кг, а дальность действия струи имеет параметр до 6 метров и требует четкого попадания в очаг пожара. Использование пожарных кранов в начальной стадии пожара не соответствует требованиям электробезопасности. Отсутствие защитных средств персонала делает невозможным их участие в тушении пожара уже через 3 минуты после его начала. Необходимы исследования для решения этой проблемы, чтобы результаты могли быть внедрены в систему обеспечения пожарной безопасности на энергетических объектах.

Ключевые слова: техническое средство сдерживания пожара, тушение персоналом, оперативное реагирование, газовый обмен, теплообмен

Pavel V. Molodozhentsev

Federal State Budgetary Institution "Special Directorate of FPS No. 10 of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Trekhgornyy, Chelyabinsk region

Andrey D. Ishchenko

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Sergey G. Androsenko

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Containing fires at energy facilities in the initial stage

Abstract. To date, energy industry facilities are not equipped with specialized devices capable of constantly slowing down the spread of fire and effectively functioning without human intervention in any room immediately after a fire is detected. The only available means are various types of fire extinguishers, but their effectiveness is limited to 30 seconds for devices weighing more than 50 kg, and the range of the jet is up to 6 meters and requires precise targeting of the fire source. The use of fire hoses in the initial stage of a fire does not meet the requirements of electrical safety. The lack of protective equipment for personnel makes it impossible for them to participate in firefighting within 3 minutes of the fire's onset. Research is needed to address this issue, and the results should be incorporated into the fire safety system at energy facilities.

Keywords: technical means of fire containment, personnel firefighting, prompt response, gas exchange, heat exchange

В России активно внедряются инновационные технологии в энергетическом секторе. К 2030 году Россия планирует достичь уровня локализации в ключевых отраслях энергетики в 90%. Это станет возможным благодаря реализации масштабных программ, принятых в последние годы. Среди них — Энергостратегия до 2050 года [1].

Эти инициативы позволят России не только укрепить свои технологические позиции, но и сохранить лидерство на мировом энергетическом рынке.

В ближайшие пять лет спрос на электроэнергию и энергоносители в России будет расти. Чтобы удовлетворить эти потребности, к 2030 году планируется увеличить производство электроэнергии до 1,33 трлн кВт•ч, а добычу нефти и газа — до 540 млн тонн в год и 853 млрд кубометров соответственно. Эти показатели заложены в целевой прогноз, разработанный в рамках Энергетической стратегии [1].

Пожарная безопасность объектов энергетики становится важным условием выполнения поставленных задач.

Изучение случаев возгорания на различных объектах энергетики в России выявляет, что наиболее подвержены пожарам помещения щитов управления, открытые распределительные устройства и трансформаторы.

Особую угрозу нарушению работоспособности в результате пожаров и взрывов создаёт ключевой фактор: взаимодействие пролитой воды с некоторыми веществами, материалами и частями оборудования находящимися под напряжением.

На сегодняшний день не существует научно обоснованных методов и технических решений, которые бы позволяли персоналу эффективно действовать в условиях пожара в помещениях объектов энергетики. Предлагаемые решения должны учитывать эвакуацию и спасение людей, сбор информации, выполнение технологических операций и бесперебойное сдерживание пожаров на начальной стадии. Необходимы дальнейшие исследования и практические разработки для внедрения на энергетических объектах.

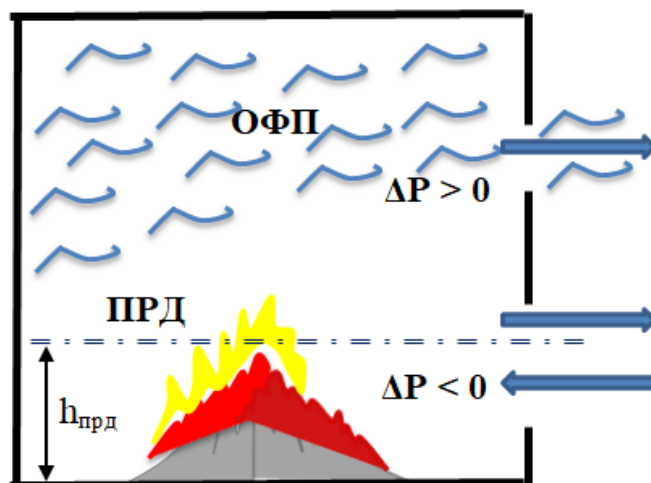
Основная цель исследования — создание новых научно обоснованных подходов и технических решений для персонала в случае возникновения пожара в помещениях объектов энергетики.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- исследовать влияние опасных факторов пожара на работу персонала в типовых помещениях;
- провести анализ действий персонала при пожаре;
- разработать подход к действиям персонала, основанный на прогнозировании развития пожара;
- дать рекомендации по защите персонала и его подготовке к действиям при пожаре.

Изучение типовых объемов помещений щитов управления, размеров открытых распределительных устройств и трансформаторов позволило определить их стандартные объёмы в диапазоне от 10 м³ до 100 м³.

Необходимо разобрать процессы, влияющие на развитие пожара в таких объёмах. При пожаре в помещении происходит движение газов, вызванное выделением тепла в процессе горения. Основной причиной газообмена является разница давлений между газовой средой внутри помещения и атмосферным воздухом снаружи. Когда газы нагреваются, их плотность уменьшается, что приводит к вытеснению их более плотными слоями холодного воздуха, который поднимается вверх. В основании факела пламени образуется зона пониженного давления, способствующая притоку воздуха к области горения, в то время как над факелом давление повышается. На определенной высоте внутри помещения давление становится равным атмосферному. Эта плоскость, где давление совпадает с атмосферным, называется «плоскостью равных давлений» [2]. Продукты горения выходят из помещения через проемы, расположенные выше этой нейтральной зоны, а свежий воздух поступает через проемы ниже. На рисунке 1 изображена схема газообмена в помещении.



$h_{\text{прд}}$ – высота плоскости равных давлений;
 ΔP - избыточное давление газовой среды.

Рисунок 1 – Схема газообмена в помещении

На газообмен в помещении влияют высота и площадь проёмов, а также скорость и направление потоков воздуха в окружающей среде. В условиях пожара эти процессы могут привести к задымлению, как отдельных помещений, так и всего здания.

Одним из ключевых процессов на пожаре является теплообмен. Тепло, выделяющееся при горении, оказывает воздействие на людей, конструкции и влияет на общую ситуацию на пожаре. Кроме того, нагретые продукты горения вызывают движение газовых потоков, что приводит к задымлению соседних помещений, расположенных рядом с зоной горения.

Как правило, тепло, выделяющееся при пожаре, используется для нагрева продуктов горения. Часть тепла передаётся от зоны горения в окружающий воздух через конвекцию, а также излучается (см. рисунок 2).

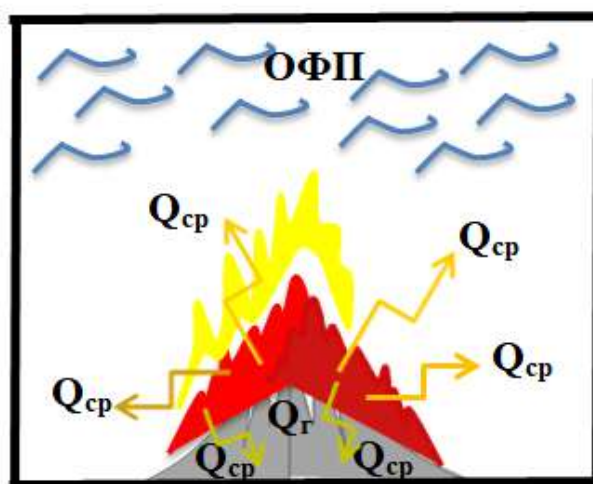


Рисунок 2 – Выделение тепла в зоне горения

Тепло, выделяемое при пожаре, способствует его распространению, повышает температуру, вызывает деформацию конструкций и другие негативные последствия.

Основным способом передачи тепла на пожарах является конвекция, она выравнивает температуру среды. Конвективные потоки газов, образующиеся при пожаре в зданиях, ускоряют его распространение, проникая через вентиляционные системы, пустоты в

конструкциях и другие элементы [2].

Важно учитывать, что чем быстрее движутся конвективные потоки и выше температура горения, тем больше тепла выделяется в окружающую среду.

Кроме конвекции, значительная часть тепла передается через излучение. Этот процесс происходит за счет электромагнитных волн. Чем больше площадь пламени и выше его температура, тем больше тепла передается излучением.

На пожаре объекта энергетики излучение ограничивается строительными конструкциями горящего помещения и задымлением, которое действует как тепловой экран. Теплообмен между нагретыми газами, пламенем и ограждающими конструкциями при пожаре в помещении является сложным процессом, включающим излучение, конвекцию и теплопроводность.

Пространство, где развивается пожар, условно делят на три зоны: зону горения, теплового воздействия и задымления (рисунок 3). Точные границы этих зон определить сложно, так как они постоянно меняются. Поэтому можно говорить только об их условном расположении.



Рисунок 3 – Зоны пожара

Зона горения — это область пространства, где горючие вещества подготавливаются к воспламенению (испаряются, разлагаются) и сгорают. Она охватывает объём паров и газов, ограниченных границами видимого пламени и поверхностью горючих материалов, с которой эти пары и газы поступают в зону горения.

Зона теплового воздействия прилегает к границам зоны горения. В этой области происходят процессы теплообмена между пламенем, окружающими конструкциями и горючими материалами. Границы этой зоны определяются местами, где тепловое воздействие вызывает заметные изменения в состоянии материалов, их подготовку к горению, а также создает условия, при которых пребывание людей без специальной защиты становится невозможным.

Зона задымления — это часть пространства, соседствующая с зоной горения, где концентрация продуктов горения представляет опасность для жизни и здоровья людей или затрудняет действия пожарных. Границы зоны задымления определяются показателями, угрожающими жизни и здоровью: ухудшенная видимость, сниженная концентрация кислорода, а также предельно допустимые концентрации продуктов горения и пиролиза.

Зона задымления может охватывать всю зону теплового воздействия и даже выходить за её пределы.

Для горения необходимы три компонента – горючий материал, окислитель (кислород) и источник зажигания.

В процессе развития пожара различают четыре стадии: начальную, стадию,

развивающегося пожара, развитую стадию пожара, затухания (рисунок 4).

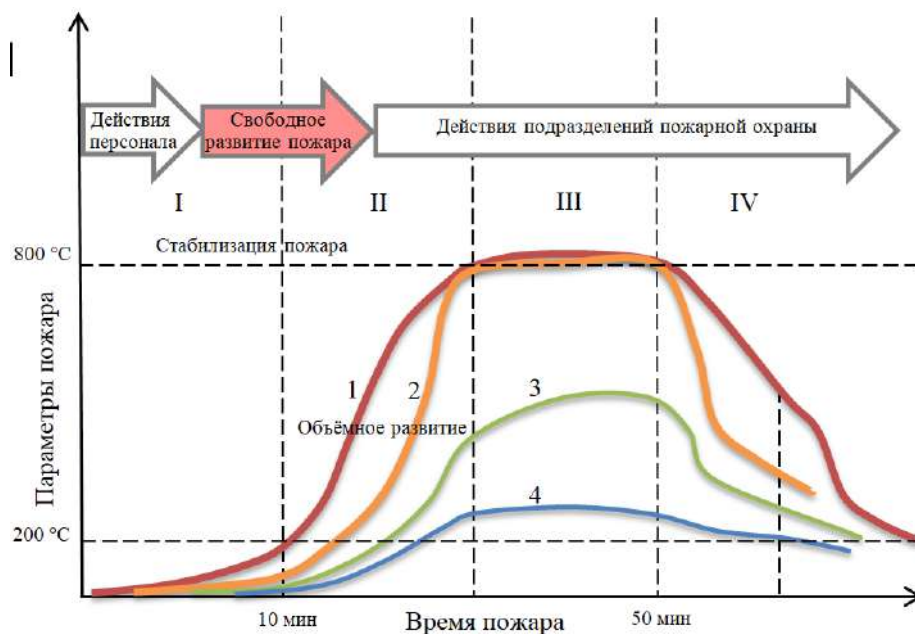


Рисунок 4 – Стадии пожара

1 – температура пожара; 2 – скорость выгорания; 3 – температура поверхности строительной конструкции; 4 – температура прогрева защитного слоя.

I – начальная стадия; II – стадия развивающегося пожара; III – развитая стадия; IV – затухания.

Анализ статистических данных полученных из ФГБУ ВНИИПО МЧС России, показал некоторые параметры реагирования на пожары в помещениях объектов энергетики. Так среднее время прибытия подразделений пожарной охраны составило 12 мин 30 с. следовательно, с учётом нормативов время подачи огнетушащего вещества пожарными составит более 15 мин. До этого времени действия по тушению возможны только при применении первичных средств пожаротушения или стационарных установок пожаротушения. Огнетушители, имеют ограниченные параметры работы 30 секунд для устройств весом более 50 кг, а дальность действия струи до 6 метров [3]. Негативными элементами системы обеспечения пожарной безопасности по данному направлению являются:

- отказы в работе автоматических установок пожаротушения в 15 % случаев [4];
- их высокая стоимость в связи, с чем их размещение предусматривается в ~ 20 % помещений объектов энергетики;
- первичные средства пожаротушения имеют ограниченное время работы до 1 мин, исключение пожарные краны с оборудованием огнетушащее вещество вода, при компактной подаче нарушает требования электробезопасности;
- отсутствие средств индивидуальной защиты от опасных факторов пожара у персонала большинства объектов энергетики, исключает участие в тушении после 3 мин пожара.

Алгоритм действий персонала при пожаре на объекте энергетики и предлагаемое техническое решение сдерживания пожара на начальной стадии представлены на рисунке 5.

Временной интервал до прибытия подразделений пожарной охраны 12 мин 30 с, подачи ОТВ > 15 мин					
Начальная стадия пожара < 10 мин					Значительный набор мощности пожара
Свободное горение			Сдерживание пожара ПСПП и ТССП		
Начало тушения АУПТ, в случае оснащения и безотказной работы					
Сдерживание пожара АУПТ, ПСПП, ТССП					
Начало горения, 1 мин	Обнаружение возгорания, > 1 мин	Сообщение в пожарную охрану, 1 мин	Применение ПСПП, 3 мин	Транспортировка, запуск ТССП, 3 мин (при наличии > 1 УТП, одновременно с ПСПП)	Подача ОТВ
С момента введения ОТВ на тушение, торможение физико-химических реакций горения, снижение ОФП					
		Оценка обстановки	Наличие СИЗ	Доставка в любую точку объекта	Сдерживание пожара
		Следование инструкциям	Эвакуация персонала	Одновременное применение всех средств тушения	Локализация пожара
Наличие профилактического состава или дозорной службы на объекте энергетики (проведение совместных действий по тушению пожара)					
		Электробезопасность	Спасение пострадавших		Ликвидация пожара
1 мин	2 мин	3 мин	> 6 мин	> 6 мин	> 6 мин
ППЗ объекта	Угроза взрыва, взрыв, обрушение строительных конструкций (действия по тушению персоналом не проводятся)				
Сохранение работоспособности объекта энергетики, отдельных технологических процессов					

Рисунок 5 – Алгоритм действий участников тушения пожара

Изучение данных, представленных в работе, позволяет сделать вывод о необходимости создания переносного устройства, работающего в автономном режиме и предназначенного для помещений объёмом до 100 м³. Важно, чтобы устройство после активации функционировало без вмешательства человека до прибытия пожарных подразделений, то есть в течение первых 15 минут после начала горения. Допускается более длительная работа, что особенно важно при тушении пожара объёмными и локально-объёмными методами. Учитывая доступность воды и её отличные огнетушащие свойства, её использование остаётся приоритетным. Наиболее вероятными методами тушения, исходя из вышеизложенного, являются охлаждение и разбавление.

Необходимо учитывать два ключевых фактора: чем быстрее движутся конвективные потоки и выше температура горения, тем больше тепла выделяется в окружающую среду, а задымление действует как тепловой экран. Если при тушении пожара создать условия для быстрой подачи в очаг большого количества аэрозоля, состоящего из газовой смеси с пониженным содержанием кислорода и тонко распылённой воды, это может сдержать распространение пожара, увеличить время до его стабилизации в максимальных размерах, станет возможно, обеспечить его ликвидацию на начальной стадии.

Следует подчеркнуть, что использование данной технологии предполагает полное исключение участия человека в тушении пожара без средств индивидуальной защиты, особенно при ухудшении видимости из-за дыма.

Преимуществом такого подхода является изменение плоскости равных давлений, что приводит к тому, что пожар начинает питаться своими продуктами горения, а не более свежим воздухом. Прохождение большого объема «бедной смеси» через зону горения способствует образованию плотного дыма, который защищает конструкции зданий от деформаций и повреждений, а также значительно снижает риск распространения огня на соседние горючие материалы.

При обнаружении пожара персонал объекта энергетики должен действовать следующим образом:

- немедленно сообщить о возгорании в пожарную службу;
- активировать технические средства сдерживания пожара;
- переместить устройства пожаротушения в зону пожара и направить струю на очаг возгорания;
- при отсутствии угрозы для жизни дополнительно использовать доступные

первичные средства пожаротушения;

- максимально герметизировать все проёмы в помещении;
- организовать эвакуацию людей в безопасное место;
- встретить прибывших пожарных и предоставить им информацию о

предпринятых действиях.

Таким образом, успешное тушение пожара в небольших помещениях объектов энергетики зависит от оперативного реагирования персонала объекта и процесса непрерывной подачи большого количества огнетушащего вещества в зону горения до момента прибытия пожарных расчетов. Подаваемое вещество должно обеспечивать охлаждение зоны пожара, разбавлять свежий воздух, поступающий в очаг. Основная обязанность персонала сводится к быстрому запуску установок сдерживания перемещению их в помещение, где произошло возгорание и герметизации проемов. Разработка такой технологии позволит существенно увеличить время, за которое пожар может достичь максимальной интенсивности.

Список источников

1. Салова И. А. Коммерсантъ «Все идет по плану» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/8121192?erid=F7NfYUJCUneTTThjQjRb> (дата обращения: 14.01.2026).
2. Методические рекомендации руководителю тушения пожара по организации и проведению тактической вентиляции зданий и сооружений при тушении пожаров и ликвидации последствий ЧС на территории города Москвы под редакцией А.В. Подгрушный., Г.В. Васюков. [Электронный ресурс]. URL: <https://5nomer.ru/wp-content/uploads/2022/03/МЕТОДИЧЕСКИЕ-РЕКОМЕНДАЦИИ-по-ТАТКИЧЕСКОЙ-ВЕНТИЛЯЦИИ-итог.pdf> (дата обращения: 12.01.2026).
3. Молодоженцев П.В., Ищенко А.Д. Тушение пожаров на объектах энергетики в начальной стадии // Современные проблемы гражданской защиты № 2 (51), 2024. С.74-84. URL: <https://ntp.edufire37.ru/uploads/2024/06/СПГЗ-251-2024.pdf> (дата обращения: 23.01.2026).
4. Молодоженцев П.В. Огнетушащие способности некоторых веществ, при пожарах на объектах энергетики // Молодежь и наука 2025: К вершинам познания сборник статей Международной научно-практической конференции. г. Петрозаводск, 2025. С. 70-76. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=80321994> (дата обращения: 18.01.2026).
5. Степанов В.А. «Действия при аварии, катастрофе и пожаре на территории и объектах организации» [Электронный ресурс]. URL: https://www.tnimc.ru/upload/official_documents/go-chs/Тема%204%20ГО%202023.pdf (дата обращения: 25.01.2026).

УДК 004.896
ББК 32.813

Михаил Михайлович Данилов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (m.danilov@academygps.ru, SPIN 1539-8110, ID: 853796)

Алексей Николаевич Денисов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (a.denisov@academygps.ru, SPIN 1845-4634, ID: 231119)

Николай Максимович Апарин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (n.aparin@academygps.ru, SPIN 6096-7807, ID: 1314419)

Сравнительный анализ архитектур управления группой беспилотных летательных аппаратов для задач МЧС России

Аннотация. Рассматриваются методы централизованного и децентрализованного управления группами беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), интегрирующие условия роевого интеллекта. Проведен анализ применимости данных методов в контексте деятельности МЧС России для мониторинга чрезвычайных ситуаций, поиска пострадавших и ликвидации последствий природных пожаров. Особое внимание уделено архитектуре построения систем, алгоритмической базе, роли оператора, а также сравнительной оценке надежности, масштабируемости и автономности. Представлена классификация существующих и перспективных отечественных разработок.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, централизованное управление, децентрализованное управление, роевой интеллект, МЧС России, алгоритм роя частиц, самоорганизация, mesh-сеть.

Mikhail M. Danilov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Aleksey N. Denisov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Nikolay M. Aparin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Comparative Analysis of Group Management Architectures for Unmanned Aerial Vehicles in the Russian Ministry of Emergency Situations

Abstract. The paper considers methods of centralized and decentralized control of groups of unmanned aerial vehicles (UAVs), which integrate the conditions of swarm intelligence. The paper analyzes the applicability of these methods in the context of the activities of the Russian Ministry of Emergency Situations for monitoring emergencies, searching for victims, and eliminating the consequences of natural fires. Special attention is paid to the architecture of system construction, the algorithmic basis, the role of the operator, and the comparative assessment of reliability, scalability, and autonomy. The paper presents a classification of existing and promising domestic developments.

Keywords: Unmanned aerial vehicles, centralized control, decentralized control, swarm intelligence, Russian Ministry of Emergency Situations, particle swarm algorithm, self-organization, mesh network.

Современные тенденции развития авиационно-спасательных технологий в структуре МЧС России неразрывно связаны с расширением функциональных возможностей беспилотных авиационных систем (БАС). Эффективность выполнения таких задач, как

мониторинг природных пожаров, поиск пострадавших в труднодоступной местности, оценка масштабов наводнений и доставка малогабаритных грузов, напрямую зависит от способов организации взаимодействия между отдельными беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) [1 – 3], что отражается в методических рекомендациях МЧС России по мониторингу и прогнозированию чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера¹.

Традиционные методы предполагают централизованное управление группой БПЛА, при котором все решения принимаются наземным пунктом управления (ПУ) критически зависит от устойчивости каналов связи. Альтернативой выступают децентрализованные методы, основанные на принципах «роевого интеллекта» (англ. swarm intelligence), где описывается коллективное поведение децентрализованной самоорганизующейся систем и каждый БПЛА функционирует автономно, а общая задача решается за счет локальных взаимодействий и коллективного поведения [4, 5].

Централизованная архитектура представляет собой иерархическую структуру, где все ключевые функции планирования, принятия решений и распределения задач сосредоточены в едином центре управления (ЦУ) [6].

В данной модели группа БПЛА рассматривается как совокупность удаленных датчиков и исполнительных устройств. Каждый БПЛА не обладает самостоятельностью в выборе стратегии поведения; его полетное задание формируется на земле и корректируется в реальном времени оператором или серверной частью. Связь осуществляется по принципу «точка-многоточка»: каждый борт имеет прямой канал с ЦУ, но прямой обмен данными как правило, отсутствует.

В этой системе человек является ключевым звеном управления. Его функции включают не только постановку глобальной миссии, но и непрерывный контроль телеметрии, ручную корректировку маршрутов и принятие решений в нештатных ситуациях. Характер участия непрерывный и высокоответственный.

Несмотря на жесткую иерархию, в централизованных системах также могут применяться элементы оптимизации, которые часто относят к «роевым», но они выполняются на сервере, а не на борту:

- Генетические алгоритмы для предварительного планирования оптимальных маршрутов с учетом рельефа и зон облета.
- Алгоритм роя частиц (PSO) для поиска глобального оптимума при распределении зон мониторинга между фиксированным количеством БПЛА.
- Гибридные схемы (APF+PSO) для расчета траекторий, сочетающих притяжение к цели и уклонение от препятствий (расчет ведется на земле) [7].

Примерами применения централизованной архитектуры являются, например проект SmartDrones Fires для обнаружения пожаров, многоуровневая стратегия навигации (МИРЭА) для мониторинга лесных пожаров, а также штатные системы воздушной разведки подразделений БАС МЧС, использующие БПЛА самолетного типа с предварительно загружаемым полетным заданием [8, 9].

Децентрализованное управление базируется на концепции роевого интеллекта, где отсутствует единый центр принятия решений. Группа функционирует как самоорганизующаяся система [10].

Каждый БПЛА в рое является автономным агентом. Он оснащен бортовым вычислителем (ИИ-модулем) и комплексом сенсоров (GPS/Глонас, лидар, камеры). БПЛА обмениваются данными напрямую друг с другом (mesh-сеть) по протоколам Wi-Fi, 5G или специальным радиоканалам. Общая задача (например, «обследовать квадрат 10x10 км») достигается через локальные правила: держаться на расстоянии от соседа, избегать столкновений, следовать за лидером (виртуальным или реальным), равномерно покрывать

¹ Режим доступа: https://07.mchs.gov.ru/uploads/resource/2024-03-21/metodicheskie-rekomendacii-mchs-rossii-po-monitoringu-i-prognozirovaniyu-chrezvychaynyh-situaciy-prirodnogo-i-tehnogennogo-haraktera_1711006252870260568.pdf.

территорию. Человек в такой системе выступает в роли стратега. Он задает глобальную цель, запускает рой и контролирует общий ход миссии. Вмешательство в реальном времени минимально и требуется только при смене приоритетов или критических сбоях. Характер участия – эпизодический. Используемый метод и алгоритмы:

- **метод искусственной физики (APF)** моделирует силы притяжения/отталкивания для формирования устойчивой структуры роя;
- **алгоритм роя частиц (PSO)** оптимизирует маршруты, распределяет задачи (например, поиск пострадавших);
- **муравьиный алгоритм (ACO)** использует «феромоны» (цифровые метки) для выбора оптимальных путей покрытия зоны ЧС;
- **поведенческие алгоритмы**, набор правил («избегать препятствий», «двигаться к цели»), имитирующих поведение животных;
- **алгоритмы машинного обучения** анализируют данные с сенсоров (камеры, тепловизоры) для принятия решений.

Примеры реализованных решений включают платформу «Спасатель» (СКФУ) самоорганизующуюся экосистему БПЛА, а также прототипы с продолжительностью полета до 2 часов, проходящие испытания и применение [11].

Выбор архитектуры управления зависит от характера чрезвычайной ситуации. Для наглядности представлен сравнительный анализ двух архитектуры, дополненный сценарием потери связи – наиболее критичным фактором для МЧС (Таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ централизованного и децентрализованного методов управления группировками БПЛА

Критерий	Централизованное управление	Децентрализованное управление (Рой)
Принцип организации	Жесткая иерархия «ведущий-ведомый». Центр (ПУ) – мозг, БПЛА – сенсоры.	Сетецентрическая топология. Каждый дрон – равноправный агент.
Роль оператора	Непосредственное управление. Оператор видит каждый дрон и управляет им.	Стратегическое управление. Оператор ставит задачу и наблюдает за роем в целом.
Обмен данными	Постоянный двусторонний канал между ПУ и каждым дроном. Дроны не связаны.	Периодический обмен между дронами (mesh-сеть). Связь с ПУ эпизодическая (статус миссии).
Гибкость и адаптивность	Низкая. Любое изменение требует пересчета маршрута на земле и новой загрузки.	Высокая. Рой перестраивается автоматически при изменении условий (ветер, препятствия).
Надежность и живучесть	Низкая. Выход из строя ПУ или потеря связи парализует всю группу.	Высокая. Потеря 1-2 не влияет на выполнение задачи, функции перераспределяются.

Критерий	Централизованное управление	Децентрализованное управление (Рой)
Масштабируемость	Плохая. Увеличение числа требует кратного роста мощности каналов связи и ЦУ.	Хорошая. Вычислительная нагрузка распределена между бортами.
Точность выполнения	Высокая при стабильной связи. Четкое исполнение заложенного плана.	Достаточная для поисковых задач. Может наблюдаться «флуктуация» траекторий.
Автономность	Низкая (зависимость от ПУ).	Высокая (работа в радиомолчании).
Сложность реализации	Относительно простая. Требуется надежных каналов связи.	Сложная. Требуется разработки отказоустойчивых распределенных алгоритмов и мощных бортовых компьютеров.
Применение в МЧС	Действия в условиях устойчивой связи: точечное патрулирование, доставка грузов, воздушная съемка по заданному маршруту.	Масштабные операции в условиях неопределенности: поиск людей в лесу при плохой связи, мониторинг кромки крупного пожара, разведка в зоне заражения.

Одним из ключевых преимуществ децентрализованного подхода является его отказоустойчивость, особенно в условиях потери связи с оператором, что часто случается в горной местности или при радиоэлектронном подавлении.

Таблица 2 – Сценарий поведения группы БПЛА при потере связи с пунктом управления

Этап	Реакция централизованной системы	Реакция децентрализованной системы (Рой)
Потеря связи	БПЛА переходит в аварийный режим (зависание, возврат на точку взлета по заложенной программе).	БПЛА продолжают выполнять миссию, так как связь с ПУ не критична.
Самоорганизация	Невозможна.	Рой перестраивается, компенсируя отсутствие управляющих сигналов. Алгоритмы PSO/ACO продолжают работать на борту.

Этап	Реакция централизованной системы	Реакция децентрализованной системы (Рой)
Выполнение миссии	Прерывается. Требуется восстановление связи для продолжения.	Продолжается в полном объеме. Данные накапливаются в бортовой памяти.
Постобработка	БПЛА возвращается на базу, данные извлекаются вручную.	При восстановлении связи или возвращении на базу рой синхронизирует собранные данные с центром.

Проведенный анализ показывает, что оба рассмотренных архитектур к управлению группировками БПЛА имеют четко очерченные области применения в системе МЧС России. Централизованное управление остается незаменимым там, где требуется жесткая координация, работа в стесненных условиях и полный контроль со стороны человека (например, при обследовании завалов или точечном сбросе грузов). Оно отличается относительной простотой реализации, что обуславливает его широкое применение в текущей деятельности подразделений.

В то же время, децентрализованное управление на основе роевого интеллекта открывает новые горизонты для проведения масштабных и длительных операций. Способность роя к самоорганизации, высокая живучесть и устойчивость к потере связи делают этот метод наиболее перспективным для поисково-спасательных работ в труднодоступной местности, мониторинга динамично развивающихся природных пожаров и ликвидации последствий крупномасштабных чрезвычайных ситуаций.

Дальнейшее развитие технологий возможно по пути создания гибридных систем. В таких системах централизованный контур будет отвечать за постановку стратегических целей и сбор обобщенной информации, а децентрализованный за тактическое исполнение и адаптацию к изменениям среды на месте. Разработка и внедрение подобных решений требует совершенствования нормативной базы, развития mesh-сетей [12] и повышения вычислительной мощности бортового оборудования БПЛА, что уже нашло отражение в концепции развития робототехнических комплексов (систем) специального назначения в системе МЧС России на период до 2030 года.

Список источников

1. Татьяна Александровна Диканова О некоторых тенденциях развития законодательства о воздушном транспорте // Юридический вестник Самарского университета. 2023. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-nekotoryh-tendentsiyah-razvitiya-zakonodatelstva-o-vozdushnom-transporte> (дата обращения: 10.02.2026).
2. Дьякова, Н. А. Подготовка специалистов применения беспилотных авиационных систем к тушению пожара / Н. А. Дьякова, М. М. Данилов, А. Н. Денисов // Актуальные исследования. – 2025. – № 46-1(281). – С. 45-46. – EDN SAAGTX.
3. Гончаров Андрей Михайлович, Рябов Сергей Владимирович Искусственный интеллект как основное направление развития робототехнических комплексов // Военная мысль. 2021. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-kak-osnovnoe-napravlenie-razvitiya-robototekhnicheskikh-kompleksov> (дата обращения: 13.02.2026)
4. Алгоритм управления роем дронов с функцией обнаружения и доставки – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.computerra.ru/317271/uchenye-predstavili-algoritm-upravleniya-roem-dronov-s-funktsiej-obnaruzheniya-i-dostavki/> (дата обращения: 29.01.2026).

5. Халимов А.С. Применение роевых алгоритмов для управления группой БПЛА [Электронный ресурс] // Системы управления, связи и безопасности. — 2019. — № 3. — URL: <https://sccs.intelgr.com/archive/2019-03/01-Halimov.pdf>. — Дата обращения: 09.02.2026.
6. Стратегии управления роем беспилотных летательных аппаратов [Электронный ресурс] // Вестник науки. — URL: <https://www.вестник-науки.рф/article/1100> (дата обращения: 09.02.2026).
7. Групповое применение разведывательных и ударных беспилотных летательных аппаратов // Молодой учёный. — 2019. — № 47 (283). — URL: <https://moluch.ru/archive/283/63683/> (дата обращения: 07.02.2026).
8. Организация применения беспилотных авиационных систем в МЧС России [Электронный ресурс] // IT-форум ХМАО. — URL: https://itforum.admhmao.ru/upload/iblock/9b1/8_MCHS.pdf (дата обращения: 29.01.2026).
9. МЧС России тестирует возможности беспилотных систем для борьбы с лесными пожарами [Электронный ресурс] // ForestComplex. — URL: <https://forestcomplex.ru/rf-protection/mchs-rossii-testiruet-vozmozhnosti-bespilotnyh-sistem-dlya-borby-s-lesnymi-pozharami/> (дата обращения: 07.02.2026).
10. Пшихопов Вячеслав Хасанович, Медведев Михаил Юрьевич Сравнительный анализ централизованного и децентрализованного алгоритмов движения строем бла мультикоптерного типа // Известия ЮФУ. Технические науки. 2022. №1 (225). [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-tsentralizovannogo-i-detsentralizovannogo-algoritmov-dvizheniya-stroem-bla-multikopternogo-tipa> (дата обращения: 09.02.2026).
11. Применение беспилотных летательных аппаратов типа квадрокоптер "DJI INSPIRE 1V 2.0" при поиске людей на местности / И. Г. Цокурова, А. Н. Денисов, С. А. Самойленко, М. Л. Остапчук // Наука, техника и образование. — 2018. — № 11(52). — С. 43-46. — DOI 10.20861/2312-8267-2018-52-005. — EDN YOWOHJ.

УДК 614.849
ББК 68.923

Сергей Александрович Шкунов

ФГБОУВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России»,
Москва, Россия (s.shkunov@academygps.ru, SPIN 7694-1573, ID: 860013)

Юлия Сергеевна Зайченко

ФГБОУВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России»,
Москва, Россия (y.zaichenko@academygps.ru, SPIN 9369-1800, ID: 1030211)

Моделирование поддержки принятия решений при управлении переоснащением территориальных пожарно-спасательных гарнизонов

Аннотация. В статье рассматривается обоснование принятия управленческих решений при переоснащении парка пожарных автомобилей территориальных пожарно-спасательных гарнизонов. Приводится визуализация при моделирования динамики показателей готовности в условиях переоснащения и без него.

Ключевые слова: моделирование, переоснащение, пожарно-спасательные гарнизоны, тушения пожара, поддержка принятия решений, оперативная готовность, техническая готовность.

Sergey A. Shkunov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Julia S. Zaichenko

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Decision Support Modeling in the Management of Re-equipment of Territorial Fire and Rescue Garrisons

Annotation. The article discusses the justification of managerial decisions when re-equipping the fleet of fire trucks of territorial fire and rescue garrisons. It provides visualization when modeling the dynamics of readiness indicators in the conditions of re-equipment and without it.

Keywords: modeling, re-equipment, fire and rescue garrisons, fire extinguishing, decision support, operational readiness, technical readiness.

В условиях ограниченных финансовых ресурсов и большом количестве задач, стоящих перед Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее – МЧС России), обоснованное распределение средств при оснащении и переоснащении парка пожарных автомобилей становится стратегически важной управленческой целью¹.

Проанализировав источники [1, 2], можно построить гистограмму на основе данных об обеспеченности пожарными автомобилями и количестве пожаров в 8 федеральных округах Российской Федерации (рис. 1).

¹ Указ Президента Российской Федерации от 2 июля 2021 г. № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации».

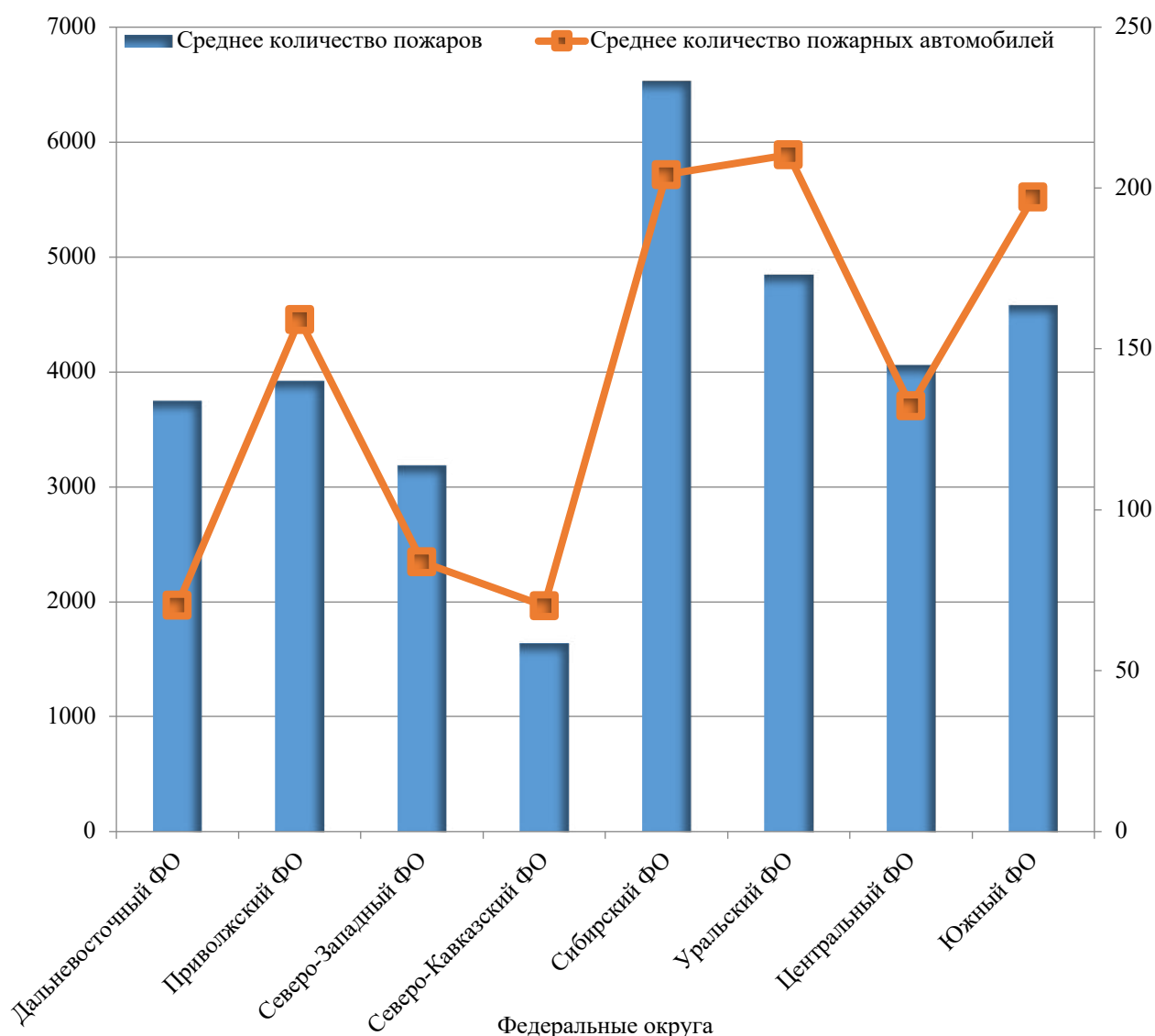


Рисунок 1 – Распределение среднего количества пожаров и пожарных автомобилей по федеральным округам (далее – ФО)

Из рисунка 1 видна взаимосвязь среднего числа пожаров и количества пожарных автомобилей в каждом округе по состоянию за 2023 год.

В Российской Федерации утверждена «Методика определения численности и технической оснащенности подразделений пожарной охраны, создаваемых для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ в населенных пунктах»¹, применение которой позволяет обосновать нормативную положенность в зависимости от определенных параметров, в том числе, рассмотренных выше.

Однако нормативная положенность регламентирует только количество, не учитывая «старение» пожарных автомобилей, процедуру оснащения и переоснащения. Законодательного обоснования принятия решений в данной области не предложено.

Традиционные подходы, опирающиеся на экспертные оценки, часто носят субъективный характер и могут не отражать фактические потребности территориальных гарнизонов, что выявляет необходимость применения информационно-аналитической поддержки для качественного обоснования принятия решений в области оснащения.

¹ Приказ МЧС России от 15 октября 2021 г. № 700 «Об утверждении методик расчета численности и технической оснащенности подразделений пожарной охраны».

Применение научно-практического подхода к решению данной проблемы на основе информационно-аналитической модели [3] позволит формализовать процесс принятия решений через количественную оценку состояния парка и прогнозирование эффекта от его обновления, обеспечивая объективность выбора приоритетных направлений финансирования. Методологическая основа модели два интегральных количественных критерия, позволяющих оценить текущее состояние и потенциал пожарно-спасательных подразделений [4, 5]:

- критерий оперативной готовности ($0 \leq K_{o.g.} \leq 1$) характеризует вероятность того, что подразделение окажется способным незамедлительно приступить к выполнению задачи и успешно выполнять её в течение требуемого времени (τ);
- критерий технической готовности ($0 \leq K_{т.г.} \leq 1$) отражает вероятность того, что автомобиль будет находиться в исправном состоянии в произвольный момент времени и в течение необходимого для выполнения задачи периода.

В качестве апробации модели на практике рассмотрим 2 сценария состояния оснащения некоторых 5 территориальных пожарно-спасательных гарнизонах (в целях соблюдения информационной безопасности и закрытости некоторых данных обозначим их номерами от 1 до 5) в течение трёх лет [1, 2]:

1. Сценарий без переоснащения (Рис. 2).

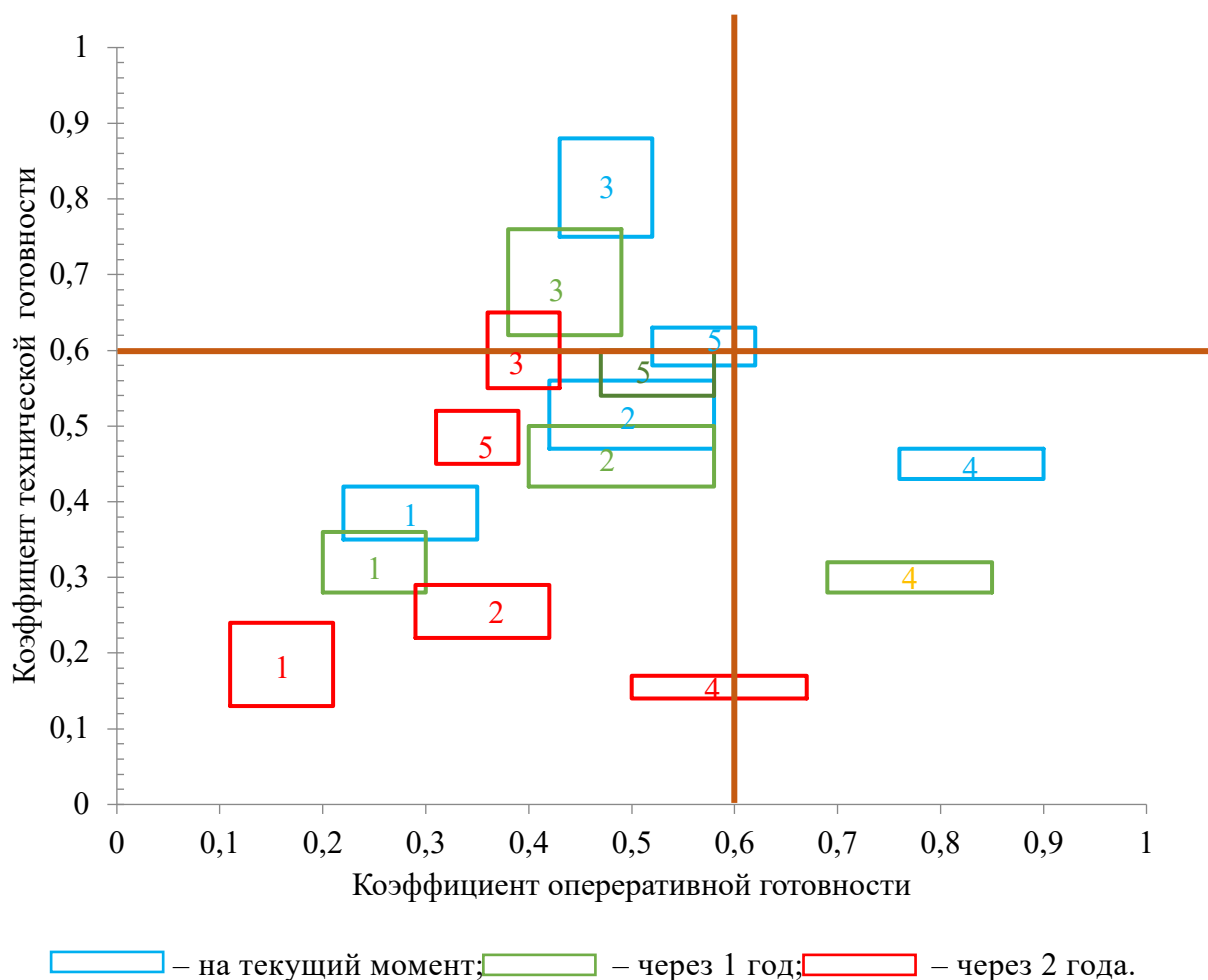


Рисунок 2 – Обстановка в некоторых территориальных пожарно-спасательных гарнизонах без проведения процедуры переоснащения

Графики демонстрируют устойчивую негативную тенденцию – последовательное снижение как оперативной, так и технической готовности парка основных пожарных автомобилей. Это закономерно ведет к увеличению времени реагирования и тушения

пожаров, росту числа жертв и материального ущерба, создавая прямую угрозу национальной безопасности и социально-экономическому развитию.

2. Сценарий с переоснащением (Рис. 3).

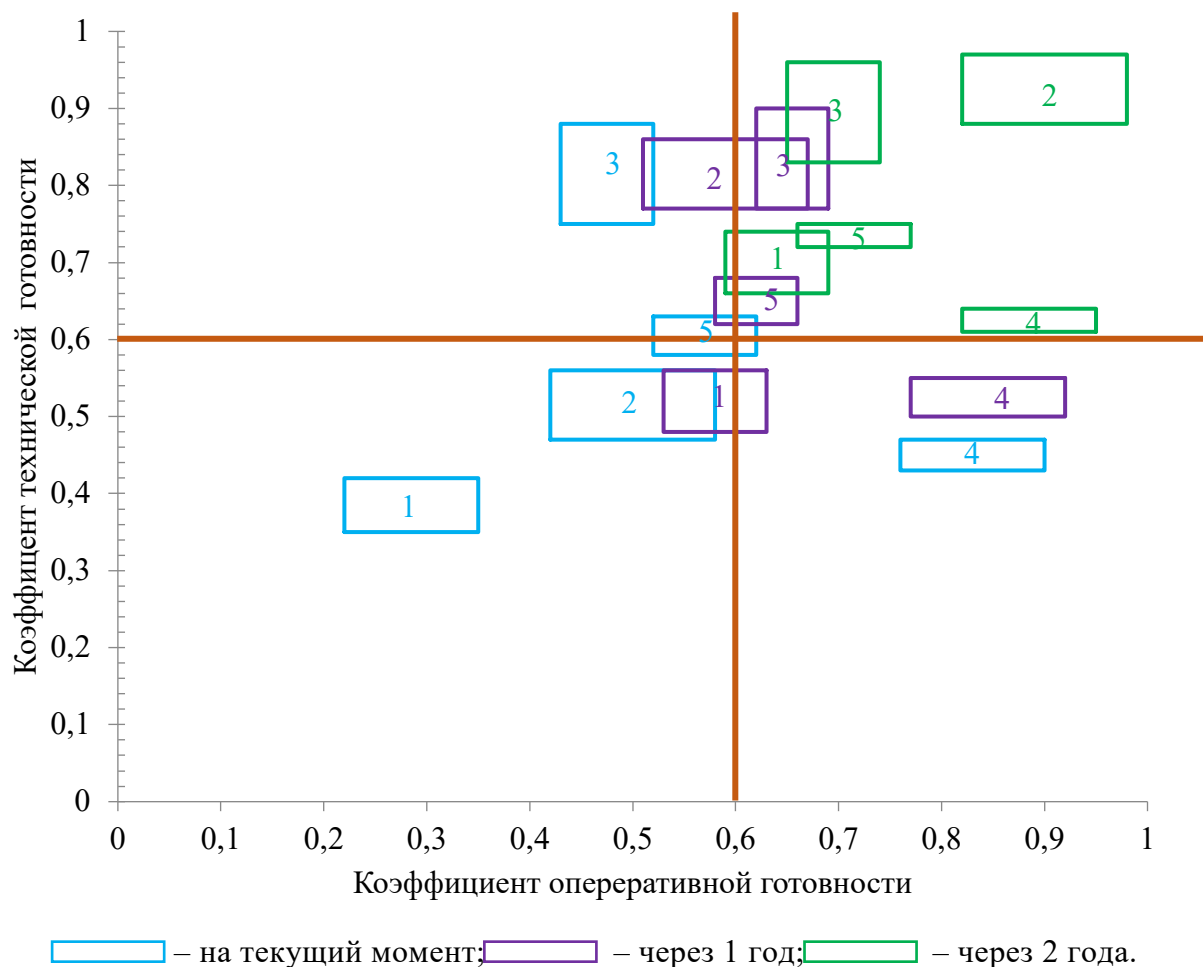


Рисунок 3 – Обстановка в некоторых территориальных пожарно-спасательных гарнизонах с проведением процедуры переоснащения

Моделирование показывает четкую положительную динамику. Систематическое обновление парка приводит к значительному и устойчивому росту значений двух критериев. Это означает качественно новый уровень возможностей пожарно-спасательных подразделений выполнять свои задачи: снижение количества отказов и ремонтов, что приводит к повышению надежности техники, и, как следствие, спасение большего числа жизней и сохранение материальных ценностей.

Для практической реализации модели возможно использование информационной система поддержки управления переоснащением, структура которой включает:

- Информационный модуль: базы данных по оперативному реагированию и техническому состоянию парка пожарной техники [6, 7].
- Расчетный модуль: формирует вариационные показатели занятости и временные ряды для значений $K_{o.g.}$ и $K_{т.г.}$ [8] за анализируемый период (например, год).
- Аналитический модуль: строит интервальные оценки критериев («максимин» и «минимакс») на основе временных рядов с использованием SSA-метода [9], что позволяет учитывать риск и неопределенность.
- Визуализационный модуль: представляет результаты в виде графиков и диаграмм, позволяя анализировать динамику готовности и моделировать эффект от

управляющих воздействий (изменения количественного состава парка пожарных автомобилей).

Таким образом, представленная информационно-аналитическая модель – это эффективный инструмент поддержки принятия решений в области управления распределением пожарных автомобилей. Её применение позволяет лицу, принимающему решение в области оснащения:

- сделать обоснованный выбор в процессе распределения ресурсов, перейдя от субъективных оценок к анализу данных.
- ранжировать объекты распределения по необходимости переоснащения на основе объективных критериев их текущей готовности.
- повысить уровень готовности техники для обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации, что напрямую окажет влияние на снижение пожарных рисков и защиту населения.

Исходя из вышесказанного, модель служит научной основой для реализации одного из направлений государственной политики в области технического оснащения МЧС России, способствуя оптимизации бюджетных ассигнований и повышению безопасности государства.

Список источников

1. Пожары и пожарная безопасность в 2024 г. Статистика пожаров и их последствий: информационно - аналитический сборник. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2025. 112 с.
2. Планы технического обеспечения МЧС России на 2022-2024 годы.
3. Шкунов, С.А. Информационно-аналитическая модель принятия решений по переоснащению парка пожарных автомобилей [Текст] / С.А. Шкунов // Пожаровзрывобезопасность. – 2016. – Т. 25.–№ 7. – С. 58–62.
4. Роенко, В.В. Критерии оценки вариантов переоснащения подразделений МЧС России / В.В. Роенко, Д.В. Тараканов, С.А. Шкунов // Технологии техносферной безопасности. 2014. № 5 (57). С. 12.
5. Роенко, В.В. Методика оценки уровня переоснащения подразделений МЧС России на примере субъектов Северо-Кавказского регионального центра МЧС России / В.В. Роенко, Д.В. Тараканов, С.А. Шкунов // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2015. № 3. С. 31-36.
6. Зайченко, Ю.С. Оперативная готовность пожарной техники Российской Федерации: свидетельство о государственной регистрации базы данных от 16.04.2019 г. № 2019620619 [Текст] / Ю.С. Зайченко, С.А. Шкунов, А.А. Матюшкин, Д.В. Тараканов. – Номер и дата поступления заявки: 2019620456 28.03.2019. – 1 с.
7. Зайченко, Ю.С. Показатели эксплуатации пожарно-спасательных автомобилей в субъектах Российской Федерации: свидетельство о государственной регистрации базы данных от 30.12.2020 г. № 2020622861 [Текст] / Ю.С. Зайченко, С.А. Шкунов. – Номер и дата поступления заявки: 2020622572 01.12.2020. – 1 с.
8. Программа по оценке коэффициентов технической готовности и оснащённости пожарных подразделений // Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ от 29.03.2017 г № 2017613787 / М.В. Алешков, С.А. Шкунов, В.В. Роенко, В.Д. Федяев.
9. Главные компоненты временных рядов: метод «Гусеница». Под ред. Д.Л. Данилова, А.А. Жиглявского. СПб: Изд-во СПбГУ, 1997. 308 с.

Сергей Владимирович Антонов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (S.Antonov@academygps.ru, SPIN 6439-1620, ID: 763527)

Обнаружение людей мобильным персональным устройством при пожарах в зданиях объектов энергетики

Аннотация. Современные мобильные персональные устройства оснащены инерциальными сенсорами — акселерометром и гироскопом, которые позволяют регистрировать движения людей с высокой точностью. Эти данные могут быть использованы не только для распознавания активности, но и для отслеживания местоположения человека при пожарах. В данной статье рассматриваются методы обнаружения и идентификации людей на основе анализа сигналов, полученных от акселерометра и гироскопа.

Ключевые слова: система оповещения, пожары и ЧС, обнаружение и спасение людей, акселерометр, гироскоп, инерциальные сенсоры.

Sergey V. Antonov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Moscow, Russia

Detection of people by a mobile personal device in case of fires in buildings of energy facilities

Annotation. Modern mobile personal devices are equipped with inertial sensors — an accelerometer and a gyroscope, which allow you to register people's movements with high accuracy. This data can be used not only to recognize activity, but also to track a person's location in case of fires.

This article discusses methods for detecting and identifying people based on the analysis of signals received from the accelerometer and gyroscope.

Keywords: warning system, fires and emergencies, detection and rescue of people, accelerometer, gyroscope, inertial sensors.

Ранее рассматриваемая система обнаружения людей (СОЛ) [1, 2] разделяется на активную и пассивную. В активной системе обнаружения людей (АСОЛ) рассматривается мобильное устройство персонального оповещения технического персонала объекта с функцией обратной связи на основе беспроводной сети Wi-Fi [3-4]. В пассивной системе обнаружения людей (ПСОЛ) [5-7] рассматривается мобильное устройство с функциями гироскопа и акселерометра. Пассивный режим применяется в взрывоопасных помещениях (машинный зал и др.) и после потери сигнала от Wi-Fi роутера (возможно произошло обрушение и человек находится под завалом).

- *Акселерометр* измеряет линейное ускорение по трём осям (X, Y, Z).
- *Гироскоп* фиксирует угловую скорость вращения вокруг тех же осей.

Совместное использование этих датчиков позволяет реконструировать сложные движения, включая ходьбу, бег, жесты и даже манеру держать устройство.

Для организации координированного управления спасением людей необходимо их обнаружить за преградой (за стеной, завалом и т.п. без возможности визуального их обнаружения) т.е. человек может находиться без сознания и привлечь к себе внимание он не в состоянии. Проводить спасение человека пожарным подразделениям будет более эффективно в случае, когда они будут заранее знать где находится пострадавший, а не проводить его поиски посредством обследования всех помещений объекта энергетики.

Задача не ограничивается лишь построением траектории — необходимо точно определить конечную точку маршрута, то есть место и время, где человек завершил перемещение. Конечная точка отличается от промежуточных остановок (например, проверка оборудования) и требует не только определения прекращения движения, но и подтверждения перехода в устойчивое стационарное состояние, для чего составляется система уравнений:

$$\begin{bmatrix} p_{end} = [x_{end}, y_{end}, z_{end}] \\ a(t) = [a_x(t), a_y(t), a_z(t)] \\ \omega(t) = [\omega_x(t), \omega_y(t), \omega_z(t)] \\ a_{res} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \end{bmatrix} \quad (1)$$

где:

p_{end} — конечная точка учитывающая временной момент t_{end} и координаты;

$a(t)$ — ускорение, измеренное акселерометром;

$\omega(t)$ — угловая скорость от гироскопа;

a_{res} — вектор результирующего ускорения;

Для обнаружения прекращения движения, на первом этапе, выполняется определение остановки с использованием комбинированного анализа, энергия сигнала акселерометра:

$$E(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} \|a(t-i)\|^2 \quad (2)$$

где:

$E(t)$ при ходьбе колеблется с периодом шага (1–2 Гц); при покое — стабильно низка.

Дисперсия угловой скорости:

$$\sigma_\omega^2(t) = \text{Var}(\omega(t-N:t)) \quad (3)$$

где:

$\sigma_\omega^2(t)$ при активном повороте или ходьбе — высока; при покое — близка к нулю.

Для определения активности используется лёгкая модель Random Forest, обученная на данных ходьбы, бега и покоя. Выход — вероятность состояния «покой» $P_{rest}(t)$. Остановка фиксируется, если в течение времени $T_{stop} = 3 - 5$ секунд: $E(t) < \tau_E$, $\sigma_\omega^2(t) < \tau_\omega$, $P_{rest}(t) > 0.95$.

Не каждая остановка — конечная точка. Для фильтрации кратковременных пауз применяется:

Анализ продолжительности покоя: если состояние покоя сохраняется дольше порога $T_{final} = 30 - 60$ секунд, событие классифицируется как конечная точка.

Оценка координат конечной точки: координаты определяются с учетом индивидуальных параметров человека и динамических характеристик движения по системе уравнений:

$$\begin{bmatrix} L = K \cdot \sqrt[4]{a_{max} - a_{min}} \\ q_t = \alpha \cdot (q_{t-1} + q_{guro} \cdot dt) + (1 - \alpha) \cdot q_{acc} \end{bmatrix} \quad (4)$$

где:

L — длина шага;

K — персонализированный коэффициент, определяемый в процессе калибровки;

a_{max} и a_{min} максимальное и минимальное значения ускорения во время шага;

q_t — результирующее значение объединения данных акселерометра и гироскопа;

α — коэффициент фильтра (0.98);

q_{guro} — изменения полученные от гироскопа; q_{acc} — изменения в ориентации, полученные из данных акселерометра.

Конечная точка маршрута p_{end} на момент t_{end} вычисляется как сумма векторов всех шагов:

$$P_{final} = P_{initial} + \sum_{i=1}^N L_i \cdot [\cos(\theta_i), \sin(\theta_i)] \quad (5)$$

где:

P_{final} и $P_{initial}$ - конечные и начальные координаты;

L_i - длина i -го шага;

θ_i - направление i -го шага в горизонтальной плоскости;

N - общее число шагов.

Выводы

Предложенный алгоритм обнаружения людей, на основе гироскопа и акселерометра, эффективен в условиях, где отсутствует внешняя навигационная инфраструктура. Однако он имеет ограничения:

- Зависимость от качества калибровки сенсоров.
- Сложность различения «конечной остановки» и «долгой паузы» без контекста.
- Индивидуальные особенности походки пользователя, требующие персонализированной калибровки.
- Накопление ошибок при длительном движении, особенно на маршрутах со сложной геометрией.
- Зависимость точности от положения устройства (карман, рука, сумка).

Обнаружение людей за преградами и в помещениях зданий объектов энергетики по данным акселерометра и гироскопа возможно с высокой достоверностью при использовании комбинированного подхода, включающего определение остановки, верификацию стационарного состояния и инерциальную навигацию.

Создание системы поиска людей, с учетом активной и пассивной подсистем, при пожарах в зданиях объектов энергетики позволит не только определять точное местоположение людей, оснащенных мобильными персональными устройствами, но и обеспечивать их спасение посредством оптимизации маршрута следования в безопасную зону.

Список источников

1. Антонов, С. В. Оптимизация путей спасения людей в зданиях объектов энергетики [Текст] / В. С. Бутко, В. И. Зыков // Пожары и чрезвычайные ситуации: предупреждение, ликвидация. 2024. № 4. С. 46–54. DOI:10.25257/FE.2024.4.46-54.
2. Антонов, С.В. Поиск людей при пожарах в зданиях объектов энергетики [Текст] / С.В. Антонов // Материалы XIII Международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов «Проблемы техносферной безопасности – 2024». – М.: Академия ГПС МЧС России, 2024. – С.74-83.
3. Антонов, С.В. Система персонального поиска людей при пожарах и чрезвычайных ситуациях / В. С. Бутко, В. И. Зыков // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. № 4. – 2023. – С. 20-26.
4. Антонов, С.В. Активная система оповещения и управления эвакуацией на основе сетей WIFI / В. И. Зыков // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции, 23 ноября 2023г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 7-11.
5. González-Alonso, J.; Oviedo-Pastor, D.; Aguado, H.J.; Díaz-Pernas, F.J.; González-Ortega, D.; Martínez-Zarzuela, M. Custom IMU-Based Wearable System for Robust 2.4 GHz Wireless Human Body Parts Orientation Tracking and 3D Movement Visualization on an Avatar. *Sensors* 2021, 21, 6642.
6. Strohmayer, Julian et al. Through-Wall Imaging based on WiFi Channel State Information // Julian Strohmayer. 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/abs/2401.17417> (дата обращения: 21.02.2026).
7. Jayaweera, Sakila S. et al. mmID: High-Resolution mmWave Imaging for Human Identification // IEEE 9th World Forum on Internet of Things (WF-IoT) (2023): 1-6. [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/abs/2402.00996> (дата обращения: 21.02.2026).

Роман Борисович Володченко

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (roma290279@mail.ru, SPIN 6493-6330, ID: 1121250)

Алексей Александрович Новиков

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (alnov57@gmail.com, SPIN 5317-2218, ID: 1277540)

Современные методические подходы по обоснованию выбора пожарного автомобиля

Аннотация. В статье рассматриваются методические подходы по обоснованию выбора пожарного автомобиля. Проведен анализ существующих методик оценки пожарной техники, включая эвристические методы решения многокритериальных задач и формальные методы решения многокритериальных задач. Представлена классификация критериев выбора, а также предложен алгоритм оценки и выбора пожарного автомобиля.

Ключевые слова: пожарный автомобиль, методика оценки, методические подходы, алгоритм оценки, критерии выбора.

Roman B. Volodchenkov

Federal State Budgetary Institution «All-Russian Scientific Research Institute of Fire Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia», Balashikha, Russia

Alexey A. Novikov

Federal State Budgetary Institution «All-Russian Scientific Research Institute of Fire Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia», Balashikha, Russia

Modern methodological approaches to substantiate the choice of a fire truck

Annotation. The article discusses methodological approaches to substantiate the choice of a fire truck. The analysis of existing methods for evaluating fire equipment, including heuristic methods for solving multi-criteria tasks and formal methods for solving multi-criteria tasks, is carried out. The classification of selection criteria is presented, and an algorithm for evaluating and selecting a fire truck is proposed.

Keywords: fire truck, assessment methodology, methodological approaches, assessment algorithm, selection criteria.

Эффективность и оперативность выполнения задач по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ в значительной степени определяются техническими характеристиками и надёжностью пожарного автомобиля в различных условиях эксплуатации. В условиях современной урбанизации и активного развития инфраструктуры требования к пожарной технике становятся всё более строгими и многогранными. Сегодня особенно актуальной остаётся задача оптимального выбора пожарного автомобиля среди многочисленных моделей, представленных на рынке. При этом необходимо учитывать не только технические параметры, но и оперативные задачи, а также экономическую целесообразность использования техники.

В этой связи актуальным является вопрос систематизации существующих методик оценки и выбора пожарных автомобилей, анализе современных методов многокритериального принятия решений и их практической апробации. Это позволит выработать обоснованные рекомендации для повышения эффективности использования пожарной техники в реальных условиях.

Эффективность методических подходов к выбору пожарного автомобиля заключается в обосновании его характеристик с учетом комплексного анализа качественных и количественных показателей, позволяющие оценить автомобиль, как комплексную систему, взаимодействующую с оператором и окружающей средой в критических условиях. Для грамотного планирования, контроля и определения оптимальных параметров пожарной техники необходимо провести всестороннюю оценку каждого образца, учитывая все его ключевые свойства и эксплуатационные характеристики.

Наибольшую популярность в процессе сравнительного анализа пожарной техники приобрели математические методы, используемые для решения задач обоснованного выбора. В контексте таких задач под решением понимается процесс обоснования, который можно разделить на аналитическую часть, включающую оценку, выводы и непосредственный акт выбора. Это подразумевает, что на конечном множестве альтернатив (в данном случае это могут быть различные модели пожарных автомобилей с их характеристиками) лицо, принимающее решение, чаще всего с помощью парных сравнений устанавливает различия между представленными альтернативами. Именно эти различия, то есть неодинаковость или различная значимость альтернатив с точки зрения лица, принимающего решение, становятся основным стимулом для осуществления выбора. Процедура сравнения альтернатив и установления их неэквивалентности является механизмом выбора, который базируется на определённых правилах и критериях.

Можно выделить три основных типа правил выбора: критериальные, ситуационные и равновесные [1,2].

В процессе решения задач сравнительного анализа наиболее распространенными являются критериальные правила выбора. Они основываются на предположении о существовании функции $g(x)$, значение которой для альтернативы x_1 становится меньше или больше значения для альтернативы x_2 в случае, если первая альтернатива предпочтительнее второй. Таким образом, функция $g(x)$ служит количественной мерой качества анализируемых объектов и отражает цели лица, принимающего решение.

Задачи сравнительного анализа, основанные на критериальных правилах выбора, делятся на однокритериальные и многокритериальные. В большинстве случаев приходится сталкиваться именно с многокритериальными задачами.

Обобщенно многокритериальную задачу сравнительного анализа можно описать следующим образом:

1. Задано множество объектов, каждый из которых характеризуется набором показателей.
2. Лицу, принимающему решение, необходимо выбрать один наилучший объект в рамках заданных ограничений (задача выбора) или упорядочить все объекты по определённому критерию - от лучшего к худшему (задача упорядочения).

В процессе постановки многокритериальной задачи ключевым аспектом является поиск компромиссного решения, которое учитывает противоречивые требования и ограничения. Решение частных однокритериальных задач позволяет выявить альтернативы, сужающие область компромиссов до более узкого множества, чем исходная область допустимых решений.

Процесс решения многокритериальной задачи включает два основных этапа:

- формирование области компромиссов - определение множества решений, которые нельзя улучшить по одному критерию без ухудшения другого;
- непосредственное решение задачи - выбор оптимального варианта из области компромиссов, который наилучшим образом соответствует предпочтениям лица, принимающего решение.

Результирующее решение многокритериальной задачи количественно отражает баланс интересов и занимает промежуточное положение между частными решениями, полученными при однокритериальном подходе.

Существует несколько подходов к решению многокритериальных задач, которые можно разделить на эвристические и формальные методы.

Эвристические методы основаны на субъективных оценках и экспертных суждениях. Они применяются в случаях, когда частные критерии представлены в виде числовых оценок (дискретные модели) или целевых функций (непрерывные модели). Основные виды эвристических методов включают:

Методы свертки критериев - объединение частных критериев в единый глобальный показатель.

Методы ограничений - перевод всех, кроме одного, частных критериев в ограничения, либо установление предпочтений между ними.

Эвристические методы позволяют учитывать субъективные предпочтения и опыт экспертов, однако их применение не гарантирует объективности и доказательности решений. В результате можно говорить лишь о степени правдоподобия и практической ценности получаемых выводов. Основным теоретическим недостатком эвристических методов является отсутствие универсальных правил принятия решений, что придает им феноменальный, субъективный характер.

Формальные методы [3] исключают субъективный подход на завершающем этапе решения задачи, используя полностью формализованные процедуры для раскрытия неопределенности системы. Важную роль в обосновании формальных методов играет системный подход, учитывающий множество факторов, влияющих на эффективность функционирования технических средств.

В отличие от критериального подхода, ситуационные правила выбора основываются на анализе ситуаций, в которых принимаются решения. Возможные решения формируются как функции от ситуаций, заложенных в модели выбора. Решение задачи в данном случае заключается в установлении соответствия между текущей ситуацией и одной из заранее заданных.

Равновесные правила применяются не к отдельным элементам задачи, а к множеству решений, возникающих в результате многошагового процесса. Условие равновесия формируется в процессе выбора и не задается заранее, как в критериальном или ситуационном подходах. Равновесные правила можно рассматривать как особое правило остановки многошагового механизма принятия решений, где ключевым понятием является равновесие.

Степень достижения симметрии в равновесных решениях может быть определена с помощью критериальных оценок (например, относительно линии, плоскости, центра). Установление факта достижения равновесного состояния возможно с использованием системы уравнений или ситуационного подхода. Равновесные решения часто проявляются в виде принципов равной защищенности, живучести, надежности и других, выполнение которых обязательно для достижения оптимального результата.

Таким образом, выбор подходящего метода зависит от специфики задачи, доступных данных и требований к объективности и обоснованности решений.

Основные достоинства и недостатки методических подходов при обосновании выбора пожарного автомобиля представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ методических подходов при обосновании выбора пожарного автомобиля

Характеристика	Эвристические методы	Формальные методы
1	2	3
Объективность	Низкая (зависит от экспертов)	Высокая
Сложность реализации	Низкая	Высокая
Требования к данным	Можно использовать неполные данные	Полные и точные данные
Гибкость	Высокая	Низкая (ограничена моделью)

Автоматизация	Трудно автоматизируются	Легко автоматизируются
Учет субъективных факторов	Легко учитывать	Сложно учитывать

При обосновании конкретного метода оценки необходимо должен определяться следующими факторами:

1. Цель оценки: закупка новой техники, сравнение ограниченного числа моделей, определение перспективных направлений развития.
2. Доступная информация: полнота технических данных, возможность привлечения экспертов.
3. Квалификация лиц, принимающих решения: владение математическим аппаратом, доступ к программному обеспечению.
4. Масштаб задачи: разовая закупка или формирование долгосрочной программы переоснащения.

Для типовых задач выбора пожарных автомобилей оптимальным представляется комбинированный подход¹, включающий [4] предварительный отбор альтернатив на основе нормативных требований, определение весовых коэффициентов критериев с использованием определенного метода, оценку альтернатив по совокупности критериев, проверку устойчивости результатов с помощью анализа чувствительности.

Основополагающим документом, регламентирующим номенклатуру показателей качества пожарных автомобилей, является ГОСТ². Данный стандарт устанавливает перечень основных показателей пожарного автомобиля, включаемых в технические задания на разработку, стандарты и технические условия. Номенклатура охватывает показатели назначения, показатели надежности, эргономические показатели, показатели транспортабельности и другие показатели. Также в ГОСТе³, определяются общие технические требования к основным пожарным автомобилям и методы их испытаний.

В научной литературе [4-6] предлагается рассматривать эффективность пожарных автомобилей как интегральную характеристику, включающую несколько взаимосвязанных показателей:

1. Оперативная эффективность как способность автомобиля быстро и качественно выполнять основные функции в реальных условиях чрезвычайных ситуаций. Включает такие показатели как, время разворачивания средств пожаротушения, маневренность в условиях плотной застройки, проходимость по пересеченной местности и запас хода и автономность работы.
2. Техническая эффективность и надежность, характеризующаяся безотказностью работы всех систем и агрегатов, ремонтпригодностью, долговечностью, наработкой на отказ, ресурсом основных агрегатов, доступностью узлов для обслуживания и ремонта.
3. Экономическая эффективность с точки зрения затрат на приобретение, эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт, а также оценку соотношения «затраты-результат» на протяжении всего жизненного цикла.
4. Эргономическая эффективность и безопасность, связанная с удобством и безопасностью работы экипажа, защищенностью автомобиля и операторов от внешних воздействий, компоновкой рабочих мест, доступом к оборудованию, защитой от теплового излучения, устойчивостью при работе на высоте.

¹ Рекомендации по оценке технического уровня и качества пожарных автомобилей. - М.: МВД СССР, 1978.

² ГОСТ 4.332-85 Система показателей качества продукции. Автомобили пожарные тушения. Номенклатура показателей. - М.: Стандартиформ, 1987.

³ ГОСТ 34350-2017 Техника пожарная. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний. - М.: Стандартиформ, 2018.

5. Экологическая эффективность, определяющая воздействие автомобиля на окружающую среду на всех этапах жизненного цикла (токсичность выхлопа, шум, утечки технологических жидкостей) [5,7].

При выборе пожарного автомобиля необходимо учитывать следующие ключевые технические показатели, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Основные технические показатели пожарного автомобиля

Параметр	Показатели	Влияние на эффективность
Массогабаритные	Полная масса, снаряженная масса, грузоподъемность, распределение нагрузки по осям	Определяют способность и допустимые условия эксплуатации
Динамические	Удельная мощность, максимальная скорость, время разгона	Влияют на оперативность прибытия к месту вызова
Проходимость	Углы въезда/съезда, дорожный просвет	Определяют возможность работы в сложных условиях
Маневренность	Минимальный радиус поворота	Важны для работы в условиях плотной застройки
Пожарно-технические	Производительность насоса, объем цистерны, объем пенообразователя	Определяют тактические возможности

На основе анализа существующих подходов может быть предложен следующий алгоритм выбора пожарного автомобиля:

- На первом этапе определяется потребность и условия эксплуатации.
- На втором этапе формируется перечень критериев оценки. Разработка иерархической системы критериев с учетом нормативных требований и особенности эксплуатации. Определение количественных и качественных показателей по каждой группе.
- На третьем этапе определяются весовые коэффициенты критериев. Проведение экспертного опроса с использованием метода анализа иерархий. Проверка согласованности экспертных оценок.
- На четвертом этапе проводится сбор данных по альтернативам. Формирование перечня рассматриваемых моделей пожарных автомобилей. Сбор технических характеристик, данных о надежности и стоимости.
- На пятом этапе осуществляется оценка альтернатив. Нормирование разнородных показателей. Расчет интегральных оценок по каждой альтернативе. Ранжирование альтернатив.
- На шестом этапе проводится анализ чувствительности и принятие решения. Оценка устойчивости результатов к изменению весов критериев. Принятие окончательного решения.

Проведенный анализ показывает, что проблема оптимального выбора пожарных автомобилей требует применения современных методов многокритериального принятия решений. Традиционные нормативные подходы, базирующиеся на ГОСТах и технических регламентах, должны дополняться методами, учитывающими специфику условий эксплуатации, оперативные потребности и экономическую эффективность. Практическое применение предложенных подходов позволит повысить обоснованность закупок пожарной техники, обеспечить соответствие требованиям заказчика пожарного автомобиля с его

реальной потребностью пожарными подразделения. Все это должно повысить эффективность применения пожарной техники при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ.

Список источников

1. Квалиметрия: учебное пособие / В.Н. Романов [и др.]. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2017. – 135 с.
2. Оглезнева Л. А. Квалиметрия: учебное пособие. Томск: ТПУ, 2012. – 215 с.
3. Данелян Т. Я. Формальные методы экспертных оценок / Т. Я. Данелян // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2015. – № 1. – С. 183-187.
4. Дворников А. И. Метод комплексной оценки технических параметров качества пожарных автоцистерн: специальность 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность (по отраслям)»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дворников Алексей Игоревич. – Санкт-Петербург, 2001. – 145 с.
5. Спиридонова А.В. Оценка комплексной эффективности пожарных аварийно-спасательных автомобилей // Международный научный журнал «Вестник Науки» Т.4. - 2025. - № 11(94). - С. 1180-1186.
6. Матухнов А. В. Управление оценкой качества и технического уровня образцов пожарной техники: специальность 05.13.10 «Управление в социальных и экономических системах»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Матухнов Александр Викторович. – Санкт-Петербург, 2006. – 178 с.
7. Критерии отнесения техники, находящейся на вооружении пожарных подразделений МЧС России, к категории «современная», «новая» или «перспективная» / Р. Б. Володченков, А. А. Новиков, Л. В. Щербатых, В. В. Володченкова // Пожарная безопасность. – 2022. – № 2(107). – С. 86-91.

УДК 614.842.66
ББК 30в6

Дмитрий Николаевич Горбунов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (dimulya.gorbunov.21@mail.ru)

Татьяна Евгеньевна Гаврилюкова

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (tgavrilyukova@gmail.com)

Михаил Михайлович Данилов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (mdagps@yandex.ru, SPIN 1539-8110, ID: 853796)

Алексей Николаевич Денисов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (dan_aleks@mail.ru, SPIN 1845-4634, ID: 231119)

Павел Владимирович Ширинкин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (shirinkinpavel@mail.ru, SPIN 5950-4858, ID: 759456)

Тактический прием применения инструмента при тушении пожара

Аннотация. Представлен тактический прием применения пневматического гайковерта с питанием от подвесных систем ДАСВ для повышения эффективности аварийно-спасательных работ при тушении пожаров. Рассмотрен вариант внедрения в подготовку пожарно-спасательных подразделений.

Ключевые слова: Тактический прием, упражнение, тактическая подготовка, пожарно-техническое вооружение, пожарный участник тушения, устройство, инструмент.

Dmitri N. Gorbunov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Tatiana E. Gavrilyukova

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Mihail M. Danilov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Aleksej N. Denisov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Pavel V. Shirinkin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Tactical method of using a tool during firefighting

Abstract. A tactical technique for using a pneumatic wrench powered by suspended breathing apparatus systems in the fresh air is presented to increase the effectiveness of emergency rescue operations during fire extinguishing. The option of implementation in the training of fire and rescue units is considered.

Keywords: Tactical technique, exercise, tactical training, firefighting equipment, firefighting participant in extinguishing, device, tool.

Эффективность аварийно-спасательных работ при тушении пожаров на соответствующих объектах во многом определяется скоростью и безопасностью проведения операций по вскрытию и разбору конструкций. В условиях развитых пожаров, особенно в замкнутых пространствах с высокой задымленностью и температурой, традиционные методы

демонтажа с использованием ручного инструмента часто оказываются неприменимы из-за значительных временных затрат, высоких физических нагрузок на личный состав и повышенных рисков для жизни и здоровья пожарных. Особую сложность представляют объекты с металлическими конструкциями, крепёж которых выполнен на болтовых соединениях, требующих значительного усилия для откручивания.

В современной практике пожарно-спасательных подразделений остро ощущается потребность в специализированном мобильном механизированном инструменте, способном обеспечить быстрое и безопасное вскрытие кровель, стен, технологических проёмов и других элементов зданий и сооружений. Существующие решения, такие как бензо и электропилы, гидравлические аварийно-спасательные инструменты или ручные ключи, имеют ряд существенных ограничений: риск искрообразования, зависимость от внешних источников энергии, большой вес, недостаточная мощность или низкая оперативность.

В качестве перспективного направления рассматривается использование пневматического инструмента, работающего от сжатого воздуха. Однако его применение зачастую сдерживается необходимостью организации подачи воздуха от стационарных или мобильных компрессоров, что снижает мобильность и оперативность звеньев газодымозащитной службы (далее – ГДЗС). В этой связи актуальной задачей является разработка и обоснование тактического приема применения легкого и автономного пневматического инструмента, интегрированного с индивидуальными системами дыхания пожарных.

Проведенное исследование демонстрирует, что интеграция пневматического гайковерта с подвесной системой ДАСВ (далее – ПС ДАСВ) позволяет создать компактный, автономный и высокопроизводительный комплекс, способный кардинально повысить скорость и безопасность демонтажных работ в экстремальных условиях пожара, что в конечном итоге способствует успешному выполнению основной задачи – спасению людей и ликвидации пожара на месте пожара участниками тушения пожара.

В соответствии с Федеральным законом №69-ФЗ «О пожарной безопасности» участники тушения пожара – это лица, непосредственно задействованные в тактике тушения пожара, действия которых направлены на спасение людей, имущества и ликвидацию горения в том числе лица по решению руководителя тушения пожар действуют в условиях оправданного риска. К ним относятся прежде всего личный состав пожарной охраны (сотрудники федеральной противопожарной службы МЧС России) и могут относиться также привлекаемые к тушению добровольные пожарные, персонал объектов и другие граждане. Ключевым признаком является – нахождение в «зоне пожара», то есть в пространстве, где происходят процесс горения и воздействуют опасные факторы пожара (высокая температура, задымление, токсичные продукты горения) при наличии сил и средств пожарно-спасательного гарнизона пожарной охраны.

В ходе выполнения своих задач участники тушения пожара используют штатное пожарно-техническое вооружение (оборудование) и/или аварийно-спасательное оборудование. Однако динамичная и непредсказуемая обстановка на пожаре зачастую требует нестандартных, импровизированных решений. Это приводит к ситуации, когда для достижения основной боевой задачи участники тушения пожара вынуждены применять инструмент, не входящий в основной табельный перечень используемого оборудования.

Примером такого нестандартного, но тактически оправданного применения инструмента может служить использование мощного пневматического гайковерта (рис. 1) для быстрого демонтажа кровельных сэндвич-панелей, закрепленных на болтах, где традиционные методы вскрытия (бензопила, гидравлические ножницы, ручные ключи) неприменимы или неэффективны из-за риска искрообразования, больших временных затрат и физической сложности. Проведённый натурный эксперимент по использованию пневмоинструмента, работающего от ПС ДАСВ, позволило кардинально повысить скорость и безопасность операции, что является яркой иллюстрацией адаптации и расширения функционала имеющихся средств в экстремальных условиях, где работа требует слаженного

взаимодействия, наличия специализированного оборудования и строгого соблюдения безопасности. При этом осуществляется техническая поддержка участников тушения пожара (случай использования иного инструмента для достижения цели основной боевой задачи).



Рисунок 1 – Фото инструмента

Поддержка участников тушения пожара включает в себя обеспечение их безопасности, выполнение обязанностей и прав при тушении, а также создание необходимых условий для эффективной работы на месте пожара.

Проблема нехватки оборудования на пожаре – это критический фактор, который напрямую влияет на эффективность тушения, безопасность участников тушения пожара и жизни людей, для обеспечения эффективной работы необходимо создавать новое или усовершенствовать имеющееся оборудование.

Представим случай из практики: пожар в закрытом помещении, огнем охвачена часть здания. Из-за отсутствия вентиляции пожар перешел в дымообразующую фазу. Весь объем был заполнен густым «разогретым» дымом, температура стремительно росла.

Тупиковая ситуация для тушения: попытка подать стволы на тушение пожара через входы неэффективны — горячий дым и газы мешают подаче огнетушащих веществ. Работа внутри была затруднена из-за высокой температуры и нулевой видимости, пожар грозил прогрессирующим обрушением металлоконструкции крыши. Принятое решение о необходимости провести вертикальную вентиляцию кровли позволило (выпустить дым, жар и токсичные газы) резко улучшить видимость и снизить температуру внутри, дать возможность безопасно локализовать пожар.

Альтернативные методы вскрытия и почему они не могут подойти. Бензопила/дисковый резак, риск – искры падающие внутрь помещения, могут вызвать новые очаги или резкое распространение пламени и время для проведения операции данного типа.

Гидравлические ножницы/кусачки, бесполезны ими можно перекусить профиль, но не открутить болт. Попытка «откусить» головку болта также трудоемка и дает сильную вибрацию.

Ручной инструмент (гаечные ключи). Время! Болтов на одной панели – десятки. Они затянуты с большим усилием и откручивать их вручную в боевом снаряжении неприемлемо (до 20 минут на панель). Каждая минута – рост температуры и угроза обрушения.

Положительным аспектом применения пневмогайковерта заключается в локальной скорости разворачивания сил и средств, мощности использования, снижении нагрузки, возможность работы в сложных условиях, взрывобезопасности. Отрицательным аспектом применения является зависимость от мобильного источника (ПС ДАСВ).

Оценка результатов позволяет достаточно быстро провести демонтаж и при возможности к реализации дооснастить инструментом для осуществления «среза» замков и решеток (та и в непригодной для дыхания среде).

Использование аналогов у специалистов зарубежных стран:

Наиболее распространенным аналогом является продукт американской компании Paratech – пневматический ударный инструмент Pakhammer (Pakhammer – это пневматический отбойный молоток (~5 кг), который специально спроектирован для работы от портативных воздушных баллонов, включая стандартные дыхательные аппараты пожарных).

Применение резка металла, пробивание стен, полов, аварийно-спасательные работы, данный инструмент применяется в горнодобывающей промышленности.

Так в современном моделировании действий, связанных с участниками тушения пожаров и проведения работ, связанных с тушением пожаров особое внимание должно занимать безопасность личности.

Успех в обеспечении безопасности личного состава при проведении работ по тушению пожара или оказанию помощи является неотъемлемой частью п подготовки пожарных. Поэтому профессиональная подготовка в подразделениях играет значимую роль в быстром и качественном выполнении поставленных задач.

Анализ и оценка уровня профессиональной подготовки дежурных караулов (смен) проводится на основании физической подготовки личного состава. Перечень предметов обучения, по которым проводится проверка и оценка профессиональной и физической готовности дежурных караулов (смен) пожарно-спасательных отрядов соответствует тематическим планам занятий. В ходе проверки и оценки уровня профессиональной готовности осуществляется проверка уровня теоретических знаний по: тактико-специальной подготовке, специальной (технической) подготовке, специальной пожарно-спасательной подготовке, оказанию первой помощи, психологической подготовке, радиационной и химической защите, охране труда, и контрольных упражнений (нормативов) по физической подготовке.

Предлагается рассмотреть тренировочное упражнение к выполнению норматива в боевой одежде. Начало выполнения норматива - после команды, окончание - в соответствии с условиями норматива. Условие выполнения: автомобиль устанавливается на ровной площадке с твердым покрытием, оборудование размещается в отсеках согласно табельному положению, пневматический гайковерт предлагается располагать в кабине автомобиля. Отсеки закрыты. Подробная информация представлена в развёрнутом плане.



Рисунок 2 – Фото выполнения тренировочного упражнения

Данное упражнение направлено на отработку действий при тушении пожара с использованием инструмента, а также для дополнительного опыта и мобильности на месте тушения пожара.

Развернутая последовательность проведения упражнения применения пневматического гайковерта с питанием ПС ДАСВ: на специально отведенной площадке располагаются пожарный автомобиль, в кабине которого располагаются комплект приспособления: ПС СИЗОД; пневматический гайковерт. На расстоянии 6 метров от пожарного автомобиля находится рабочий участок, где установлен профилированный лист с прикрученными шурупами к стойке, в количестве 5 штук.

Боевое развертывание и выполнение работ осуществляется следующим образом:

Начальное положение: исполнители находятся в кабине боевого расчета в ожидании сигнала. По сигналу: личный состав производит включение в СИЗОД, выполняется боевая проверка оборудования, после успешного завершения проверки один из исполнителей подсоединяет пневматический гайковерт к системе подачи воздуха ДАСВ и перемещается в рабочую зону. В рабочей зоне специалист с гайковертом приступает к последовательному откручиванию болтов, второй исполнитель находится в готовности к выполнению совместных действий. Завершающим этапом является полное откручивание всех крепежных элементов производится совместное снятие листа двумя исполнителями

Все действия выполняются с соблюдением техники безопасности и под контролем командира звена. Все работы проводятся в соответствии с установленными правилами использования СИЗОД

Критериями оценки являются: отлично – 200 с., хорошо – 230 с., удовлетворительно – 250 с.

Целью исследования является представление и научно-техническое обоснование тактического приема применения пневматического гайковерта с питанием ПС ДАСВ для повышения эффективности работ по вскрытию конструкций при тушении пожаров. Проведенное исследование демонстрирует актуальность и практическую значимость механизации тяжелых демонтажных работ в условиях тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ в том числе связанных с тушением пожара. Установлено, что применение исключительно ручного инструмента (ключей, воротков) для откручивания болтовых соединений на строительных конструкциях, кровле или технике является трудоемким, медленным и физически истощающим процессом, что в условиях дефицита времени может критически повлиять на решение основной боевой задачи.

Предлагаемое техническое решение, интегрированное в ПС ДАСВ позволяет изменить ситуацию обеспечивая скорость и мощность работы при демонтаже, что напрямую способствует сокращению времени доступа к очагу пожара или пострадавшему, а также снижению физической нагрузки на участника тушения пожара.

Ключевыми преимуществами являются её автономность (независимость от стационарных источников сжатого воздуха), мобильность, возможность работы в сложных условиях и относительно невысокая стоимость комплекта.

Расчеты показали, что при совместной работе гайковерта и дыхания газодымозащитника от одного баллона объемом 6,8 л обеспечивается достаточный для выполнения большинства оперативных задач запас времени. Наличие вспомогательных систем (редуктор, фильтр, фонарик) повышает надежность и безопасность использования.

Для успешной реализации необходимо включение соответствующих модулей в программы подготовки газодымозащитников, разработка руководств по применению и организация использования данного технического средства.

Список источников

1. Применение пожарных клиньев звеньями газодымозащитной службы / Д. П. Бирюков, М. М. Данилов, А. Н. Денисов [и др.] // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: Материалы IX Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню

гражданской обороны. В 5-ти частях, Москва, 28 февраля 2025 года. – Москва: Академия государственной противопожарной службы, 2025. – С. 265-269.

2. Ратникова О. Д., Перегудова Н. В., Зыков В. В. / Меры по совершенствованию системы пожарной охраны в субъектах Российской Федерации // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2019. №10.

3. Ткачёв А.С., Терейчик А.В. Организация газодымозащитной подготовки как основной фактор улучшения показателей при тушении пожаров различной сложности // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2014. №1 (5).

4. Веркин С.В., Кузовлев А.В. Организация работы тыла при проведения аварийно-спасательных работ и тушении пожаров // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. №9.

5. Сидоров А.П. Анализ современных методов тушения пожаров в Европе Режим доступа // Пожарная безопасность: исследования и практика. [Электронный ресурс] URL: <http://www.fire-safety-research.ru/articles/european-firefighting-methods>.

6. Тетерин И.М., Топольский Н.Г., Климовцов В.М., Прус Ю.В. Применение систем поддержки принятия решений руководителями оперативных подразделений при тушении пожаров в крупных городах [Электронный ресурс] // Технологии техносферной безопасности. 2008. №4 (20). 21 с. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2008-6/09-06-08.ttb.pdf>.

7. Берсуцкий А.Я. Развитие концептуальных подходов к формированию систем принятия решений Экономика промышленности. 2005. Т. 31. № 5. С. 102-109

8. Данилова М. А., Данилов М. М., Денисов А. Н., Захаревский В. Б., Шилина А. Н. Модель оперативного управления в принятии опорных решений с учётом оптимальности // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2018. № 3. С. 94–101. DOI: 10.25257/FE.2018.3.94-101

9. Системный анализ в управлении: Учеб. пособие / В.С. Анфилатов, А.А. Емельянов, А.А. Кукушкин; Под ред. А.А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика, 2002 - 368 с.

10. Кужелев П. Д. Интеллектуальное многоцелое управление // Economic Consultant. 2014. №4 (8).

11. Модель и алгоритм управления рисками гибели пожарных при тушении пожаров на металлургических предприятиях / И.Г. Цокурова, С.Н. Аникин // Computational nanotechnology. – 2021. - №3. – С. 76-85.

12. Соловьев А.Г. Методы тестирования тактики тушения пожаров в условиях городской среды Режим доступа // Пожарная безопасность: исследования и практика. [Электронный ресурс] URL: <http://www.fire-safety-research.ru/articles/testing-tactics-urban-environment>.

13. Климов А.В. Сравнительный анализ данных о результатах тушения пожаров в различных странах Режим доступа / Вестник международной пожарной безопасности. [Электронный ресурс] URL: <http://www.international-fire-safety-bulletin.ru/articles/comparative-analysis-firefighting-results>.

14. Григорьев С.К. Анализ эффективности тактики тушения пожаров в различных странах Режим доступа // Пожарная безопасность: исследования практика. [Электронный ресурс] URL: <http://www.fire-safety-research.ru/articles/effectiveness-firefighting-tactics>.

Виктор Борисович Захаревский

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (zyb_ptis_agps@mail.ru, SPIN 8036-6712, ID: 765222)

Алексей Николаевич Григорьев

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (lcuringa@mail.ru, SPIN 1467-6690, ID: 769321)

К вопросу применения аэрозольных огнетушащих составов для тушения пожаров в торговых центрах подразделениями пожарной охраны

Аннотация. В статье представлены результаты анализа использования аэрозольных огнетушащих составов для тушения пожаров в торговых центрах подразделениями пожарной охраны. Приводятся преимущества и ограничения в использовании аэрозольных огнетушащих составов на пожаре. Делается вывод о недопустимости использования аэрозольных составов в зданиях с массовым пребыванием людей.

Ключевые слова: аэрозольные огнетушащие составы, тушение пожаров

Victor B. Zakharevsky

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Alexey N. Grigoriev

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

On the Use of Aerosol Fire-Extinguishing Agents for Fire Suppression in Shopping Malls by Fire Departments

Abstract. This article presents the results of an analysis of the use of aerosol fire-extinguishing agents for firefighting in shopping malls by fire departments. It outlines the advantages and limitations of using aerosol fire-extinguishing agents in fire situations. The conclusion is drawn that the use of aerosol agents in buildings with high occupancy is unacceptable.

Keywords: aerosol fire-extinguishing agents, fire suppression.

Применение аэрозольных огнетушащих составов - способ тушения, при котором в защищаемый объем подаётся мелкодисперсный порошок (аэрозоль), образующийся в результате сгорания специального твердотопливного заряда в генераторе. Аэрозоль состоит из мельчайших частиц солей щелочных металлов (чаще всего калия), которые химически ингибируют (тормозят) цепную реакцию горения.

Основными плюсами применения аэрозольных огнетушащих составов для тушения пожаров является высокая эффективность использования в сравнении с порошковыми и газовыми огнетушащими составами [1]. Применение аэрозолей не требует применения насосно-рукавных систем и привлечения значительного количества сил и средств для тушения пожара (при определённых условиях). Компактность пожарно-технического вооружения позволяет минимизировать время боевого развёртывания подразделения для локализации пожара¹.

При всех положительных аспектах применения аэрозольных огнетушащих составов для тушения пожаров в торговых центрах имеются факторы, которые не позволяют использовать аэрозоли для тушения таких пожаров.

¹ Приказ МЧС России от 16 сентября 2024 г. № 777 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ»

Основными факторами ограничителями при использовании аэрозолей являются опасность для жизни людей из-за нулевой видимости в непосредственной близости от установки. Густое облако аэрозоля полностью лишает видимости (менее 1 метра). В условиях паники и сложной планировки торгового центра это делает спасательную операцию для подразделения пожарной охраны сложной задачей [4]. Высокая температура аэрозольного облака на выходе из генератора может достигать 300-400°C, что само по себе представляет опасность ожогов [3]. Токсичность продуктов сгорания аэрозоля и продукты пиролиза заряда могут быть раздражающими и вредными для дыхания в замкнутом пространстве. Психологический эффект: густой дым, шум и пламя от работающих генераторов усиливают панику [2].

В больших объёмах помещений аэрозольные составы будут не эффективны. Торговые залы, атриумы имеют огромный объем и часто значительную высоту. Аэрозольное облако просто не может равномерно заполнить такое пространство и поддерживать необходимую для тушения концентрацию достаточное время. Возникает эффект «выветривания» и расслоения аэрозоля.

Низкая проникающая способность аэрозоля не позволяет эффективно проникнуть внутрь шкафов, за прилавки, под стеллажи, где может находиться очаг пожара (например, горящая проводка или товары). Мелкодисперсные частицы аэрозоля загрязняют поверхности, дорогостоящее оборудование, текстиль, продукты питания.

Из-за низкой проникающей способности аэрозольных составов невозможно эффективно тушить тлеющие материалы. Аэрозольные огнетушащие составы эффективно тушат пожары (классы В, С, Е), но плохо справляется с глубоким тлением (дерево, ткани, бумага), характерным для пожаров в торговых центрах. Высокий риск повторного возгорания.

Таким образом, применение аэрозольных огнетушащих составов строго ограничивается небольшими, необитаемыми и герметичными техническими помещениями, где нет постоянного пребывания людей и при незначительных объёмах помещений. Это помещения серверных и ИТ - комнаты (очень редко, из-за риска для техники), электрощитовые и трансформаторные подстанции, помещения с горючими жидкостями (склады лакокрасочных материалов и т.п.). При всех условиях и ограничениях для подачи аэрозоля требуется отключение вентиляции и герметизация помещения, где возник пожар.

Таким образом, аэрозольные огнетушащие составы для тушения пожаров в основных помещениях торговых центров (торговые залы, зоны общественного питания, коридоры) использоваться не могут из-за смертельной опасности для людей. Их применение в торговых центрах ограничено небольшими техническими помещениями без постоянного присутствия людей, где их использование будет эффективно [4].

Список источников

1. Андреев, Ю. А. Эффективность аэрозольного пожаротушения при различных характеристиках защищаемого помещения / Ю. А. Андреев, С. П. Амельчугов, П. В. Ширинкин // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2018. – № 1(8). – С. 9-12.
2. Карпенчук, И. В. Экспериментальные исследования генератора огнетушащего аэрозоля с газодинамическим охладителем пожаротушащей смеси для обеспечения пожарной безопасности объектов строительства / И. В. Карпенчук, И. Ю. Аушев, П. В. Максимов // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2014. – № 2(36). – С. 121-129.
3. Максимов, П. В. Повышение безопасности генераторов огнетушащего аэрозоля путем применения конструктивного газодинамического охладителя пожаротушащей смеси / П. В. Максимов, В. В. Богданова // Пожарная безопасность. – 2025. – № 4(121). – С. 48-61.
4. Денисов, А. Н. Исследование факторов, влияющих на управление пожарными подразделениями при тушении пожаров в помещениях / А. Н. Денисов, А. А. Лукьянченко, А. В. Соколов, А. Н. Григорьев // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – Т. 20, № 8. – С. 48-52.

Виталий Викторович Савченко

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (pogarnik50@yandex.ru)

Алексей Николаевич Григорьев

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (lcurlina@mail.ru, SPIN 1467-6690, ID: 769321)

Применение жаргона на пожаре - теория и практика

Аннотация. В статье представлены результаты анализа используемого на пожаре профессионального сленга пожарных - «пожарного языка» (жаргона). Приводятся преимущества и ограничения в использовании жаргона на пожаре и официальных документах. Сделан вывод о необходимости изучения курсантами учебных заведений МЧС России профессионального сленга пожарных.

Ключевые слова: профессиональный сленг пожарных, тушение пожаров

Vitaliy V. Savchenko

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Alexey N. Grigoriev

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

The Use of Jargon in Firefighting - Theory and Practice

Abstract. This article presents the results of an analysis of the professional slang used by firefighters during firefighting operations—referred to as "firefighter language" (jargon). It outlines the advantages and limitations of using this jargon in firefighting situations and official documents. The conclusion emphasizes the necessity for students at the Emergency Situations Ministry educational institutions in Russia to study the professional slang of firefighters.

Keywords: firefighter professional slang, fire extinguishing.

Ключевым трендом современного образования специалистов в области пожаротушения является практико-ориентированный подход, который смещает фокус с теоретических знаний на формирование умений решать реальные задачи на пожаре. Одним из элементов формирования практических знаний и умений у выпускников Академии ГПС МЧС России является знание профессионального сленга пожарных - «пожарного языка» (жаргона).

Применение жаргона на пожаре - это не просто традиция, а функциональный инструмент, который решает конкретные задачи в экстремальных условиях.

Ключевые преимущества его применения являются скорость и эффективность постановки боевых задач¹. В условиях, когда каждая секунда на счету, длинные официальные формулировки неприемлемы. Жаргон позволяет передать сложную информацию одним-двумя словами. Например, вместо приказа «Произвести прокладку рабочей линии от автоцистерны к месту пожара и подать ствол «Курс-8» на тушение пожара на второй этаж» говорят «От автоцистерны подать ствол «Б» второй этаж».

Важным элементом применения жаргона является точность и однозначность отдаваемых команд. Жаргонизмы имеют строго конкретное значение внутри сообщества, что исключает разночтения. Например, команда «Дымосос» - это однозначный приказ привезти и

¹ Приказ МЧС России от 16 сентября 2024 г. № 777 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ»

подготовить к работе дымоудалющую установку. «Восмерка» — это не цифра, а определённый способ намотки пожарных рукавов.[2]

«Боёвка» - Боевая одежда пожарного. «Дать воду» - Подать огнетушащее вещество. «Давай воду на ствол!» - запрос к постовому на посту безопасности, находящегося у разветвления.

«Накрыться медным тазом» - Потерпеть неудачу, попасть в крайне неприятную ситуацию. «Если ветер сменится, мы все тут накроемся медным тазом» (о возможном резком развитии пожара). «Скатка» - свернутый в кольцо пожарный рукав. «Неси скатку на второй этаж!».

Ключевым является и краткость в радиообмене. По радиии важно говорить ёмко и по делу, чтобы не занимать эфир. Например, «Второй ствол в окно» - вместо «Подайте второй ствол через оконный проём». «Арбуз» Газовый баллон (опасность взрыва). «Осторожно, на кухне арбузы!» - мгновенно предупреждает всех об особой опасности.

Применение жаргона на пожаре позволяет проводить и сплочение коллектива. Общий язык создаёт чувство принадлежности к особой группе, укрепляет доверие и взаимопонимание между пожарными. Это элемент пожарного братства. Человек, который говорит на этом языке, - свой.

В каждой профессии есть своя особенная терминология, и у каждого она индивидуальна. Изучая боевую работу на практике изнутри, молодой специалист лучше понимает её сложность и может легче адаптироваться в коллективе.

Работа пожарных сопряжена с колоссальным стрессом. Жаргон, часто ироничный или циничный, помогает психологически справиться с ужасом происходящего [1].

Примеры: «Жратва» подгорание пищи, «Ток» теплоотражающий костюм, «Выезд» вызов на пожар, «Штаны» пожарный водосборник, «Палка» лестница-палка, один из видов ручных пожарных лестниц, «Тушила» высшая оценка степени профессионализма и признание коллег, «Бочка» пожарная машина, автоцистерна, «Хулиган» ручной инструмент для вскрытия конструкций, «Люстра» специальная световая сигнализация пожарного автомобиля, «Зачернили» ликвидация открытого горения, «Сухих рукавов» пожелание спокойного дежурства, «Взять партнер» звену ГДЗС взять с собой Бензорез, ««ЯША», ОН ЖЕ «ЖОРА»» в каждом подразделении он свой – его зовут только по имени, про него говорят не «принеси», а «позови». Это манекен пострадавшего, который есть в каждой части для тренировок и учений, «Краб» (в пожарно-спасательном спорте) — трёхходовое разветвление. Уже упомянутая «единица» (покойник) - это способ дистанцироваться от трагедии, чтобы продолжать работать.

Но есть и ограничения применения жаргона в официальных документах (отчёты, справки, рапорта), используется только стандартная терминология. При общении с представителями других служб (администрация объекта, полиция, медицинские работники) и с населением жаргон не используется, чтобы избежать недопонимания. На начальном этапе обучения курсантов сначала применяются правильные термины, а жаргон они усваивают уже на практических занятиях, понимая его смысл.

Таким образом, применение жаргона на пожаре - это оптимизированный профессиональный код, жизненно необходимый для быстрой, чёткой и психологически адаптированной работы в экстремальных условиях. Он отражает богатый и часто трагический опыт профессии, являясь неотъемлемой частью работы пожарного и как элемент эффективной работы на пожаре обязательно должен изучаться в учебных заведениях МЧС России.

Список источников

1. Денисов, А. Н. Генезис развития, современные реалии научно-методического и нормативного правового обоснования понятий «крупный пожар», «сложный (затяжной) пожар» / А. Н. Денисов, А. А. Порошин, М. М. Данилов [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. – 2025. – Т. 34, № 2. – С. 5-19.

2. Барабаш, В. С. Проблема использования жаргонизмов в профессиональном общении пожарных МЧС РФ / В. С. Барабаш, В. В. Колмакова // Язык в сфере профессиональной коммуникации : Сборник материалов международной научно-практической конференции, Орел, 27 ноября 2020 года / Под редакцией Н.Г. Акатовой. Том 1. – Орел: Среднерусский институт управления - филиал РАНХиГС, 2021. – С. 36-40.
3. Венжик, А. В. Профессиональная лексика сотрудников МЧС ДНР / А. В. Венжик, Н. И. Буяновская // Актуальные проблемы речевой культуры будущего специалиста: Материалы II Международной студенческой научно-практической конференции, Донецк, 17–20 мая 2022 года. – Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2022. – С. 65-67.
4. Еремин, Н. Н. Описание алгоритма и «пожарная матрица» / Н. Н. Еремин // Алгоритм безопасности. – 2019. – № 1. – С. 60-63.
5. Денисов, А. Н. Градиент идентификации достоверности результата апробации научной теории в пожарной тактике (гидрант пт) / А. Н. Денисов, М. М. Данилов, А. М. Новиков [и др.] // Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации: Материалы VII Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Москва, 24 ноября 2020 года. Том Часть 2. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2020. – С. 23-26.

УДК 004.896
ББК 32.813

Виктория Михайловна Давыдова

ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова» РЭУ им. Г.В. Плеханова», Москва, Россия
(viktorydavidova13@yandex.ru)

Николай Максимович Апарин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (n.aparin@academygps.ru, SPIN 6096-7807, ID: 1314419)

Науруз Эмирович Кипкеев

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (nauruz_kipkeev@mail.ru)

Руслан Николаевич Грацкий

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (R.Grackiy@academygps.ru)

Юрий Иванович Базаев

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (bazaev.yuriy002286@mail.ru)

Интеграция прогнозных моделей распространения огня на базе искусственного интеллекта в системы управления полетами беспилотными летательными аппаратами для оптимизации тактики пожаротушения

Аннотация. В статье приставлены актуальные проблемы повышения эффективности борьбы с природными пожарами за счет интеграции нейро сетевых прогностических моделей в контур управления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА). Показано, как совместное применение ИИ и дронов повышает скорость реагирования, точность прогнозирования и эффективность распределения ресурсов при тушении пожаров.

Ключевые слова: Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), искусственный интеллект, прогнозное моделирование, распространение огня, тактика пожаротушения, машинное обучение, рой дронов, периферийные вычисления (Edge Computing), лесные пожары, нейронные сети CNN.

Victoria M. Davydova

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Plekhanov Russian University of Economics", Moscow, Russia

Nikolay M. Aparin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Nauruz E. Kipkeev

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Ruslan N. Gratsky

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Yuriy I. Bazaev

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Integration of predictive fire propagation models based on artificial intelligence into flight control systems for unmanned aerial vehicles to optimize firefighting tactics

Abstract. The article addresses the current challenges of improving the effectiveness of natural firefighting by integrating neural network predictive models into the control loop of unmanned aerial vehicles (UAVs). It demonstrates how the combined use of AI and drones enhances the speed of response, accuracy of forecasting, and efficiency of resource allocation in firefighting operations.

Keywords: Unmanned aerial vehicles (UAVs), artificial intelligence, predictive modeling, fire propagation, firefighting tactics, machine learning, drone swarm, Edge Computing, forest fires, CNN neural networks.

Ключевой проблемой остается высокая динамичность огненной стихии, где задержка в принятии решения на 15–20 минут может привести к катастрофическим последствиям. Внедрение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) стало первым шагом к цифровизации пожаротушения, однако именно интеграция искусственного интеллекта (ИИ) и прогнозного моделирования в системы управления полетами превращает дрон из пассивного наблюдателя в активного тактического координатора.

Сердцем современной системы являются нейро сетевые модели, способные обрабатывать массивы данных в режиме реального времени. В отличие от классических физико-математических моделей, ИИ-алгоритмы (такие как сверточные нейронные сети CNN для анализа изображений и рекуррентные сети LSTM для временных рядов) учитывают нелинейные зависимости. Они анализируют мультиспектральные снимки, тип растительности («топливо»), влажность почвы, рельеф местности и локальные метеоусловия.

Таблица 1 – Сравнение методов мониторинга с передовыми системами на базе ИИ

Критерий сравнения	Традиционные математические модели	ИИ-модели (CNN, LSTM, GNN)
Скорость обработки	Низкая (требует ручного ввода параметров)	Сверхвысокая (анализ в реальном времени)
Учет факторов	Статический (ветер, уклон, топливо)	Динамический (турбулентность, влажность, тип листвы)
Адаптивность	Требует перенастройки при смене локации	Самообучается на основе новых данных с датчиков БПЛА
Прогноз искрения	Практически невозможен	Прогнозирует траекторию разлета искр (Spotting)
Управление БПЛА	Ручное или по заранее заданным точкам	Автономное с динамической сменой полетного задания

Интеграция таких моделей непосредственно в контур управления БПЛА позволяет предсказывать вектор распространения огня с точностью. Это создает основу для предиктивного управления, когда действия по локализации пожара предпринимаются не там, где огонь находится сейчас, а там, где он окажется через полчаса.

Принципы работы прогнозных моделей распространения огня

Прогнозные модели на базе ИИ анализируют множество факторов, влияющих на распространение огня, включая:

– **Статические данные:** тип растительности, характеристики лесного покрова (индекс листовой поверхности, NDVI — нормализованный вегетационный индекс), рельеф местности (высота над уровнем моря, уклон, направление склона), плотность населения, удалённость от дорог и населённых пунктов.

– **Динамические данные:** погодные условия (температура, влажность, направление и скорость ветра, количество осадков), текущее состояние пожара (скорость распространения, направление движения, интенсивность горения).

Для построения моделей часто используются **свёрточные нейронные сети (CNN)**, которые обрабатывают визуальные данные (спутниковые снимки, изображения с камер БПЛА) и выявляют ключевые признаки, связанные с распространением огня. Модели обучаются на исторических данных о пожарах, включая информацию о том, как пожары развивались в конкретных условиях.

Логическая схема таких моделей может включать этапы:

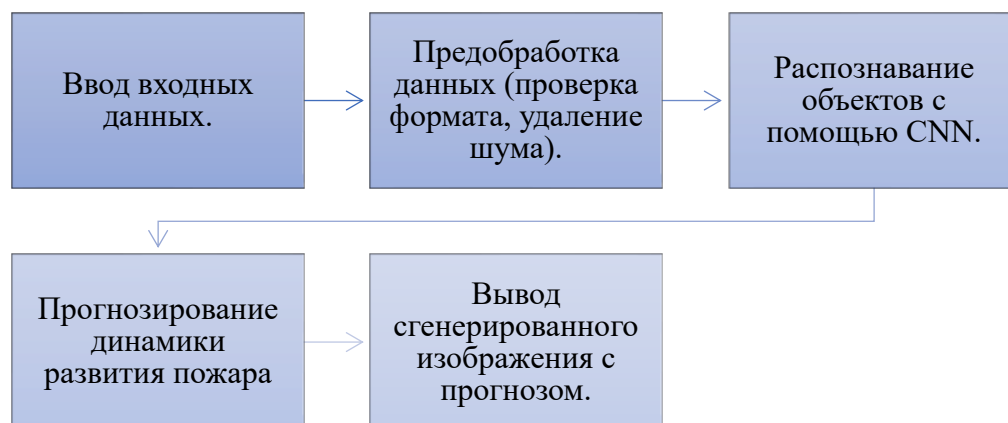


Рисунок 1 – Схема этапов работы прогнозных моделей распространения огня

Горизонт прогнозирования может составлять несколько дней, а шаг прогноза—один день.

Систематизация того, как именно прогнозные модели влияют на конкретные тактические решения в полевых условиях.

Таблица 2 – Оптимизация тактических сценариев пожаротушения

Тип тактической задачи	Прогнозный триггер ИИ	Оптимизированное действие БПЛА
Локализация фронта	Прогноз ускорения огня на склоне через 10 минут	Переброска группы БПЛА для создания заградительной полосы
Защита личного состава	Обнаружение риска «огненного кольца» вокруг группы	Автоматическая прокладка безопасного маршрута эвакуации
Экономия ресурсов	Выявление зон с низкой интенсивностью горения	Перераспределение автономных единиц на критические участки
Предотвращение новых очагов	Расчет траектории ветра и переноса горящих углей	Патрулирование зон за пределами основного периметра

Синхронизация ИИ и систем управления полетами. Основной технологический вызов заключается в создании замкнутой петли обратной связи. Прогнозная модель должна не просто выдавать «картинку» штабу, а автоматически корректировать полетные задания группы БПЛА. Это реализуется через концепцию Edge Computing (периферийных вычислений), когда часть мощных алгоритмов выполняется на борту аппарата.

Система управления, интегрированная с ИИ, способна решать критические задачи:

1. Адаптивное планирование маршрутов: БПЛА автоматически обходят зоны сильной турбулентности и перегрева, вызванные пожаром, сохраняя живучесть аппаратов.

2. Координация роя: Группа дронов распределяется вдоль кромки пожара таким образом, чтобы обеспечить 100% покрытие наиболее опасных участков, исключая «слепые зоны».

3. Динамическое целеуказание: для ударных БПЛА, несущих огнегасящие заряды, ИИ рассчитывает оптимальную точку сброса, учитывая снос ветра и скорость расширения очага.

Таблица 3 – Метрики эффективности интеграции

Показатель эффективности	Ожидаемый результат внедрения	Экономический/социальный эффект
Время реакции	Сокращение на 40-60%	Минимизация площади первичного возгорания
Точность прогноза	До 92% на горизонте 30 минут	Снижение расхода огнегасящих средств на 30%
Безопасность	Снижение рисков для пожарных на 80%	Отсутствие жертв среди личного состава
Автономность	Работа до 95% времени без участия оператора	Возможность работы в условиях сильного задымления

Интеграция прогнозных ИИ-моделей в системы управления БПЛА — это переход от тактики «борьбы с последствиями» к стратегии «упреждающего удара». Несмотря на технические сложности, связанные с автономностью и надежностью связи в экстремальных условиях, данное направление является путем к эффективному контролю над природными пожарами в XXI веке.

Список источников

1. Станкевич Т. С. Разработка метода оперативного прогнозирования динамики развития лесного пожара посредством искусственного интеллекта и глубокого машинного обучения // Вестник ИрГТУ. — 2018. — № 9 (140).
2. Арестов П. В. Анализ научных подходов прогнозирования возникновения и распространения пожаров на основе машинного обучения // Молодой учёный. — 2024. — № 16 (515). — С. 5–9.
3. Капральев Ю. В., Иванова А. М., Воротников А. М. Применение искусственного интеллекта в управлении группой беспилотных летательных аппаратов в ликвидации межрегиональных чрезвычайных ситуаций на северных территориях России // Arctic2035. — 2025. — № 22. — С. 69.
4. Пичковский Н. И., Кригер Н. А. Применение искусственного интеллекта и беспилотных летательных аппаратов для мониторинга, прогнозирования и тушения лесных пожаров в Республике Беларусь // Инженерная экология: сборник материалов студенческой научно-технической конференции 23–24 апреля 2025 г. / Белорусский национальный технический университет. — Минск: БНТУ, 2025. — С. 236–239.

УДК 614.841.1
ББК 30в6

Алексей Николаевич Денисов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (dan_aleks@mail.ru, SPIN 1845-4634, ID: 231119)

Михаил Михайлович Данилов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия, Россия (mdagps@yandex.ru, SPIN 1539-8110, ID: 853796)

Константин Сергеевич Власов

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (vlasov-k@yandex.ru, SPIN 3768-3260, ID: 757669)

Условия развития пожаров до крупных размеров

Аннотация. В статье описаны основные признаки, характеризующие сложность работ по ликвидации пожаров и факторы, влияющие на масштаб пожара. На основе комплексного анализа и экспертной оценки представлен метод объективного определения масштабов наиболее сложных пожаров в тактическом отношении. Представлена оценка пожара по сорока критериям. Представлена структура распределения средних размеров интервалов времени деятельности подразделений пожарной охраны Российской Федерации за пятилетний период.

Ключевые слова: боевые действия, признаки оценки, условия развития, крупный пожар, пожарная охрана, анализ статистики, интервал времени, средние показатели.

Aleksej N. Denisov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Mihail M. Danilov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Konstantin S. Vlasov

All-Russian Research Institute for Fire Protection of EMERCOM of Russia, Balashikha, Russia

Conditions for the development of fires to large sizes

Abstract. The article describes the main features that characterize the complexity of firefighting operations and the factors that affect the scale of a fire. Based on a comprehensive analysis and expert assessment, the article presents a method for objectively determining the scale of the most complex fires from a tactical perspective. The article presents an assessment of the fire based on forty criteria and the distribution of the average time intervals for firefighting operations in the Russian Federation over a five-year period.

Keywords: combat operations, evaluation signs, development conditions, large fire, fire department, statistical analysis, time interval, average indicators.

Анализ статистических данных показывает, что подавляющий вклад в обеспечение пожарной безопасности в Российской Федерации вносят подразделения Государственной противопожарной службы МЧС России [1]. Комплексный анализ распределения выездов пожарных подразделений по объектам показывает, что более 60 % пожаров приходится на объекты, расположенные на открытых территориях – мусор, сухая трава, пожнивные остатки, камыш, места открытого хранения и т.д., однако большой сложности с точки зрения организации применения сил и средств пожарной охраны [2 – 6] данные случаи не представляют.

На основе статистических методов и метода экспертных оценок [7 – 10] для объективного определения масштабов явления были отобраны наиболее сложные в

тактическом отношении пожары. Это пожары, произошедшие в зданиях, которых в общей сложности происходит порядка 30 % от общего количества. Однако, для чистоты эксперимента был введен еще один критерий для оценки тактической сложности – использование на пожаре газодымозащитной службы (ГДЗС), таких случаев регистрируется не более 10%, но именно они являются наиболее показательными.

Данные пожары оценивались по следующим сорока критериям: 1. Расстояние от ПСЧ до места пожара, км; 2. Площадь пожара, м²; 3. Время обнаружения; 4. Время сообщения; 5. Время прибытия первого пожарного подразделения; 6. Время подачи первого ствола; 7. Время локализации; 8. Время ликвидации открытого горения; 9. Время ликвидации последствий пожара; 10. Этажность здания; 11. Этаж, на котором возник пожар; 12. Количество техники, прибывшей к месту пожара; 13. Количество стволов, поданных на пожаре; 14. Общее количество погибших и травмированных; 15. Пожар с крупным ущербом; 16. Организация штаба пожаротушения; 17. Подача воды от автоцистерны без установки на водоисточник; 18. Подвоз воды к месту пожара; 19. Забор из водоисточника; 20. Другие способы водоснабжения; 21. Неисправности пожарной автоматики; 22. Низкая готовность персонала объекта; 23. Задержка персоналом сообщения о пожаре; 24. Конструктивные особенности зданий и сооружений; 25. Взрывы баллонов, технологических аппаратов и взрывчатых материалов; 26. Аварийный выброс и розлив ЛВЖ и ГЖ; 27. Плохое состояние дорог; 28. Пробки и другие задержки в пути; 29. Поломки пожарной техники на месте пожара; 30. Отсутствие водоисточников; 31. Отсутствие подъездов к водоисточникам; 32. Неисправность пожарных гидрантов; 33. Удаленность водоисточников (более 500 м); 34. Неукомплектованность боевых расчетов пожарных автомобилей; 35. Необходимость принятия первоочередных мер по спасению людей; 36. Необходимость отключения электропитания, газоснабжения и остановки технологического процесса на объекте пожара; 37. Эвакуация материальных ценностей; 38. Недопущение распространения пожара на соседние объекты; 39. Неблагоприятные метеорологические условия (ветер, мороз и др.); 40. Низкая боевая готовность пожарных подразделений.

Далее для всех сорока показателей вычислялись значения линейной корреляции Пирсона. В результате выявлено, что наиболее сильная прямая корреляционная зависимость наблюдается между показателями времени прибытия первого пожарного подразделения (показатель № 5) и временем ликвидации открытого горения на пожаре (№ 8), коэффициент корреляции $R \approx 0,9018$, что наглядно показан на диаграмме (Рисунок 1).

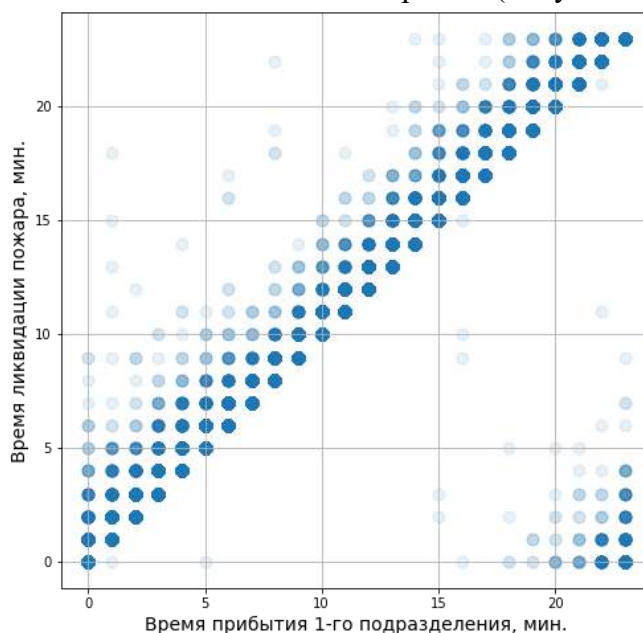


Рисунок 1 – Зависимость между показателями времени прибытия первого пожарного подразделения (показатель № 5) и временем ликвидации открытого горения на пожаре (№ 8), коэффициент корреляции $R \approx 0,9018$

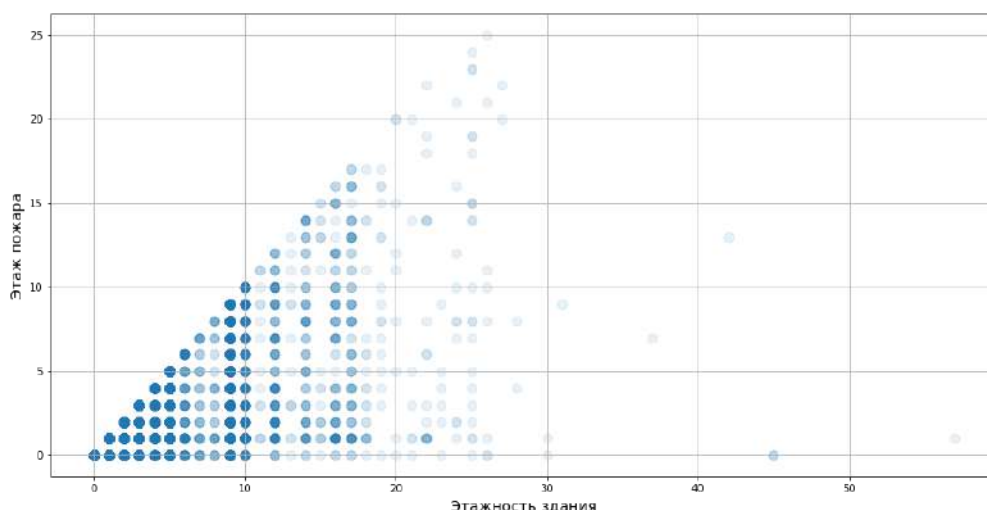


Рисунок 2 – Зависимость между показателями этажности здания и этажа, на котором возник пожар, коэффициент корреляции $R \approx 0,6848$

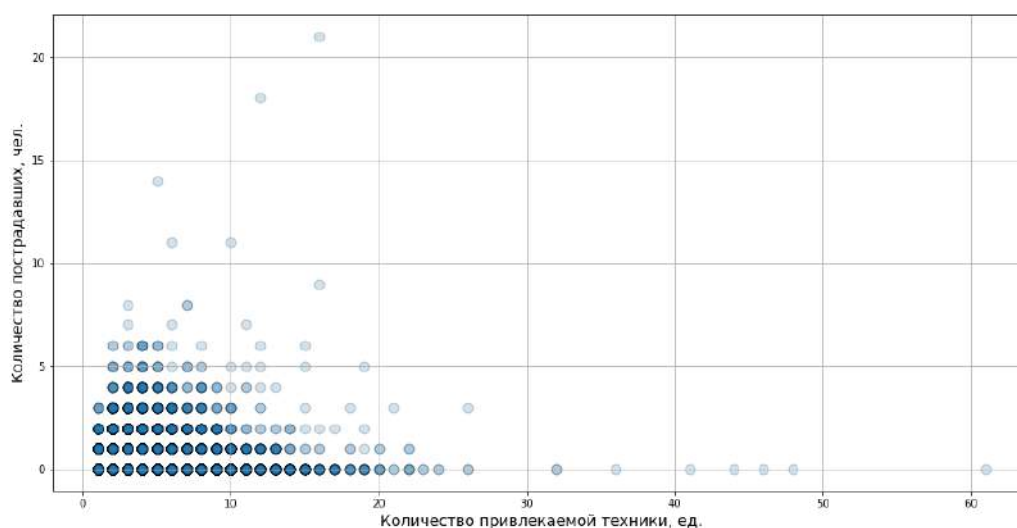


Рисунок 3 – Зависимость между показателями количество привлекаемой техники и количество пострадавших (погибших и травмированных), коэффициент корреляции $R \approx 0,1171$

В дальнейшем для общей оценки всех влияющих факторов с помощью методов модуля Pandas языка программирования Python 3 была создана корреляционная матрица размером 40×40 , на основе которой построены два неориентированных нагруженных графа с прямыми (Рисунок) и обратными зависимостями (Рисунок).

Прямые связи показывают наличие условий усиливающих влияние факторов. Например, очевидная связь 2-13 – площадь пожара и количество стволов, подаваемых на тушение, чем больше площадь пожара, тем больше требуется стволов.

Толщина линий, соединяющих узлы графа пропорциональна силе корреляционной связи (весу), а величина узлов и интенсивность окраски соответствует количеству связей.

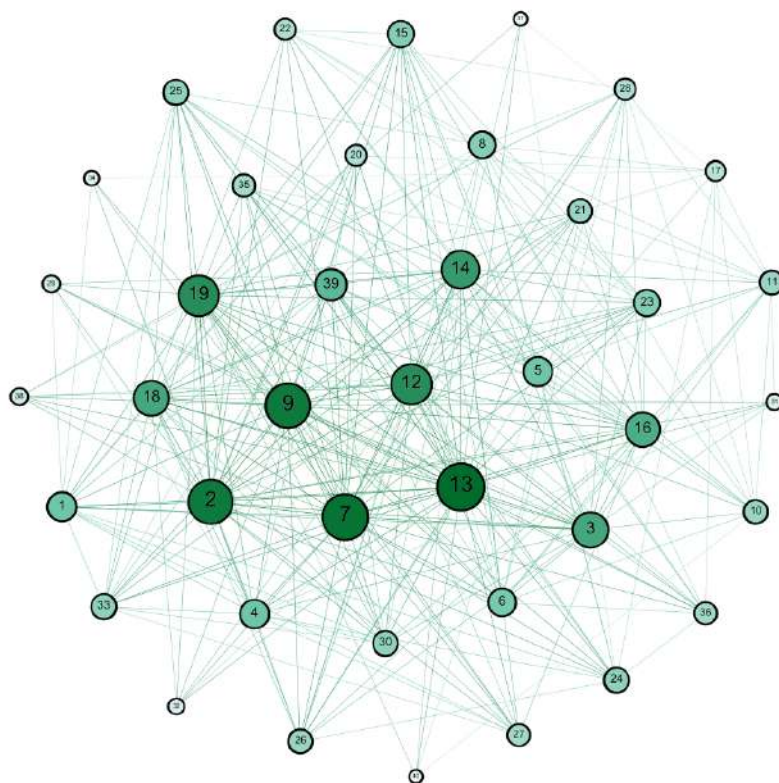


Рисунок 4 – Прямые корреляционные связи факторов, определяющих условия развития пожаров до крупных размеров

При анализе показателей по убыванию приводиться количество связей с наибольшим влиянием (количество стволов, поданных на пожаре, время локализации, площадь пожара, время ликвидации последствий пожара, количество техники, прибывшей к месту пожара, забор воды с установкой пожарных автомобилей водоисточника, общее количество погибших и травмированных, время обнаружения, подвоз воды к месту пожара, организация штаба пожаротушения и т.д.) и фиксируются узловые компоненты для последующего анализа по всей рассматриваемой совокупности связей при организации действий по тушению пожара на месте пожара. Оценка силы связи производится по шкале Чеддока.

Для подавляющего большинства пожаров в зданиях связь 5-8 имеет практически однозначную зависимость – чем быстрее прибывает первое пожарное подразделение, тем раньше удастся локализовать пожар. Это видно и по диаграмме (Рисунок 1).

Наличие очевидных причин для связи 1-4 определить достаточно сложно, возможно удастся это выявить при проведении дальнейших специальных углубленных исследований.

Связь 10-11 (Рисунок) имеет очевидные и объективные причины и не может вызывать сомнений, так же, как и связь 12-13.

Следующий граф (Рисунок) показывает взаимосвязь показателей с обратными зависимостями. В данном случае увеличение значения одного показателя с некоторой долей вероятности должно приводить к уменьшению значений, связанных с ним показателей.

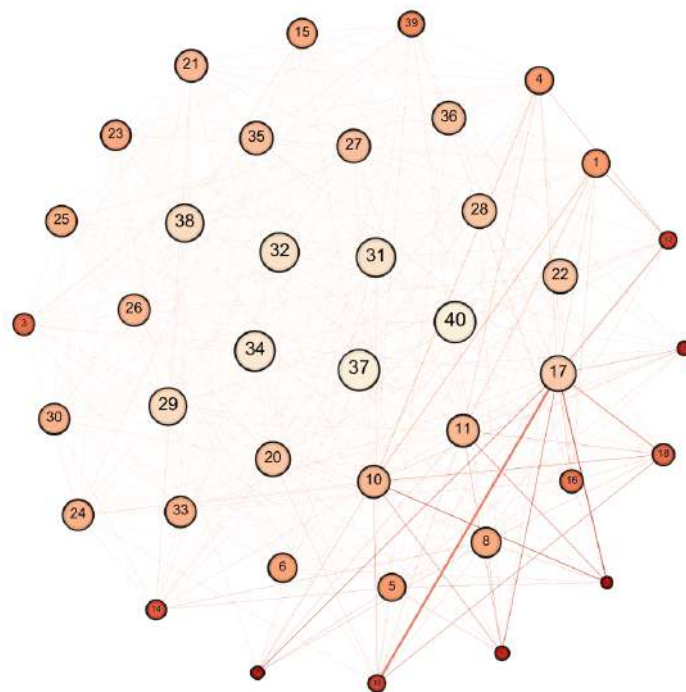


Рисунок 5 – Обратные корреляционные связи факторов, определяющих условия развития пожаров до крупных размеров

Однако оценка силы связей показала, что большинство из перечисленных выше узлов, несмотря на большое количество связей, практически не оказывают влияния на другие показатели.

Как уже наблюдалось выше, в результате анализа выявлены взаимосвязи, наличие которых предполагалось априори, без проведения каких-либо расчетов. Но в целом их присутствие является дополнительным подтверждением корректности используемой математической модели.

При таком подходе связи характеризуют организацию действий по тушению пожара на месте пожара. К примеру, можно трактовать, так что чем больше этажность здания, тем меньшее количество стволов подается на тушение пожара. Это может быть обосновано обстоятельством, что к более высоким зданиям, как правило, применяются более строгие требования по пожарной безопасности.

Список источников

1. Ратникова О. Д., Перегудова Н. В., Зыков В. В. / Меры по совершенствованию системы пожарной охраны в субъектах Российской Федерации // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2019. №10.
2. Ткачёв А.С., Теребейчик А.В. Организация газодымозащитной подготовки как основной фактор улучшения показателей при тушении пожаров различной сложности // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2014. №1 (5).
3. Веркин С.В., Кузовлев А.В. Организация работы тыла при проведения аварийно-спасательных работ и тушении пожаров // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. №9.
4. Степанов О.И., Худякова С. А. Применение моделей систем информационно-аналитического обеспечения пожарно-спасательных подразделений при пожаротушении // Вестник ДГТУ. Технические науки. 2019. №2.

5. Слепаков А. Н., Семенов А. О., Самойлов Д. Б., Бубнов А. Г. Особенности принятия решений по выбору безопасных позиций ствольщиков при тушении пожаров // Современные проблемы гражданской защиты. 2021. №1 (38).
6. Николаев Д. В., Триш А. А., Борисова М. Ю. Информационно-расчетное обеспечение принятия решений по применению сил и средств руководителем тушения пожаров // Наука, техника и образование. 2020. №10 (74).
7. Барикаев Е.Н., Черняк В.З. Методы экспертных оценок // Вестник Московского университета МВД России. 2013. №12.
8. Барлиани А. Г. Экспертные методы оценок в менеджменте / А. Г. Барлиани // Гео-Сибирь. – 2007. – Т. 6. – С. 186-188.
9. Дивина, Т. В. Основные методы анализа экспертных оценок / Т. В. Дивина, Е. А. Петракова, М. С. Вишневский // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2019. – № 7. – С. 42-44. – DOI 10.24411/2411-0450-2019-11072.
10. Нищук, Е. П. Сущность и анализ метода экспертных оценок и основные подходы к его использованию / Е. П. Нищук, С. В. Резниченко // Проблемы идентификации, качества и конкурентоспособности потребительских товаров: Сборник статей V Международной конференции в области товароведения и экспертизы товаров, Курск, 10 ноября 2017 года / Ответственный редактор Э.А. Пьяникова. – Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2017. – С. 206-210.

УДК 614.8
ББК 68.9

Алексей Николаевич Денисов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (dan_aleks@mail.ru, SPIN 1845-4634, ID: 231119)

Михаил Михайлович Данилов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (mdagps@yandex.ru, SPIN 1539-8110, ID: 853796)

Михаил Александрович Мареев

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (mareev.mikhail@mail.ru, SPIN 2799-9425; ID: 1232680)

Совершенствование организационного управления охраной труда в системе МЧС России на основе анализа статистических данных и моделирования

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена необходимостью сохранения жизни и здоровья личного состава МЧС России в условиях возрастающих профессиональных рисков, включая новые виды угроз. В работе представлен системный анализ статистических данных по травматизму и гибели сотрудников за период 2018 - 2025 годов, выявлены структурные сдвиги в причинах несчастных случаев, уделено внимание анализу новых факторов риска, связанных с военными действиями на приграничных территориях. Научная новизна заключается в интеграции методов статистического анализа, факторного моделирования и адаптации протоколов медицинской сортировки для обоснования управленческих решений. Разработаны рекомендации по совершенствованию системы управления охраной труда, включая алгоритм действий руководителя тушения пожара в условиях особой опасности и методику расчета сил и средств для обеспечения безопасности массовых мероприятий.

Ключевые слова: алгоритм, анализ, безопасность, военные факторы риска, газодымозащитная служба, методы спасения, организационная система, охрана труда, принятие решений, прогнозирование, профессиональные риски, травматизм, управление, чрезвычайные ситуации.

Aleksej N. Denisov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Mihail M. Danilov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Mikhail A. Mareev

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Improving organizational management of occupational safety in the Russian Ministry of Emergency Situations based on statistical data analysis and modeling

Abstract. The relevance of the study is due to the need to preserve the lives and health of the personnel of the Russian Ministry of Emergency Situations in the conditions of increasing professional risks, including new types of threats. The paper presents a systematic analysis of statistical data on injuries and deaths of employees for the period 2018-2025, identifies structural shifts in the causes of accidents, and focuses on the analysis of new risk factors associated with military operations in border areas. The scientific novelty lies in the integration of statistical analysis methods, factor modeling, and the adaptation of medical triage protocols to support management decisions. Recommendations have been developed to improve the occupational safety management

system, including an algorithm for the fire chief's actions in high-risk situations and a methodology for calculating the necessary resources to ensure the safety of mass events.

Keywords: algorithm, analysis, safety, military risk factors, gas and smoke protection service, rescue methods, organizational system, occupational safety, decision-making, forecasting, professional risks, injuries, management, and emergency situations.

Введение

Обеспечение безопасности личного состава при выполнении служебных обязанностей представляет собой одну из ключевых задач управления в организационной системе МЧС России. За период 2018-2025 годов структура профессиональных рисков претерпела существенные изменения: появились новые факторы угроз, связанные с военными действиями на приграничных территориях, возросла доля групповых несчастных случаев, трансформировались требования к экипировке и тактике действий пожарно-спасательных подразделений [1-3]. Право на социальное обеспечение и возмещение вреда, причиненного здоровью сотрудников, гарантировано законодательством (ФЗ - 141), что накладывает на руководство всех уровней особую ответственность за эффективность профилактической работы. Анализ сведений показывает, что в 2025 году количество погибших выросло до 24 человек, что на 7 человек превышает показатель предыдущего года. Каждый такой случай требует детального изучения причин и обстоятельств для выработки адекватных управленческих мер.

Сложившаяся ситуация диктует необходимость внедрения методов объективной оценки опасностей, идентификации рисков и разработки оперативных мероприятий, направленных на минимизацию угроз. Управленческие решения в данной области должны опираться не только на эмпирический опыт, но и на строгий количественный анализ, а также на современные научные методы моделирования [4, 5].

Цель статьи заключается в разработке научно-обоснованных рекомендаций по совершенствованию системы организационного управления охраной труда в МЧС России на основе комплексного анализа статистических данных за 2018-2025 годы и адаптации существующих алгоритмов действий в чрезвычайных ситуациях.

Основная часть

Исходными данными для анализа послужили официальные аналитические обзоры по травматизму и гибели, а так же статистические сборники МЧС России, охватывающие период с 2018 по 2025 год (Таблица 1.).

Таблица 1 – Основные показатели травматизма и гибели личного состава МЧС России (2018-2025 гг.)

Год	Пострадавших, всего, чел.	Погибших, чел.	Доля погибших, %	Групповых несчастных случаев, ед.
2018	262	9	3,4	11
2019	226	11	4,9	13
2020	168	14	8,3	7
2021	315	26	8,3	14
2022	208	7	3,4	8
2023	229	8	3,5	16
2024	399	17	4,3	45
2025	391	24	6,1	38

Анализ временных рядов позволил выявить нестационарность процесса. В 2024 - 2025 годах наблюдается стабилизация общего числа пострадавших на уровне 390 - 400 человек, однако структура несчастных случаев претерпела качественные изменения. Доля погибших в 2025 году выросла до 6,1 % против 4,3 % в 2024 году, что требует детального анализа причин.

Так же требует дополнительного изучения с позиций организационного управления корреляция между кадровыми характеристиками подразделений и уровнем травматизма [4].

Структурный анализ обстоятельств травматизма в 2025 году: при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ - 129 случаев (43,3%); в период служебной деятельности - 108 случаев (36,2%); при проведении спортивно-массовых мероприятий - 48 случаев (16,1%); при следовании на службу/со службы - 13 случаев (4,4%). Особого внимания заслуживает появление новой категории риска: 40 несчастных случаев (13 %) связаны с противоправными действиями третьих лиц (атаки беспилотных летательных аппаратов, артиллерийские обстрелы, детонация взрывоопасных предметов). В результате этих факторов пострадало 92 человека, из которых 6 погибло.

Исследования последних лет [6, 7] показывают, что уровень производственного травматизма в системе МЧС России детерминирован комплексом взаимосвязанных факторов. Факторный анализ, проведенный на массиве данных за 2021 - 2023 годы, позволил выявить 7 значимых факторов, объясняющих 75,2 % общей дисперсии [4].

Структура причин травматизма в 2025 году: Противоправные действия третьих лиц - 30,7 %; Неосторожность, невнимательность пострадавшего - 23,8 %; Пренебрежение средствами индивидуальной защиты - 10,2 %; Утомление, физическое перенапряжение - 6,4 %; Результаты чрезвычайной ситуации - 3,8 %; Внезапное обрушение конструкций - 3,1 %; Внезапное ухудшение состояния здоровья - 2,3 %; Прочие причины - 19,8 %.

На вновь присоединенных территориях [1], уровень травматизма, в 18 раз выше, чем на «старых» территориях (163,54 против 9,23 на 10 тыс. человек), причем 85,7 % травм связаны с факторами военного характера. Данный фактор требует разработки специальных организационных механизмов защиты личного состава.

Прогнозирование числа несчастных случаев на основе данных 2018 - 2025 годов сопряжено с высокой степенью неопределенности из-за нестационарности процесса и появления новых видов угроз. Использование линейных моделей нецелесообразно ввиду наличия структурных сдвигов в 2021 и 2024 годах. На основе анализа многолетней динамики выделим следующие факторы, определяющие точность прогнозов: изменения нормативной базы - периодическая корректировка приказов, регламентирующих порядок учета несчастных случаев; геополитические факторы - появление новых видов угроз (атаки БПЛА, артиллерийские обстрелы) создает непрогнозируемые всплески травматизма; климатические изменения - рост числа природных пожаров и паводков увеличивает нагрузку на личный состав; кадровая динамика - текучесть кадров, некомплект и изменение квалификационных характеристик влияют на уровень профессиональных рисков; технологические инновации - внедрение новых образцов техники и экипировки может как снижать, так и создавать новые риски. В этих условиях прогнозирование должно служить не столько для получения точных значений, сколько для идентификации периодов повышенного риска и обоснования необходимости превентивных управленческих мер. Ключевым становится не прогнозирование, а управление факторами, его определяющими.

Результаты статистического анализа позволили сделать вывод о том, что одной из основных причин гибели пожарных остается дезориентация и невозможность самостоятельной эвакуации из непригодной для дыхания среды. В 2025 году при тушении пожаров погибло 10 человек (42 % от общего числа погибших). В таких условиях личный состав подает сигнал бедствия. Действия руководителя тушения пожара (РТП) при получении такого сигнала от одного звена газодымозащитной службы были регламентированы в Боевом уставе. Однако ситуация коренным образом усложняется при поступлении сигналов одновременно от нескольких звеньев. В действующих нормативных документах порядок действий в таком случае не прописан (у том числе в Боевом уставе).

Для снижения неопределенности и повышения эффективности управления в критической ситуации предложен алгоритм [8, 9], основанный на адаптации протокола медицинской сортировки пострадавших «START» (Simple Triage and Rapid Treatment). Данный протокол позволяет в условиях «массового поступления пострадавших» быстро

распределить их по категориям в зависимости от тяжести состояния и шансов на выживание, сосредоточив усилия на тех, кому помощь может быть оказана наиболее эффективно. Перенос этого принципа в плоскость управления силами и средствами на пожаре предполагает следующую логику:

Оценка ситуации. РТП получает сигналы бедствия от двух и более звеньев ГДЗС.

Сбор информации. Через посты безопасности, радиосвязь, а также от других звеньев выясняется примерное местонахождение аварийных звеньев, характер угрозы и состояние личного состава (есть ли пострадавшие, находятся ли в сознании).

Определение жизнеспособности и приоритетов. РТП условно распределяет аварийные звенья на категории по аналогии с протоколом START: I категория (критические). Звенья, находящиеся в зоне непосредственного воздействия огня или высокой температуры, с вероятной быстрой потерей сознания. Требуют немедленного спасения, но с минимальными шансами на успех, если подразделения не находятся рядом. II категория (тяжелые). Звенья, оказавшиеся в ловушке (например, из-за обрушения), но имеющие запас воздуха и находящиеся на связи. Требуют срочного спасения, шансы высоки при правильной организации работ. III категория (средние). Звенья, потерявшие ориентацию, но имеющие возможность перемещаться и запас воздуха. Могут ожидать помощи некоторое время. Приоритет ниже, чем у II категории. IV категория (легкие). Звенья, самостоятельно вышедшие из опасной зоны. Их эвакуация может быть отложена.

Принятие решения (ПР) и распределение ресурсов. На основе определенных приоритетов РТП направляет имеющиеся в распоряжении резервные звенья ГДЗС для спасения коллег. Основные усилия направляются на спасение звеньев II категории, как имеющих наибольшие шансы на выживание при своевременной помощи.

Предложенный алгоритм не подменяет собой необходимость проведения детальной разведки, но позволяет систематизировать процесс ПР в условиях острейшего дефицита времени и информации. Данный алгоритм предполагает включения соответствующих разделов в программы подготовки РТП.

Данные 2025 года демонстрируют принципиально новый вызов для системы управления охраной труда в МЧС России - массовые поражения личного состава в результате военных действий. Среди групповых несчастных случаев 2025 года: 42 % связаны с атаками БПЛА и детонацией взрывоопасных предметов (в том числе случаи повторных атак на месте проведения работ). В этих условиях требуется адаптация организационных механизмов управления по следующим направлениям: разработка специальных действий в условиях военной угрозы, включая порядок наблюдения за воздушным пространством, использование укрытий, рассредоточение личного состава; оснащение средствами индивидуальной бронезащиты всех сотрудников, работающих в зонах повышенного риска. Использование: специальной экипировки может существенно снизить тяжесть последствий [1]; робототехнических средств для тушения пожаров и проведения разведки в зонах, где существует угроза для жизни личного состава [1, 10]; модифицированных алгоритмов ПР с учетом фактора возможной повторной атаки, включая создание резервных каналов связи и дублирующих пунктов управления; психологической подготовки личного состава к работе в условиях постоянной угрозы, включая обучение методам стрессоустойчивости и посттравматической реабилитации.

Выводы

Проведенное исследование позволило решить комплекс задач, направленных на совершенствование организационного управления охраной труда в системе МЧС России. В ходе системного анализа статистических данных за 2018-2025 годы установлена нестационарность процесса травматизма, выявлены структурные сдвиги в причинах несчастных случаев. Важным результатом выступает идентификация нового класса угроз - противоправных действий третьих лиц, которые в 2025 году составили 30,7 % от всех причин травматизма. Доказана высокая корреляция между уровнем травматизма и кадровыми

характеристиками подразделений, что требует совершенствования системы профессионального отбора и подготовки.

Факторный анализ, проведенный на основе современных исследований [1-10], позволил формализовать 7 значимых факторов, определяющих уровень травматизма, и установить риски.

Главный научный и практический результат работы заключается в разработке и адаптации алгоритмов управления в критических ситуациях. Предложенный алгоритм определения приоритетности спасения нескольких звеньев ГДЗС, базирующийся на принципах медицинской сортировки START, предлагает РТП однозначный и рациональный инструмент для ПР в условиях, когда одновременно требуется помощь нескольким группам пожарных.

Методика расчета сил и средств для обеспечения безопасности массовых мероприятий, позволяет повысить обоснованность управленческих решений при планировании за счёт ввода критериев расчета численности пожарных дозоров в зависимости от категории объекта и периодичности контроля.

На основе проведенного анализа сформулированы следующие рекомендации для руководителей территориальных органов и организаций МЧС России: Обеспечить неукоснительное соблюдение требований Боевого устава и Правил по охране труда в части использования средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения. Проводить на постоянной основе дополнительные занятия с личным составом с учетом рекомендаций по действиям в условиях применения беспилотных летательных аппаратов и взрывчатых веществ. Организовать ежедневный контроль технического состояния транспортных средств и соблюдения правил дорожного движения. Обращать особое внимание на соблюдение мер безопасности при работе на высоте и в условиях возможного обрушения конструкций. Внедрить в практику регулярный анализ микроповреждений (микротравм) для раннего выявления факторов риска. Перспективы дальнейших исследований связаны с: разработкой имитационных моделей для отработки алгоритмов спасения в различных сценариях пожаров с учетом фактора военных действий; созданием (совершенствованием) автоматизированных систем поддержки ПР для РТП; углубленным анализом влияния психофизиологических факторов на безопасность личного состава; разработкой методов, моделей, алгоритмов оценки эффективности профилактических мероприятий; исследованием взаимосвязи профессионального выгорания и травматизма.

Список источников

1. Кондашов А.А., Евдокимов В.И., Рыбников В.Ю., Бобринев Е.В. Анализ производственного травматизма сотрудников Федеральной противопожарной службы МЧС России на вновь присоединенных территориях // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2025. № 4. С. 32–42. DOI: 10.25016/2541-7487-2025-0-4-32-42.
2. Пилецкий Р.В., Денисов А.Н., Матюшин А.В. Анализ ключевых факторов принятия управленческих решений при тушении пожаров в регионах с нестабильным режимом функционирования // Технологии техносферной безопасности. 2025. № 1 (107). С. 21–35. DOI: 10.25257/TTS.2025.1.107.21-35.
3. Николаев Д.Ю., Синьковская И.Г. Методика профилактики травматизма у спасателей МЧС России на основании статистических данных // Актуальные проблемы современного социального знания. Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2023. С. 59–64.
4. Кондашов А.А., Удавцова Е.Ю., Мазаев К.А., Бобринев Е.В. Взаимосвязь кадровых характеристик пожарно-спасательных подразделений и уровня травматизма личного состава Федеральной противопожарной службы МЧС России // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2024. № 2. С. 86–98. DOI: 10.25016/2541-7487-2024-0-2-86-98.

2. Бушмелева К.И., Мягих К.П. Анализ существующих методов оценки производственного травматизма в структурах Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий // Успехи кибернетики. 2024. Т. 5, № 2. С. 84–89. DOI: 10.51790/2712-9942-2024-5-2-09.
3. Евдокимов В.И., Бобринев Е.В., Кондашов А.А. Возраст и риски производственного травматизма у категорий личного состава Федеральной противопожарной службы МЧС России // Безопасность труда в промышленности. 2024. № 1. С. 61–67. DOI: 10.24000/0409-2961-2024-1-61-67.
4. Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю. Специфика производственного травматизма личного состава Федеральной противопожарной службы МЧС России по причине «личная неосторожность» // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2023. № 2. С. 89–98. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-2-89-98.
5. Юрин К.С., Есева М.А., Данилов М.М., Денисов А.Н. Модель очередности оказания помощи звеньям ГДЗС в режиме опасности // Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации: Материалы IX международной научно-практической конференции. М.: Академия ГПС МЧС России, 2023. С. 214–217.
6. Кондрашина Е.О., Данилов М.М., Денисов А.Н., Доморацкий Н.А., Бирюков Д.П. Разработка мероприятий по повышению эффективности спасения звена ГДЗС в условиях особой опасности для личного состава // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: Материалы IX Международной научно-практической конференции. Ч. III. М.: Академия ГПС МЧС России, 2025. С. 304–309.
7. Цариченко, С.Г. Обоснование необходимости применения робототехнических средств для повышения тактических возможностей пожарных подразделений / С.Г. Цариченко, А.Н. Денисов, К.С. Власов // Пожарная безопасность. – 2014. – № 4. – С. 53-60. – EDN TAJDFD.

УДК 614.841.43
ББК 38.96

Алексей Николаевич Денисов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (dan_aleks@mail.ru, SPIN 1845-4634, ID: 231119)

Михаил Михайлович Данилов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия, Россия (mdagps@yandex.ru, SPIN 1539-8110, ID: 853796)

Виталий Александрович Максимкин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия, Россия (maksimkin-vitali@mail.ru, SPIN 2174-7715, ID: 1132279)

Максим Викторович Шевцов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия, Россия (shevtsovmv@mail.ru, SPIN 2206-2472, ID: 1132516)

Николай Юрьевич Клименти

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия, Россия (N.Klimenti@academygps.ru, SPIN 3444-7830, ID: 849894)

Граничные условия, определяющие динамику тушения пожара при горении вентилируемых фасадов

Аннотация. Представлены результаты (выборочные) системного анализа экспериментальных исследований поведения вентиляруемых фасадов в условиях пожара. Выявлены ключевые граничные условия, определяющие эффективность тушения и распространение горения: ширина воздушного зазора, наличие противопожарных отсеков, тип облицовочных материалов и теплоизоляции, геометрические параметры проемов. Установлено несоответствие между лабораторными испытаниями и реальными пожарами по скорости распространения пламени. Показано, что ветровые нагрузки способны увеличивать скорость распространения горения до 40 метров в минуту, что требует корректировки тактических приемов пожаротушения (методов и способов ведения боевых действий). Сформулированы рекомендации по совершенствованию нормативной базы и методик испытаний с точки зрения организации тушения пожаров.

Ключевые слова: пожарная безопасность, вентиляруемый фасад, распространение горения, граничные условия, воздушный зазор, противопожарная отсечка, огневые испытания, внешние факторы, блочный эффект, тактика тушения

Aleksej N. Denisov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Mihail M. Danilov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Vitaly A. Maksimkin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Maxim V. Shevtsov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Nikolay Klimenti Y.

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Boundary conditions determining the dynamics of fire extinguishing during combustion of ventilated facades

Abstract. The article presents the results (selected) of a systems analysis of experimental studies of the behavior of ventilated facades under fire conditions. Key boundary conditions determining extinguishing efficiency and fire spread are identified: air gap width, presence of fire barriers, type of cladding materials and thermal insulation, and geometric parameters of openings. A discrepancy in flame spread velocity between laboratory tests and actual fires is established. It is shown that wind loads can increase flame spread velocity by up to 40 meters per minute, requiring adjustments to fire extinguishing tactics (methods and techniques). Recommendations are formulated for improving the regulatory framework and testing methods for fire suppression.

Keywords: fire safety, ventilated facade, combustion spread, boundary conditions, air gap, fire cutoff, fire tests, external factors, block effect, extinguishing tactics.

Введение

Современное строительство характеризуется широким внедрением энергоэффективных решений, среди которых особое место занимают вентилируемые фасадные системы. Рост этажности зданий в сочетании с применением горючих материалов в многослойных конструкциях создает принципиально новые вызовы для системы обеспечения пожарной безопасности [1, 2]. Статистика последних десятилетий демонстрирует устойчивую тенденцию к увеличению количества пожаров с фасадным распространением горения: с 1990 по 2019 год частота таких пожаров возросла в семь раз, достигнув в среднем 4,8 случая ежегодно [3].

Не менее 41 пожара (по открытым зарубежным источникам) за период 2010-2021 годов приходится именно на вентилируемые конструкции (51 % всех пожаров и 70% пожаров с «промышленными» фасадными системами). Трагедия Grenfell Tower (2017 г.) с 71 погибшим и пожар в Lacrosse Building (2014 г.) с ущербом 5,7 миллиона долларов стали переломными моментами, заставившими международное научное сообщество пересмотреть методики к оценке пожарной безопасности фасадов.

Актуальность темы исследования обусловлена фундаментальным противоречием: существующие методы огневых испытаний, регламентированные национальными и международными стандартами, не в полной мере учитывают множество факторов реальной пожарной обстановки. Лабораторные условия принципиально отличаются от натурных, где одновременно действуют ветровые нагрузки, изменяющиеся термические напряжения, особенности приточной вентиляции и конструктивные дефекты [1, 2, 4, 5]. Цель исследования - выявление и систематизация граничных условий, определяющих динамику распространения горения по вентилируемым фасадам, и оценка их влияния на эффективность пожаротушения.

Научная новизна работы заключается в системном анализе граничных условий как взаимосвязанных факторов, определяющих поведение вентилируемых фасадов при пожаре, и выявлении критических расхождений между лабораторными испытаниями и реальными событиями. Теоретическая значимость состоит в развитии представлений о механизмах распространения горения в многослойных конструкциях с воздушным зазором и уточнении роли внешних факторов в динамике фасадных пожаров. Практическая значимость определяется возможностью использования полученных выводов для совершенствования тактических приемов тушения (методы и способы ведения боевых действий), нормативных требований и методик сертификационных испытаний.

Основная часть

Вентилируемый фасад представляет собой многослойную конструкцию, включающую несущее основание, теплоизоляционный слой, воздушный зазор и защитно-декоративный экран. Именно наличие вентилируемого промежутка создает принципиальную пожарную опасность, формируя непрерывный канал для распространения продуктов горения. Согласно СП 518.1311500.2022, воздушный зазор может составлять от 20 до 100 миллиметров в зависимости от конструктивного решения.

Блочный эффект (естественная тяга) в воздушном зазоре выступает основным механизмом, ускоряющим вертикальное распространение пожара. Критическая ширина

зазора составляет 25 миллиметров: при меньших значениях ограничивается поступление кислорода, при больших - создаются условия для интенсивного горения с двух сторон облицовочных панелей [3]. Эксперименты подтвердили, что при зазоре 40 миллиметров и более пламя не заполняет полностью все пространство, однако тепловые потоки к поверхности стены возрастают пропорционально уменьшению ширины канала.

Геометрия воздушного зазора определяет не только скорость распространения, но и возможность доступа огнетушащих веществ. В узких каналах (менее 30 миллиметров) применение стандартных пожарных стволов становится неэффективным из-за ограниченного пространства для формирования факела огнетушащего вещества. В широких зазорах (более 50 миллиметров) создаются условия для быстрого распространения горения, но сохраняется теоретическая возможность подачи огнетушащих составов.

Экспериментальные исследования: выявили принципиальные различия в поведении различных облицовочных материалов [7]. Керамогранитные плиты толщиной 5,6 миллиметра разрушались в течение первых 6 минут воздействия пламени, однако после первичного обрушения дальнейшая деградация практически прекращалась. Фиброцементные плиты толщиной 8 миллиметров демонстрировали иную динамику: первые признаки разрушения появлялись лишь к 11 минуте, после чего процесс прогрессировал до окончания часового испытания. Температурные измерения показали существенные различия: максимальная температура в зоне керамогранита достигала 862 °С, тогда как для фиброцементных плит этот показатель составил 735 °С. Разрушение керамогранита обеспечивало прямой доступ пламени к минераловатному утеплителю, что поддерживало высокие температуры. Фиброцементные плиты, благодаря армирующим волокнам, сохраняли целостность даже при значительной деформации, удерживаясь на перфорированных стальных лентах;

с различными типами утеплителя продемонстрировали [3] то, что горючая теплоизоляция способна увеличивать скорость распространения пламени в 3-6 раз по сравнению с негорючей. Для пенополиизоцианурата (PIR) характерна более высокая температура разложения (280-590 °С) и меньшая скорость выгорания, что создает условия для полного сгорания облицовки. Пенополистирол (EPS), напротив, быстро выгорает за 3-5 минут, не успевая прогреть облицовочные панели до температуры воспламенения.

Сравнительные испытания по методикам SP Fire 105 и BS 8414-1 [8], выявили критическое влияние ветровых нагрузок на повторяемость результатов. При испытаниях на открытом воздухе скорость ветра варьировала от 1,8 до 5,4 метра в секунду, что приводило к колебаниям температур на высоте 2,5 и 5 метров порядка 100 °С. Скорость выгорания древесного штабеля в тестах BS 8414-1 существенно различалась в зависимости от влажности древесины (10-16%) и ветровых условий [3].

На полноразмерной установке исследования [9, 10] доказано, что при ветровой нагрузке до 3,5 метра в секунду наблюдается отклонение факела пламени от вертикали и изменение конфигурации зон теплового воздействия. Факел приобретал пульсирующий характер с периодическим прижатием к поверхности фасада, что создавало неравномерные термические нагрузки [11].

Температура окружающей среды и относительная влажность также выступают значимыми факторами. В экспериментах, проведенных при 18,9 °С и 60,7 % влажности, динамика разрушения облицовки отличалась от испытаний при 21-26°С. Влажность влияла на теплопроводность материалов и интенсивность теплообмена излучением.

Проведённые исследования [12] на семи образцах с различным количеством горизонтальных и вертикальных барьеров продемонстрировали, что наличие двух горизонтальных отсечек недостаточно для предотвращения распространения горения при использовании горючего утеплителя. Температура в полости достигала 840 °С для PIR и 979 °С для фенольного пенопласта. Только установка четырех горизонтальных барьеров позволяла ограничить распространение горения. Вертикальные отсечки показали эффективность при использовании негорючего утеплителя, полностью предотвращая повреждение изоляции за барьером. Для горючих материалов эффективность зависела от

сочетания с горизонтальными отсечками: при отсутствии горизонтального барьера над уровнем измерений температура в полости возрастала вдвое. Противопожарные короба и отсечки, согласно СП 518.1311500.2022, должны выполняться из негорючих материалов и полностью перекрывать воздушный зазор. Однако экспериментальные данные свидетельствуют, что даже при соблюдении этих требований возможно проникновение продуктов горения через перфорированные стальные шпильки и конструктивные соединения.

Критический анализ крупных пожаров (Wooshin Golden Suites, октябрь 2010 г., г. Пусан, Южная Корея; Polat Tower, июнь 2012 г., г. Стамбул, Турция; Lacrosse Building, ноябрь 2014., г. Мельбурн, Австралия; Grenfell Tower, июнь 2017 г., Лондон, Великобритания) выявил систематические расхождения с лабораторными данными. Скорость распространения пламени в реальных условиях в 10-50 раз превышала показатели экспериментальных установок [3].

Для пожара в «Lacrosse Building» расчетная скорость распространения составила 5,4 метра в минуту по фасаду и 7,7 метра в минуту по балконам, тогда как в экспериментах [2] для аналогичных материалов скорость не превышала 0,31 метра в минуту. Пожар в «Polat Tower» распространился от 1 до 34 этажа (140 метров) за 3,5 минуты, что соответствует скорости 40 метров в минуту - сложно достижимой в лабораторных условиях.

Факторы, объясняющие расхождения, включают: свободное развитие тяги в реальных условиях без ограничений испытательного стенда; ветровые нагрузки, изменяющие траекторию факела; наличие горючих материалов на балконах и в примыкающих помещениях; разрушение облицовки с образованием падающих горящих фрагментов; особенности объемно-планировочных решений (форма зданий).

Анализ экспериментальных данных позволяет выделить факторы, определяющие возможность успешного пожаротушения:

Высота здания выступает критическим параметром, поскольку существующие пожарные автомобили (автолестницы, автоподъемники) имеют ограниченную досягаемость. При пожаре в «Polat Tower» (34 этажа) работа с земли оказалась невозможной, и тушение осуществлялось внутренними противопожарными системами.

Ширина воздушного зазора определяет возможность подачи огнетушащих веществ непосредственно в полость. При зазоре менее 30 миллиметров формирование эффективного факела распыленной воды затруднено. При зазоре более 60 миллиметров существует риск быстрого распространения пламени до подачи пожарных стволов.

Наличие противопожарных отсечек создает преграды не только для пламени, но и для огнетушащих веществ. Отсечки блокировали распространение горения, но одновременно препятствовали проникновению охлаждающих составов в верхние части полости [12].

Температурный режим определяет выбор огнетушащих веществ. При температурах выше 600 °С (в экспериментах [7], температура достигала 862 °С) применение воды стандартными пожарными стволами может приводить к парообразованию и ухудшению видимости.

Ветровые нагрузки влияют на траекторию компактных и распыленных струй. При скорости ветра более 5 метров в секунду эффективность наружного тушения снижается, требуется корректировка углов подачи стволов.

Заключение

Выявлены и систематизированы некоторые граничные условия, определяющие динамику распространения горения по вентилируемым фасадам и эффективность пожаротушения: Ширина воздушного зазора выступает фундаментальным фактором, определяющим скорость распространения пламени и возможность доступа огнетушащих веществ. Критический диапазон 25-50 миллиметров создает наиболее опасные условия для развития пожара. Тип облицовочного материала определяет характер разрушения: фиброцементные плиты сохраняют структурную целостность до 10-11 минут благодаря армирующим волокнам, керамогранит разрушается в первые 6 минут, но после первичного обрушения дальнейшая деградация замедляется. Горючая теплоизоляция способна

увеличивать скорость распространения пламени в 3-6 раз по сравнению с негорючей. При этом различные материалы демонстрируют индивидуальную динамику: PIR создает условия для полного сгорания облицовки, EPS быстро выгорает, не успевая прогреть панели до критических температур. Противопожарные отсечки эффективны только при комплексном применении: двух горизонтальных барьеров недостаточно для горючих материалов, требуется установка четырех отсечек, что технически сложно реализовать в типовом строительстве. Ветровые нагрузки способны увеличивать скорость распространения пламени до 40 метров в минуту, что в 10-50 раз превышает лабораторные показатели. Существующие методики испытаний не учитывают этот фактор в полной мере. Расхождение между лабораторными данными и реальными пожарами требует пересмотра методик к сертификации фасадных систем. Необходимо включение в программы испытаний факторов, моделирующих реальные условия: ветровые нагрузки, возможность разрушения облицовки, наличие горючих материалов на балконах.

Научная значимость работы заключается в развитии теории пожарной опасности многослойных ограждающих конструкций и уточнении роли граничных условий в формировании динамики горения. Практическая значимость определяется возможностью использования полученных результатов при разработке тактических приемов тушения (методы и способы ведения боевых действий), совершенствовании нормативных требований и создании новых методик испытаний. Перспективы дальнейших исследований связаны с изучением совместного действия ветровых и температурных нагрузок на различные типы фасадных систем, разработкой математических моделей, учитывающих граничные условия реальных пожаров, и созданием методов, моделей расчета необходимых параметров подачи огнетушащих веществ.

Список источников

1. Денисов, А. Н. Задача управления пожарно-спасательными подразделениями при эвакуации и спасении людей из многоэтажных зданий / А. Н. Денисов, Р. Н. Джангиев, Р. А. Усманов // Технологии техносферной безопасности. – 2017. – № 1(71). – С. 197-204. – EDN ZDRKDL.
2. Поддержка управленческого решения при спасении человека с использованием аварийно-спасательных средств в зданиях повышенной этажности / В. А. Максимкин, А. В. Иванов, А. Н. Денисов, М. М. Данилов // Студенческий форум. – 2023. – № 3-1(226). – С. 5-11. – EDN ORTWWR.
3. Çalışkan, M., & Korkmaz, E. (2023). Havalandırılmalı Giydirmе Cephe (Rainscreen) Sistemlerinde Yangın Yayılımının Deneysel Çalışmalar ve Gerçek Olaylar Üzerinden Karşılaştırılması. Kent Akademisi, 16(1), 632-661. [<https://doi.org/10.35674/kent.1189291>].
4. Комбинированный метод тушения пожаров в высотных зданиях с использованием насосно-рукавной системы высокого давления / С. А. Зеленков, А. В. Подгрушный, А. Н. Денисов, Р. И. Бордик // Пожаровзрывобезопасность. – 2017. – Т. 26, № 8. – С. 56-64. – DOI 10.18322/PVB.2017.26.08.56-64. – EDN ZTUOXX.
6. Алгоритмизация ведения боевых действий по тушению пожаров в инфекционных отделениях медицинских учреждений / А. Н. Денисов, И. И. Садыков, М. М. Данилов [и др.] // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2024. – Т. 28, № 3. – С. 184-200. – DOI 10.21869/2223-1560-2024-28-3-184-200. – EDN FXYMNM.
7. Изучение стадий пожаров как граничных условий модели управления тушением пожаров в жилых зданиях / С. В. Гундар, А. Н. Денисов, Д. Ю. Пигусов, В. Б. Коробко // Технологии техносферной безопасности. – 2017. – № 5(75). – С. 25-34. – EDN WDBFRJ.
8. Schabowicz, K. Ventilated facades in fire conditions – destruction of fibre cement boards and large-slab ceramic tiles / K. Schabowicz, P. Sulik, L. Zawislak // Materials. – 2020. – Vol. 13, No. 10. – P. 2379. [DOI: 10.3390/ma13102379].

9. Anderson J, Boström L, Jansson McNamee R, Milovanović B. Experimental comparisons in façade fire testing considering SP Fire 105 and the BS 8414-1. *Fire and Materials*. 2018; 1–9. [<https://doi.org/10.1002/fam.2517>].
10. Asimakopoulou, E.K. Experimental investigation of externally venting flames in under-ventilated compartment fires / E.K. Asimakopoulou, D.I. Kolaitis, M.A. Founti // *Proceedings of the 9th Mediterranean Combustion Symposium*. – Rhodes, Greece, 2015. – P. 1-14.
11. Asimakopoulou, E.K. Performance of a ventilated-façade system under fire conditions: An experimental investigation / E.K. Asimakopoulou, D.I. Kolaitis, M.A. Founti // *Fire and Materials*. – 2020. – Vol. 44, No. 6. – P. 776-792. [DOI: 10.1002/fam.2863]
12. Eleni, Asimakopoulou orcid icon, Dionysios, Kolaitis and Maria, Founti (2020) Performance of a ventilated-façade system under fire conditions: An experimental investigation. *Fire and Materials*, 44 (6). pp. 776-792. ISSN 0308-0501.
13. Colic, A. Influence of horizontal and vertical barriers on fire development for ventilated façades / A. Colic, I.B. Pečur // *Fire Technology*. – 2020. – Vol. 56, No. 4. – P. 1725-1754. [DOI: 10.1007/s10694-020-00950-w].

Алексей Николаевич Григорьев

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (lcurlina@mail.ru, SPIN 1467-6690, ID: 769321)

Алексей Николаевич Денисов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (dan_aleks@mail.ru, SPIN 1845-4634, ID: 231119)

Дмитрий Сергеевич Евтеев

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (garnett21@list.ru, SPIN 7499-0486, ID: 1065366)

Унификация условно-графических обозначений на схемах расстановки сил и средств

Аннотация. В статье представлены результаты анализа использования условно-графических обозначений пожарных рукавов на схемах расстановки сил и средств. Приводятся различные трактовки условно-графических обозначений, описываются преимущества и недостатки их использования в практической деятельности пожарно-спасательных гарнизонов. Делается вывод о целесообразности использования единственного условно-графического обозначения пожарных рукавов.

Ключевые слова: условно-графические обозначения, пожарный рукав, номинальный внутренний диаметр.

Alexey N. Grigoriev

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Alexey N. Denisov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Dmitry S. Evteev

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Unification of conventional graphic symbols on force and means deployment diagrams

Abstract. The article presents the results of the analysis of the use of conventional graphic symbols for fire hoses on the diagrams of the deployment of forces and means. Various interpretations of conventional graphic symbols are given, and the advantages and disadvantages of their use in the practical activities of fire and rescue garrisons are described. The article concludes that it is advisable to use a single conventional graphic symbol for fire hoses.

Keywords: conventional symbols, fire hose, nominal inner diameter

Единое и правильное начертание условно-графических обозначений на схемах расстановки сил и средств – это важный вопрос, с которым постоянно возникают сложности в подразделениях пожарной охраны и в образовательных учреждениях системы МЧС России при организации учебного процесса. Разнотчение в обозначениях диаметров пожарных рукавов вызывает проблемы адаптации обучающихся, выпускников, практических работников и создает потенциальную путаницу при управлении силами и средствами на пожаре.

Условно-графические обозначения выполняют не только символическую, но и существенную практическую функцию. Их корректное использование позволяет повысить мотивацию и вовлеченность обучающихся, являясь элементом реализации практико-ориентированного подхода в образовании [1]. Это, в свою очередь, обеспечивает более качественную подготовку выпускников к реальным условиям работы, позволяет им быстрее

адаптироваться на занимаемой должности, поскольку они уже имеют опыт решения учебно-практических задач.

В образовательных учреждениях системы МЧС России для указания диаметров пожарных рукавов преобладает применение обозначения номинального диаметра DN (условного прохода) (например, DN 50, DN 65, DN 80) с ориентацией на общие инженерные стандарты проектирования и связь специальных дисциплин [3]. В то же время, в практике пожарно-спасательных гарнизонов для обозначения диаметров рукавов на схемах используется номинальный внутренний диаметр (например, 51 мм, 66 мм, 77 мм), что исторически сложилось и не противоречит требованиям действующего стандарта, который устанавливает общие технические требования и методы испытаний напорных пожарных рукавов¹. Существующие разночтения (номинальный диаметр (условный проход), внутренний диаметр) создают дополнительные сложности при адаптации выпускников к практической деятельности, связанной с тушением пожаров.

Анкетирование выпускников и практических работников, осуществленное для количественной оценки сложностей адаптации и их причин, показало, что преобладающее большинство (75 % от общего количества респондентов) используют на схемах внутренний диаметр рукава, 9 % - номинальный диаметр (условный проход), 16 % - не используют условно-графические обозначения рукавов. Использование условно-графических обозначений пожарных рукавов на схемах расстановки сил и средств представлено на рисунке 1.



Рисунок – Использование условно-графических обозначений пожарных рукавов на схемах расстановки сил и средств

Разночтения в оформлении схем происходят из-за одновременного использования двух различных характеристик одного и того же рукава: номинального диаметра DN (условного прохода) и номинального внутреннего диаметра. Например, для рукава с номинальным диаметром (условным проходом) DN 80 номинальный внутренний диаметр составляет 77 мм. Номинальный внутренний диаметр рукава – это ключевая гидравлическая характеристика, определяющая пропускную способность рукава, его объем, расход воды и потери напора [2]. В тактических расчетах традиционно используется значение внутреннего диаметра. Номинальный диаметр (условный проход) DN – это приближенное числовое обозначение внутреннего диаметра, общее для всех присоединяемых компонентов трубопроводных систем, не являющееся измеряемой величиной. Это «технический» размер, который не используется в гидравлических расчётах насосно-рукавных систем.

Указание на схемах именно внутреннего диаметра критически важно. Схемы расстановки сил и средств – это один из видов документов оперативного штаба, основная цель

¹ ГОСТ 34779-2021 Техника пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования. Методы испытаний

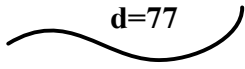
которых оперативное управление подразделениями на месте пожара, влияющее на скорость принятия решений [4], отсутствие ошибок. Они должны быть унифицированы и однозначно пониматься всеми участниками тушения пожара. На схемах отображается, какие рукавные линии проложены, их длина, и какие пожарные стволы на них работают. Обозначение на рукавных линиях внутреннего диаметра (например, d-77), в настоящее время, однозначно дает понимание о типовых тактических возможностях используемых рукавных линии [5] (что к ней можно подключить через разветвление один ручной пожарный ствол с расходом до 15 л/с или два ручных пожарных ствола с расходом до 8 л/с каждый при одинаковых напорах). Если одно должностное лицо оперативного штаба укажет DN 80, а другое – d-77, может возникнуть неоправданный вопрос: «Это разные рукава?» На самом деле, это один и тот же рукав. Диаметр 77 миллиметров соответствует тактической терминологии, нормативным документам и используется для проведения расчетов.

Обозначение на схемах для рукавов с внутренним диаметром 77 мм часто осуществляется краткой записью: «d=77», «d-77» или просто «77» рядом с рукавной линией. Это быстро, понятно и соответствует принятым условным обозначениям.

В большинстве стран с развитой системой пожарной безопасности прослеживается четкое разделение: в инженерно-проектной документации применяется номинальный диаметр DN, а в оперативно-тактической документации (включая схемы расстановки сил и средств) – внутренний диаметр, как имеющий непосредственное тактико-техническое значение.

Предлагается внести в приложение № 1 к Боевому уставу подразделений пожарной охраны¹ предложение с включением условного графического обозначения пожарных рукавов (таблица 1).

Таблица – Условное графическое обозначение пожарных рукавов

	Рукав пожарный напорный с внутренним диаметром 77 мм (цвет черный)

Таким образом, руководствуясь не физическими миллиметрами штангенциркуля, а нормативной и тактической терминологией, в процессе ведения боевых действий и при оформлении оперативной документации целесообразно использовать условное графическое обозначение номинального внутреннего диаметра рукава - тем самым признать оправданной и целесообразной практику обозначения пожарных рукавов на схемах расстановки сил и средств по их номинальному внутреннему диаметру.

Список источников

1. Данилов, М. М. Вопросы комплексной безопасности объектов техносферы в подготовке курсантов образовательных учреждений МЧС Российской Федерации / М. М. Данилов, А. Н. Денисов // Моисеевские чтения. Климатические и иные резкие изменения в современной окружающей среде как реальная угроза развитию общества : Доклады и материалы VII Общероссийской научной конференции, Москва, 23 мая 2024 года. – Москва: Московский гуманитарный университет, 2024. – С. 142-147.

2. Ольховский, И. А. Гидравлические параметры пожарных напорных рукавов для подачи огнетушащих веществ в маловодных районах / И. А. Ольховский, В. Я. Гладченко, В. А. Белов // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы : Материалы международного форума, Санкт-Петербург, 24 октября 2024 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и

¹ Приказ МЧС России от 16 сентября 2024 г. № 777 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ»

ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, 2024. – С. 30-33.

3. Мзокова, Е. А. Обоснование необходимости проведения входного контроля по дисциплине "Пожарная тактика" / Е. А. Мзокова, Д. В. Фролов, А. М. Новиков, Д. С. Евтеев // Культура и безопасность. – 2023. – № 3. – С. 63-72.

4. Власов, К. С. Оценка факторов, влияющих на принятие управленческого решения при тушении пожаров на химических предприятиях / К. С. Власов, А. Н. Григорьев, М. М. Данилов [и др.] // Гражданская оборона на страже мира и безопасности : Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны в Год 90-летия со дня образования Академии ГПС МЧС России. В 5-ти частях, Москва, 01 марта 2023 года / Сост. В.С. Бутко, М.В. Алешков, С.В. Подкосов, А.Г. Заворотный [и др.]. Том Часть IV. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2023. – С. 294-298.

5. Николаева, В. М. Исследование эффективности пожарных рукавов: технические базисы / В. М. Николаева, В. А. Яковлев // Научно-исследовательские публикации. – 2022. – № 5. – С. 40-43.

УДК 614.841.48
ББК 38.96

Юрий Сергеевич Шатилов

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», Минск, Республика Беларусь
(ushatilov@mail.ru, SPIN 7421-7902, ID 1191306)

Виктор Игоревич Аниськов

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», Минск, Республика Беларусь
(aniskov.viktor@mail.ru, SPIN 4538-2916, ID 1211709)

Анастасия Сергеевна Ефремова

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», Минск, Республика Беларусь
(anastassia.efre44ova@yandex.by)

Методы охлаждения тяговых аккумуляторных батарей при пожарах легковых автомобилей

Аннотация. В последние годы возрастает риск пожаров автомобилей. Основной причиной пожара автомобиля является возгорание тяговой аккумуляторной батареи вследствие теплового разгона. Основную сложность представляет тушение тяговой аккумуляторной батареи, которая герметизирована, для защиты от пыли и влаги, и горит без внешнего доступа кислорода, так как в ее составе есть горючие вещества и окислитель. В настоящее время в мировой практике, при тушении автомобилей применяются различные методы для охлаждения горящей тяговой аккумуляторной батареи – с помощью водяных струй, а также погружение в резервуар с водой. Актуальной задачей является разработка устройств, позволяющих эффективно производить охлаждение аккумуляторных батарей горящих автомобилей.

Ключевые слова: автомобиль, пожар, аккумуляторная батарея, тепловой разгон, охлаждение, опасные факторы пожара, ядовитые газы, взрыв.

Yuri S. Shatilov

State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Minsk, Republic of Belarus

Viktor I. Aniskov

State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Minsk, Republic of Belarus

Anastasiya S. Yafremava

State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Minsk, Republic of Belarus

Methods for cooling traction batteries during fires in passenger electric vehicles

Abstract. In recent years, the risk of electric vehicle fires has increased. The main cause of electric vehicle fires is ignition of the traction battery due to thermal runaway. The main challenge is extinguishing the traction battery, which is sealed to protect it from dust and moisture and burns without external oxygen, as it contains flammable substances and an oxidizer. Currently, various methods are used worldwide to extinguish electric vehicle fires, including water jets and immersion in a water tank. A pressing challenge is the development of devices that can effectively cool the batteries of burning electric vehicles.

Keywords: Electric vehicle, fire, battery, thermal runaway, cooling, fire hazards, toxic gases, explosion.

Стремительный рост количества электромобилей за относительно короткий временной промежуток обуславливает ситуацию, в которой остаются не изученными многие особенности эксплуатации такого вида транспорта, в частности – способы тушения электромобилей. В 2024 году в Республике Беларусь было зарегистрировано 26 356 электромобилей, в настоящее время – более 47 000 [1]. При сохранении текущих темпов, к концу текущего года их количество может составить 67 000. За период с 2021 по 2025 г. подразделения по чрезвычайным ситуациям 11 раз привлекались для ликвидации пожаров легковых электромобилей. Согласно данным международных исследований [2], количество пожаров электромобилей составляет 20-50 случаев на 100 000 транспортных средств, в зависимости от степени электрификации и типа применяемого источника энергии. Соответственно, при сохранении текущего темпа роста количества таких автомобилей, будет возрастать риск их пожаров.

Характерной особенностью пожаров электромобилей является стремительное развитие термических процессов в тяговой аккумуляторной батарее (далее – АКБ), называемое тепловым разгоном. Этот процесс характеризуется стремительным возрастанием температуры в ячейках батарейного модуля до 800–1000 °С с последующим воспламенением. В практических испытаниях установлено, что выход из строя одной ячейки может привести к возгоранию соседних всего за 3–10 секунд на каждую ячейку, что в зависимости от размера АКБ приводит к максимальной интенсивности горения за время от 30 секунд до 5 минут. При этом, если тепловой разгон АКБ удастся прекратить, то остаточной энергии в поврежденных участках аккумуляторных элементов достаточно для возобновления этого процесса, даже в течение длительного времени после ликвидации горения.

Еще одним опасным фактором пожара, сопровождающим горение тяговой АКБ, помимо большого тепловыделения, является выделение большого количества ядовитых газов, представляющих опасность для здоровья человека. Среди них фтороводород, оксиды кобальта, никеля, марганца, оксифторид фосфора, а также органические растворители, образующие токсичные пары, вдыхание которых может приводить тяжелым отравлениям и поражениям органов дыхания. Более половины выделяющихся газов составляет водород, который скапливаясь в закрытых пространствах создает опасность взрыва, сопровождающимся разлетом осколков. Согласно рекомендациям производителей, опасная зона составляет 100 метров вокруг горящего автомобиля. Таким образом, пожары электромобилей вследствие теплового разгона АКБ, создают угрозу не только для самого автомобиля и находящихся в непосредственной близости, но и для людей на значительном расстоянии.

Основную сложность при тушении АКБ, представляет то, что она заключена в герметичный металлический корпус для защиты от пыли и влаги и горит без внешнего доступа кислорода, так как в ее составе есть горючие вещества и окислитель. Одним из способов предотвращения дальнейшего возгорания, вследствие теплового разгона, а также его замедления, является охлаждение АКБ.

В настоящее время для охлаждения применяются комбинированные стволы с возможностью подачи распыленных струй. Однако это решение имеет недостаточную эффективность, поскольку при размещении такого ствола под автомобилем, половина струи направлена вниз, а не на АКБ. Эта проблема частично решается подъемом автомобиля при помощи домкратов, однако на практике это не всегда осуществимо и требует дополнительных временных затрат.

Для исключения повторного возгорания применяется погружение автомобиля в резервуар с водой на глубину расположения АКБ. Для этих целей используются перевозимые металлические контейнеры и автомобили с гидроманипулятором. Высокая стоимость таких автомобилей, а также невозможность использования такого способа

изоляции горящих электромобилей в крытых и подземных паркингах, а также на открытых стоянках с высокой плотностью парковки делает его бесперспективным.

Таким образом, с учетом указанных особенностей развития пожара при возгорании АКБ электромобиля, существует необходимость оснащения подразделений по чрезвычайным ситуациям средствами для охлаждения АКБ, которые соответствовали бы следующим требованиям:

- эффективная подача огнетушащих и охлаждающих веществ непосредственно на саму АКБ, без использования дополнительных приспособлений;
- малое время развертывания;
- совместимость с иным оборудованием, применяемым в органах и подразделений по чрезвычайным ситуациям, в том числе по параметрам производительности (рабочего давления, расхода воды);
- удобство и практичность при эксплуатации, транспортировке и хранении;
- простота и дешевизна конструкции, надежность, долговечность, ремонтпригодность и доступность комплектующих.

Выполнение научно-исследовательской работы позволит разработать конструкцию средств охлаждения АКБ электромобилей, а также методику их применения.

В последующем, на основе полученных данных, будет проведена работа по постановке разработанных средств на производство на отечественных предприятиях (импортозамещение).

Список источников

1. Наличие транспортных средств (на конец года) // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной статистической информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. 2022–2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://dataportal.belstat.gov.by/osids/indicator-info/10209000005> (дата обращения: 05.02.2026).
2. Gas vs. Electric Car Fires in 2026 (Shocking Stats) // Autoinsurancееz. 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.autoinsurancееz.com/gas-vs-electric-car-fires/> (дата обращения: 05.02.2026).

УДК 614.841.1
ББК 38.96

Евгений Сергеевич Жилкин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия, Россия (Lunt5512@mail.ru)

Михаил Михайлович Данилов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (m.danilov@academygps.ru, SPIN 1539-8110, ID: 853796)

Алексей Николаевич Денисов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (a.denisov@academygps.ru, SPIN 1845-4634, ID: 231119)

Эдуард Владимирович Еловиков

ФКУЗ «Центральная поликлиника № 1 МВД России», Москва, Россия (Eelovikov@mvd.ru)

Идентификация участников тушения пожара и анализ угроз их здоровью

Аннотация. В статье на основе анализа нормативно-правовой базы (федеральные законы, приказы МЧС, МВД, Минздрава) и статистических данных (СТИФ, МЧС России) уточняется понятие участника тушения, систематизируются угрозы их здоровью и обосновывается необходимость учета региональных факторов на примере Сахалинской области (сейсмичность, климат, удаленность, тип застройки). Делается вывод, что идентификация участников и анализ угроз их здоровью должны осуществляться комплексно – с учетом факта нахождения в зоне пожара, функциональной роли, воздействия опасных факторов и региональной специфики, а руководитель тушения пожара (РТП) играет ключевую роль в определении границ зоны и обеспечении безопасности всех вовлеченных лиц.

Ключевые слова: пожарная безопасность, участники тушения пожара, зона пожара, угрозы здоровью, профессиональный риск, руководитель тушения пожара (РТП), нормативно-правовое регулирование, Сахалинская область, медицинское обеспечение, охрана труда.

Evgeny S. Zhilkin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Mihail M. Danilov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Aleksej N. Denisov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Eduard V. Yelovikov

Central Polyclinic No. 1 of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Moscow, Russia

Identification of firefighters and analysis of threats to their health

Abstract. Based on an analysis of the regulatory framework (federal laws, orders of the Ministry of Emergency Situations, the Ministry of Internal Affairs, and the Ministry of Health) and statistical data (CTIF, the Ministry of Emergency Situations of Russia), the article clarifies the concept of a firefighter, systematizes the threats to their health, and substantiates the need to take regional factors into account, using the example of the Sakhalin Region (seismicity, climate, remoteness, and type of development). It is concluded that the identification of participants and the analysis of threats to their health should be carried out comprehensively, taking into account the fact of being in the fire zone, the functional role, the impact of dangerous factors and regional specifics, and the fire extinguishing supervisor (RTP) plays a key role in defining the boundaries of the zone and ensuring the safety of all involved persons.

Keywords: fire safety, fire-fighting participants, fire zone, health hazards, occupational risk, fire-fighting supervisor, legal regulation, Sakhalin Region, medical support, and occupational safety.

Успех в борьбе с пожарами и минимизация ущерба от них напрямую зависят от того, насколько четко организованы действия всех, кто участвует в этом процессе. Ключевой элемент понимание того, кто именно относится к участникам тушения, и, конечно, научно обоснованная оценка тех угроз, с которыми им приходится сталкиваться. Мировая статистика давно уже дает нам понимание масштабов проблемы [1], но для разработки по-настоящему адресных мер безопасности, грамотного распределения ресурсов и выверенной тактики нужны детальные данные на уровне регионов. Особенно остро это ощущается в жилом секторе, где происходит основная масса пожаров и где риски организации тушения пожара имеют свою специфику, где эффективность тушения пожаров напрямую зависит от слаженности действий личного состава, однако цена этой эффективности не должна измеряться жизнью и здоровьем участников тушения пожара от воздействия опасных факторов пожара¹.

Федеральный закон от 30 декабря 2015 года № 448-ФЗ вводит новое понятие «зона пожара». По сути, это территория, где есть реальная угроза жизни, здоровью или имуществу из-за пожара, либо где уже идут работы по его тушению. Казалось бы, просто уточнение. Но на деле оно кардинально меняет статус всех, кто туда попадает. Раньше как-то само собой разумелось, что участники тушения это только пожарные. Теперь же, с юридической точки зрения, как только человек оказывается в этой зоне будь то полицейский, фельдшер скорой или представитель аварийных служб города, он автоматически становится участником тушения пожара. И на него распространяются уже не только его ведомственные инструкции, но и единые требования безопасности, и общая логика действий, которую определяет руководитель тушения пожара (РТП).

Если обратиться к регламентирующим документам, то участник тушения пожара это лицо, которое непосредственно участвует в ликвидации пожара, действуя под единым руководством руководителя тушения пожара (РТП)². Понятие это собирательное, и оно делится на две основные группы.

Первую, основную, составляют подразделения федеральной противопожарной службы (ФПС). Вторая группа это привлеченные силы: сюда входят ведомственная и добровольная пожарная охрана, аварийно-спасательные службы и другие формирования, чьи действия координирует РТП³ и обеспечивает исключение риска получить травму на пожаре.

По данным Центра пожарной статистики СТИФ, ежегодно в мире от пожаров гибнет от 100 до 120 тысяч человек, травмы получают от 300 до 350 тысяч человек⁴. Риск получить травму на пожаре в 3 - 4 раза выше риска гибели.

Исследования производственного травматизма в Федеральной противопожарной службе МЧС России за 10 лет (2012-2021 гг.) показывают, что уровень травматизма пожарных составил $(9,19 \pm 0,54) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек/год), что статистически достоверно ниже, чем у мужчин-работников по экономике России в целом [3]. В структуре травм преобладают повреждения головы (20,8 %), колена и голени (15,6 %), области голеностопного сустава и стопы (9,3 %) [3].

¹ Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ред. от 31.07.2025).

² Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» (ред. от 31.07.2025)

³ Приказ МЧС России от 13.01.2025 № 19 «Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах и Порядка привлечения сил и средств подразделений пожарной охраны, пожарно-спасательных гарнизонов для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ» (Зарегистрирован в Минюсте России 06.03.2025 № 81467).

⁴ Обзор деятельности Центра пожарной статистики СТИФ за 2025 год Международная ассоциация пожарно-спасательных служб. – 2025. – 120 с.

Анализ документов Минздрава, МВД и МЧС позволяет проследить эволюцию подходов к медицинской защите личного состава: приказ Минздрава СССР № 193 (1990 г.) – создание службы экстренной медпомощи в ЧС¹, приказ МВД СССР № 260 (1985 г.) – первые инструкции по охране труда², приказ МЧС России № 1100 (2011 г.) – порядок медобеспечения³, приказ МЧС России № 625 (2013 г.) – военно-врачебная экспертиза⁴, приказ МЧС России № 544 (2015 г.) – психологическое обеспечение⁵, приказ МЧС России № 891 (2020 г.) – нормы снабжения медицинским имуществом⁶, приказ МЧС России № 1334 (2023 г.) – особенности оказания медпомощи сотрудникам ФПС [4].

Так как риск получить травму на пожаре в выше риска гибели, данный показатель свидетельствует о высокой степени риска для участников тушения. Однако за этими цифрами скрывается множество факторов, которые варьируются от региона к региону. Общемировая статистика, при всей ее ценности, не учитывает специфику конкретных территорий, где природные, климатические и инфраструктурные условия способны многократно усиливать угрозы. В связи с этим анализ угроз здоровью участников тушения при определении зоны пожара необходимо проводить с привязкой к местности. Показательным примером территории с ярко выраженной спецификой является Сахалинская область, характеризующаяся особенностями, влияющими на организацию тушения пожара: сейсмическая активность, суровый климат (сильные ветры, низкие температуры), удаленность многих населенных пунктов, специфика жилой застройки (в т.ч. наличие печного отопления в частном секторе). Анализ статистических данных по Сахалинской области за последние годы позволяет оценить динамику основных показателей пожарной безопасности.⁷

По данным Управления противопожарной службы Сахалинской области, в результате целенаправленной работы по охране труда процент несчастных случаев на производстве снизился с 3 % в 2019 году до 1 % в 2020 году.

В январе 2026 года на Сахалине и Курилах произошло 27 возгораний, из них 10 – в жилом фонде. Пострадали 2 человека, 12 были эвакуированы. Основные причины: неисправность отопительных систем, нарушение правил эксплуатации печей. Как показывает практика, основные причины травматизма происходят в непосредственной близости к пожару и зачастую связаны с поспешностью действий, отсутствием полноценного анализа рисков на начальном этапе и, как следствие, пренебрежением средствами индивидуальной защиты. В этой связи ключевая задача руководителя тушения пожара при прибытии на место вызова – оперативно, но взвешенно определить границы **зоны пожара** где существует угроза причинения вреда жизни и здоровью. Именно от этого решения зависит, кто и в каком статусе окажется в опасной зоне, и какие меры безопасности должны быть применены незамедлительно.

¹ Приказ Минздрава СССР от 27 марта 1990 г. № 193 «О создании службы экстренной медицинской помощи в чрезвычайных ситуациях».

² Приказ МВД СССР от 11 июня 1985 г. № 260 «Об утверждении Инструкции по охране труда для работников органов внутренних дел».

³ Приказ МЧС России от 28 декабря 2011 г. № 1100 «Об утверждении Порядка организации медицинского обеспечения в системе МЧС России»

⁴ Приказ МЧС России от 20 сентября 2015 г. № 544 «Об утверждении Порядка организации психологического обеспечения в системе МЧС России».

⁵ Приказ МЧС России от 30 ноября 2020 г. № 891 «Об утверждении норм снабжения медицинским имуществом в системе МЧС России»

⁶ Приказ МЧС России от 25 декабря 2023 г. № 1334 «Об установлении особенностей организации оказания медицинской помощи, в том числе при санаторно-курортном лечении, в медицинских организациях МЧС России сотрудникам федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы и военнослужащим спасательных воинских формирований МЧС России, членам их семей и лицам, находящимся на их иждивении» : зарегистрирован в Минюсте России 10 января 2024 г. № 76798.

⁷ По данным Постановления Правительства Сахалинской области от 28 апреля 2023 г. № 206, в 2021 году было зарегистрировано 690 пожаров в зданиях и сооружениях, в 2022 – 572, с Количество погибших на пожарах снизилось с 32 человек в 2021 году до 29 в 2022 (план на 2023–2025 – 29 человек).

Так проведенный анализ позволяет утверждать, что понятие «участник тушения пожара» претерпевает концептуальные изменения. С введением термина «зона пожара» правовой статус участника автоматически приобретает любое лицо, оказавшееся в границах данной зоны. Таким образом идентификация участников тушения и анализ угроз их здоровью должны осуществляться комплексно, с учетом факта нахождения в зоне пожара, функциональной роли и времени пребывания в опасной зоне, воздействия конкретных опасных факторов (токсичные продукты горения, тепловое излучение, риск обрушений), региональных особенностей территории (климат, сейсмика, тип застройки) и наличия и достаточности медицинского обеспечения.

Руководитель тушения пожара определяя зону пожара, устанавливает границы территории, на которой осуществляются действия по тушению пожара и проведению аварийно-спасательных работ, принимает решение о предупреждении и ликвидации опасных ситуаций с участниками тушения пожара. Важно помнить главное: все участники тушения, независимо от их роли, работают в зоне повышенного риска, а значит, их безопасность должна быть комплексной и четко регламентированной особенностями ведения боевых действий по тушению пожара на месте пожара.

Подводя итог участникам тушения пожара следует считать всех лиц, находящихся в зоне пожара и выполняющих задачи по его локализации / ликвидации под руководством РТП.

Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка методик количественной оценки профессионального риска для различных категорий участников тушения и интеграция этих данных в систему управления силами и средствами на месте пожара с разработкой детального регламента медицинского обеспечения, охраны труда и психологической поддержки с механизмом дальнейшего совершенствования с учетом региональных особенностей для привлеченных сил и средств

Список источников

1. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Иванова О.В. Сколько же в мире погибает людей при пожарах? // Пожаровзрывобезопасность. 2019. Т. 28, № 4. С. 51-62.
2. Ветошкин А.А. Оценка риска производственного травматизма личного состава Федеральной противопожарной службы МЧС России (2012–2021 гг.) А.А. Ветошкин Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2023. – № 2. – С. 72-84. – DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-2-72-84.
3. Постановление Правительства Сахалинской области от 28 апреля 2023 г. № 206 «О внесении изменений в государственную программу Сахалинской области Защита населения и территории Сахалинской области от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах» Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – [Электронный ресурс] URL:<https://base.garant.ru/406819195/> (дата обращения: 04.03.2026).
4. Около 30 возгораний в жилых домах и других постройках ГТРК «Сахалин».- 13 января 2026 – [Электронный ресурс] URL: [https://www.gtrk.ru/3.html?&no_cache=1&tx_ttnews\[tt_news\]=28454](https://www.gtrk.ru/3.html?&no_cache=1&tx_ttnews[tt_news]=28454) (дата обращения: 04.03.2026).

Александр Николаевич Захарченко

Главное управления МЧС России по Иркутской области, Иркутск, Россия
(zakharchienko90@mail.ru)

Оценка пожарных рисков в Сибирском федеральном округе

Аннотация. В статье представлен анализ динамики пожаров и их последствий на территории Сибирского федерального округа за период 2015–2017 гг. Исследование базируется на статистических данных о количестве пожаров, материальном ущербе, гибели и травматизме людей. Произведена оценка основных интегральных пожарных рисков, включая риск гибели и риск травмирования населения. Установлено, что фактические значения индивидуального пожарного риска в Сибирском федеральном округе значительно превышают нормативный уровень (10^{-6}), что свидетельствует о необходимости совершенствования систем обеспечения пожарной безопасности в регионе.

Ключевые слова: пожары, Сибирский федеральный округ, пожарный риск, индивидуальный риск, гибель людей, материальный ущерб, пожарная безопасность, техносфера.

Aleksandr N. Zakharchienko

The Main Directorate of the Russian Ministry of Emergency Situations in the Irkutsk region, Irkutsk, Russia.

Fire risk assessment in the Siberian Federal District

Abstract. The article presents an analysis of the dynamics of fires and their consequences in the Siberian Federal District for the period 2015-2017. The study is based on statistical data on the number of fires, property damage, deaths and injuries. The assessment of the main integral fire risks, including the risk of death and the risk of injury to the population, has been carried out. It has been established that the actual values of individual fire risk in the Siberian Federal District significantly exceed the regulatory level (10^{-6}), which indicates the need to improve fire safety systems in the region.

Keywords: fires, Siberian Federal District, fire risk, individual risk, loss of life, material damage, fire safety, technosphere.

Рассмотрены результаты индивидуальных пожарных рисков в Сибирском федеральном округе за исследуемый период 2015-2017 гг.

Процессы горения являются одними из наиболее распространенных на нашей планете и во Вселенной. Они возникали на Земле задолго до появления человека, активно участвуя в формировании ее недр и поверхности [1].

Со времени, как люди смогли по своему желанию использовать горение и управлять им, активно включая этот процесс в производство, начался расцвет человеческой культуры. Овладев процессами горения и превратив их в один из мощных источников развития цивилизаций, человечество столкнулось с негативной стороной собственных достижений. Иначе говоря, во многих случаях и по различным причинам процессы горения возникают и развиваются вопреки общественным потребностям, оказываются неуправляемыми и приносят людям огромные потери и несчастье. Такие процессы горения называли пожарами, и человечество было вынуждено разрабатывать специальные меры, способы и средства по предупреждению пожаров и эффективной их ликвидации [1].

Методологически важное понимание риска пришло в конце 70-х – начале 80-х годов прошлого века, когда специалисты определили риск как «вероятностные потери», которые могут быть определены как перемножение частоты события и возможного ущерба от этого события. Такое, соответствующее мировой практике, понимание риска, было принято в России [2].

Объект исследования

На сегодня можно сделать вывод, что развитие новых технологий в мире привело к созданию и активному росту техносферы, без которой невозможно существование человечества, но вместе с тем таящая в себе потенциальную опасность чрезвычайных ситуаций в виде пожаров, аварий, катастроф, оказывая отрицательное воздействие на экономику, угрожая жизни людей, вызывая загрязнение окружающей среды.

Опасные явления, происходящие в природе, техносфере, обществе, сопровождаются формированием негативных факторов, взаимодействие которых с элементами антропосферы приводит к ущербу для человека и социальных систем [2].

Сибирский федеральный округ является одним из самых больших округов на территориальном пространстве Российской Федерации. Расположен округ между Уральским федеральным округом и Дальневосточным федеральным округом. Сибирский федеральный округ образован, наряду с другими федеральными округами 13 мая 2000 года. На территории округа на 01.01.2017 года проживает 19326196 тыс. человек.

Территория округа составляет 5114,8 тыс. км². (30% территории России). На территории расположены: 12 субъектов Российской Федерации, в том числе: 4 республики (Алтай, Бурятия, Тыва, Хакасия); 3 края (Алтайский, Забайкальский, Красноярский); 5 областей (Иркутская, Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская). Административный центр – г. Новосибирск. Плотность населения на территории округа составляет – 3,9 чел.·км⁻². Доля городского населения – 71,1%, сельского – 28,9% [3,4].

Сибирский федеральный округ занимает огромную часть площади России, доля населения составляет около 20%. Поэтому обстановка с пожарами в стране в большей степени определяется состоянием пожарной безопасности в этом округе [5]. На размещение населения по территории СФО сказываются природные факторы и исторические пути развития производственных сил. Сибирский федеральный округ разделен на два района: Восточный и Западный.

Установлено, что основная доля социально-экономических последствий пожаров в России за последнее десятилетие (около 20%) приходится именно на Сибирский федеральный округ. В связи с этим оценка последствий пожаров в округе является важнейшей и насущной проблемой современности, ибо речь об обеспечении выживания цивилизации и создание условий для ее дальнейшего устойчивого развития [5,6].

Методы исследования объекта

Уровень пожарного риска в нашей цивилизации достаточно велик: ежегодно регистрируется около 140 тыс. пожаров, при этом погибает 7-9 тыс. человек, получают травмы около 10 тыс. человек, наносится материальный ущерб в размере 20 млрд. руб., одновременно с этим уничтожаются и духовные ценности, наносится огромный вред окружающей среде [7].

За исследуемый нами период в Сибирский федеральном округе 2015-2017 гг. в среднем зарегистрировано: 40695 пожаров, на пожарах погибло 2279 человек и, было травмировано 2344 человека, прямой материальный ущерб составил 3205038 тыс. руб. [7].

Принятый в России 22.07.2008 г. Федеральный закон № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», предусматривает внедрение методик количественной оценки пожарного риска, позволяющий устанавливать соответствие реально существующего риска законодательно установленному предельному значению.

На, сегодня не смотря на принятие федерального закона «О пожарной безопасности», законодательно комплекс проблем, связанных с обеспечением пожарной безопасности в России, не решен. Пожары являются по прежнему серьезной проблемой и с каждым годом

оказывают все более отрицательное воздействие на экономику, все чаще угрожают жизни и здоровью людей [6].

Последние десятилетия показали, что наука о риске становится одной из ведущих не только в мире, но и в России [8]. Современная жизнь человечества чрезвычайно чувствительна в отношении необходимости рисковать. Риски связаны со свойством случайности происходящих событий в мире процессов. Риск существует там, где есть неопределенность будущего. Риск – это неизбежная реальность для всех. Он был, есть и будет везде: в природе, техносфере, обществе и экономике [9].

Индивидуальный риск – это мера возможности наступления негативных воздействий для здоровья из-за действия на человека на территории его возможного нахождения в течение определённого времени опасных факторов профессиональной деятельности. Индивидуальный риск обусловлен вероятностными потерями при возникновении опасных ситуаций. Его можно оценить по числу реализовавшихся факторов риска [9].

По утверждению автора [6], один из наиболее значимых индикаторов состояния пожарной безопасности – это обстановка с пожарами. В конечном счете, только на ее основе и можно судить о соответствии состояния пожарной безопасности интересам личности, общества и государства.

На рисунках 1 – 4 представлена динамика основных последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами в Сибирский федеральном округе за 2015-2017 гг.

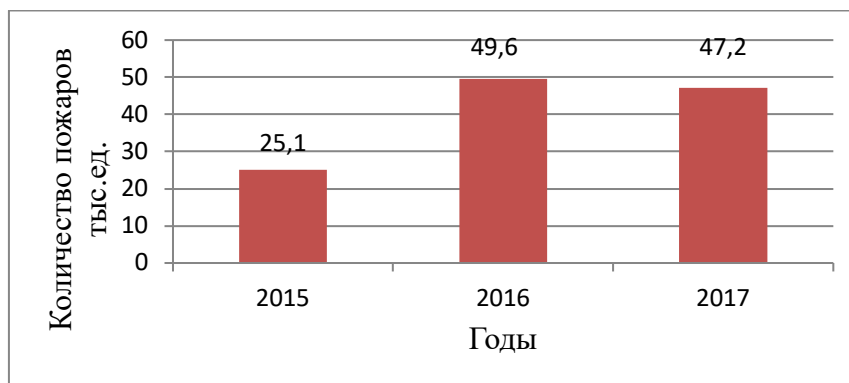


Рисунок 1 – Динамика количества пожаров в СФО за 2015 – 2017 гг.

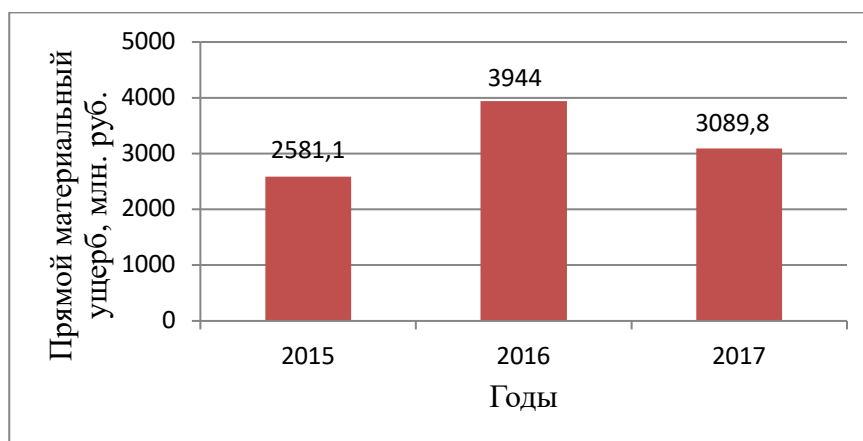


Рисунок 2 – Динамика прямого материального ущерба от пожаров в СФО за 2015 – 2017 гг.

Анализ динамики пожаров за 2015-2017 гг. в СФО убеждает, что, несмотря на достигнутые успехи ГУ МЧС России по сокращению числа пожаров к 2015 г. в 1,4 раза, произошло резкое увеличение количества пожаров в 2016 г, они продолжают наносить серьезный ущерб экономике, материальный ущерб возрос в 1,2 раза в 2017 г.

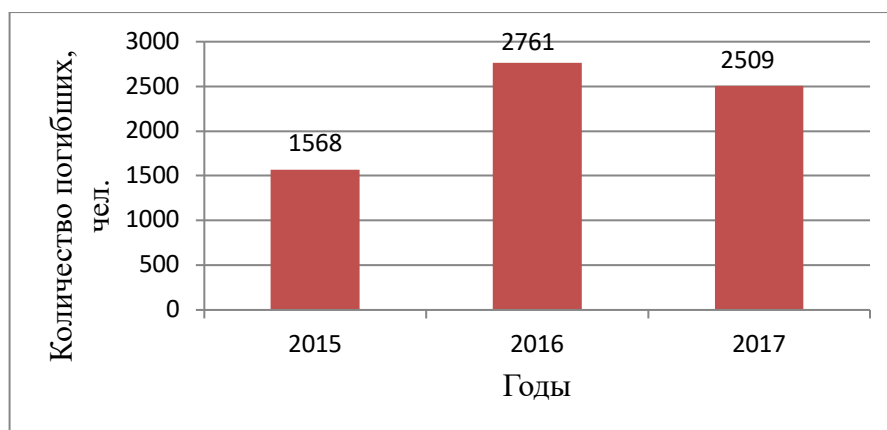


Рисунок 3 – Динамика гибели людей в СФО за 2015 – 2017 гг.

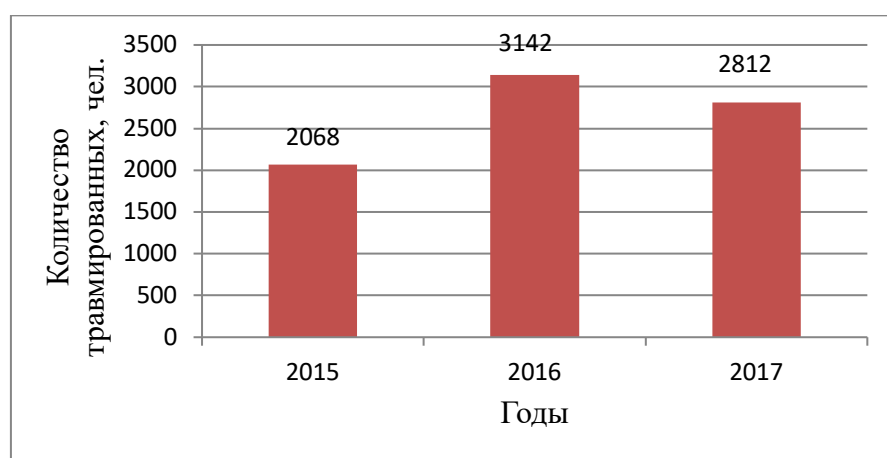


Рисунок 4 – Динамика травмирования людей на пожарах в СФО за 2015 – 2017 гг.

По-прежнему остаются высокими показатели гибели и травмирования людей, в 2016-2017 гг. произошло увеличение их количества по отношению к 2015 г. Динамика гибели людей показывает, что произошло резкое увеличение числа погибших на 1,7 раза в 2016 г. В 2017 г. произошло увеличение травмирования людей на 1,3 раза.

Результаты исследования и их обсуждения

Пожарный риск – вероятностная характеристика возможности реализации пожарной опасности и её последствий. Пожарных рисков существует достаточно много: риск столкнуться с пожаром за определённый промежуток времени; риск травмирования при пожаре; риск погибнуть при пожаре; риск материального ущерба от пожара; риск уничтожения строений; риск экологических последствий и др. [10].

В Федеральном законе № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» в разделе «Методы анализа рисков» указано, что при использовании статистических методов анализа и оценки риска период наблюдения может составлять от 3 до 5 лет. Наше исследование продолжалось 3 года, что позволяет произвести обоснованные выводы в оценке основных интегральных пожарных рисков, таких как:

- $R_{ст}$ – риск для любого человека столкнуться с пожаром, пожар·чел.⁻¹·год⁻¹ (рисунок 5);
- $R_{пог}$ – риск для любого человека погибнуть на пожаре, сл./чел·год⁻¹ (рисунок 6);
- $R_{тр}$ – риск для любого человека получить травму, сл./чел·год⁻¹ (рисунок 7).

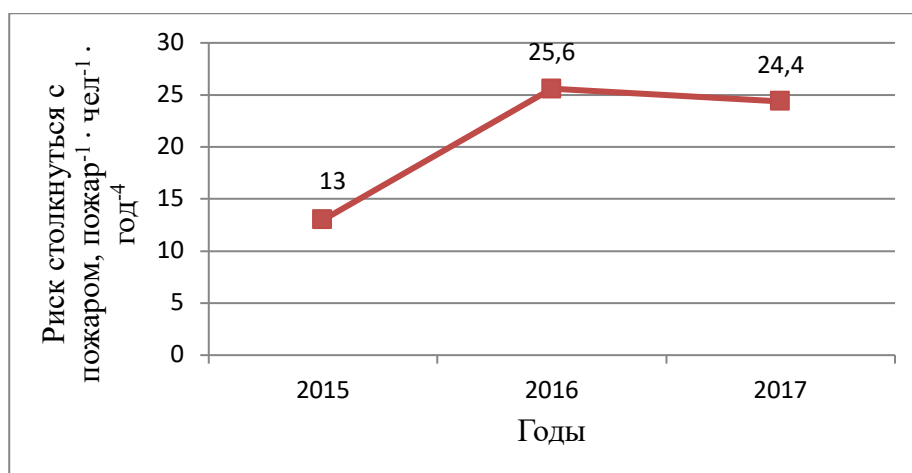


Рисунок 5 – Динамика значений риска для любого человека в СФО столкнуться с пожаром

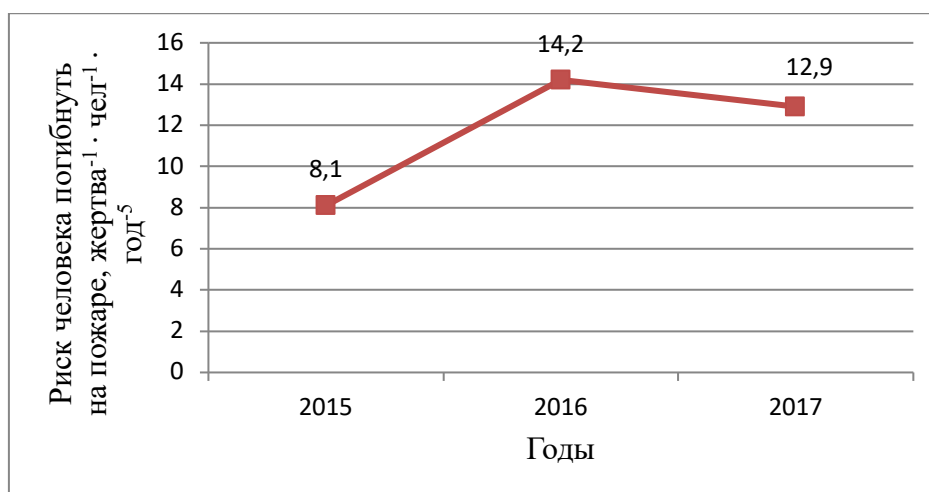


Рисунок 6 – Динамика значений риска для любого человека в СФО погибнуть при пожаре (количество погибших от числа проживающих)

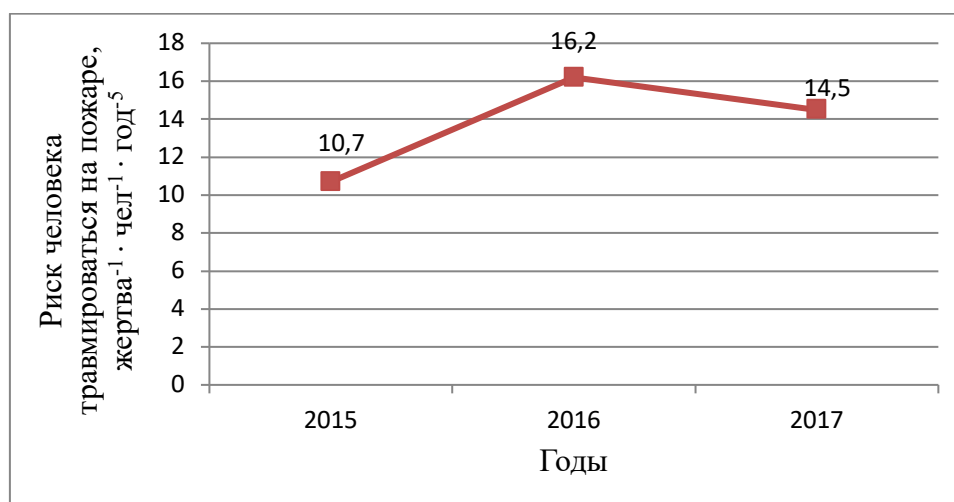


Рисунок 7 – Динамика значений риска для любого человека в СФО травмироваться при пожаре (количество травмированных от числа проживающих)

За исследуемый нами период следует, что вследствие увеличения количества пожаров произошло увеличение числа погибших и травмированных человек, в результате чего произошло существенное увеличение пожарных рисков в Сибирском федеральном округе. В соответствии со статьей 79 Технического регламента «О требованиях пожарной безопасности, нормативное значение индивидуального пожарного риска регламентируется на уровне 10^{-6} в год. Таким образом, получается, что, с одной стороны, наблюдаемый на практике уровень индивидуального пожарного риска в Сибирском федеральном округе является очень высоким, а с другой стороны, Технический регламент устанавливает нормативное значение индивидуального пожарного риска на уровне ниже наблюдаемого на практике в Сибирском федеральном округе, а также в России.

Заключение

Человечество принимает все доступные ему меры, чтобы уменьшить пожарный риск. В самом деле, если иметь достаточно полное представление о пожарной опасности, если строго выполнять нормы и правила пожарной безопасности на производстве и в быту, если иметь достаточно надежные и эффективные системы противопожарной защиты и хорошо обученные и оснащенные подразделения противопожарных служб, то пожарную опасность окружающего мира можно будет прогнозировать и контролировать, а пожарный риск – планомерно снижать до приемлемого уровня.

Пожарная безопасность является необходимым условием для успешного решения важнейших социально-экономических проблем общества и государства, охраны жизни и здоровья граждан, сохранения среды обитания людей.

Список источников

1. Брушлинский Н.Н., Корольченко А.Я. Моделирование пожаров и взрывов. М.: Пожнаука, 2000. – 9 с.
2. Акатьев В.А. Производственная безопасность / Учебное пособие. / В.А. Акатьев – М.: Изд-во РГТУ, 2011. – 820 с.
3. Гармышев В.В. О динамике пожарных рисков в Сибирском федеральном округе / В.В. Гармышев // Вестник ВСГТУ – 2011. №4(35). – С.223–227.
4. Социальные, экономические и экологические последствия пожаров в муниципальных центрах Сибирского федерального округа: анализ, оценка, прогноз: монография / С.С. Тимофеева [и др.]; ФГОУ ВПО ВСИ МВД России. – Иркутск: Аспринт, 2010. – 169 с.
5. Тимофеева С.С., Гармышев В.В. Оценка пожарной опасности субъектов Российской Федерации Сибирского федерального округа на основе комплексного показателя пожарных рисков // Фундаментальные исследования 2015. №2. Ч. 14. С. 3059-3064.
6. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В. Современные проблемы обеспечения пожарной безопасности в России: монография. М.: Академия ГПС МЧС России, 2014–178 с.
7. Научно–технический журнал. «Пожарная безопасность» ISSN 2411-3778. Пожарная безопасность, №1 2018. – 142 с.
8. Абдурагимов И.М. Еще раз о принципиальной невозможности выполнения расчетов пожарных рисков детерминированными методами // Пожаровзрывобезопасность, 2013. – С.13-22.
9. Гаврилов Л.А. Статистико-вероятностные методы оценки техногенных и пожарных рисков: монография / Л.А. Гаврилов, В.В. Гармышев, И.В. Черных; Вост-Сиб. ин-т МВД России.–Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007.–144 с.
10. Брушлинский Н.Н. Пожарные риски. Вып. 1. Основные понятия. / Н.Н. Брушлинский– М.:ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2004. –57с.

УДК 614.843.2
ББК 68.923.1

Дамир Камилович Камалов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (damir72tmn@gmail.com)

Владимир Анатольевич Аристархов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (ava-agps@yandex.ru, SPIN 8003-4053, ID: 1050976)

Предложения по повышению эффективности технического обслуживания и ремонта пожарных автомобилей Главного управления МЧС России по Тюменской области

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы повышения эффективности системы технического обслуживания и ремонта пожарных автомобилей в территориальном органе МЧС России. Проведён анализ состояния парка техники Главного управления МЧС России по Тюменской области, выявлены проблемы, связанные с его износом и многообразием марок. На основе методических рекомендаций выполнен расчёт производственной программы и требуемой численности производственного персонала ремонтно-технического центра. Проведено сравнение расчётных показателей с существующим штатом и фактическими объёмами работ, выявлен дефицит мощностей. Предложена оптимальная организационно-штатная структура ремонтно-технического центра и комплекс мероприятий по совершенствованию процесса технического обслуживания и ремонта.

Ключевые слова: пожарные автомобили, техническое обслуживание, ремонт, ремонтно-технический центр, экономическая эффективность.

Damir K. Kamalov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Moscow, Russia

Vladimir A. Aristarkhov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Moscow, Russia

Proposals for improving the efficiency of maintenance and repair of fire trucks of the Main Department of the Russian Ministry of Emergency Situations for the Tyumen Region

Abstract: The article discusses the issues of improving the efficiency of the maintenance and repair system for fire trucks in the territorial body of the Ministry of Emergency Situations of Russia. The article analyzes the condition of the fleet of the Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations of Russia for the Tyumen Region and identifies the problems associated with its wear and tear and the variety of brands. Based on the methodological recommendations, the article calculates the production program and the required number of production personnel for the repair and technical center. The article compares the calculated indicators with the existing staff and actual work volumes and identifies the shortage of capacity. An optimal organizational and staffing structure for a repair and maintenance center and a set of measures to improve the maintenance and repair process have been proposed.

Keywords: fire trucks, maintenance, repair, repair and maintenance center, economic efficiency.

Техническая готовность пожарных автомобилей (далее - ПА) является одним из ключевых факторов, определяющих способность подразделений МЧС России к выполнению

задач по тушению пожаров и ликвидации чрезвычайных ситуаций¹. Обеспечение готовности осуществляется за счёт правильно организованной системы технического обслуживания и ремонта (далее - ТО и Р), эффективность которой напрямую зависит от состояния ремонтной базы, квалификации персонала и применяемых технологий.

Анализ современного состояния парка техники в Главном управлении МЧС России по Тюменской области (далее – Главное управление) показывает, что значительная часть ПА эксплуатируется свыше 15–20 лет, характеризуется высокой степенью износа и разнообразием марок (ЗИЛ, УРАЛ, КАМАЗ), что усложняет процесс ремонта. Существующая система ТО и Р ориентирована на выполнение простых операций силами водительского состава, а сложные виды обслуживания (техническое обслуживание № 2 (далее – ТО-2), средний ремонт (далее – СР)) часто выполняются с привлечением сторонних организаций, что влечёт значительные финансовые затраты.

При этом объёмы финансирования, выделяемые Главному управлению на эти цели, имеют чётко установленные лимиты: в 2025 году на ремонт техники доведено 15 940,2 тыс. руб., на приобретение запасных частей – 48 739,5 тыс. руб. Эффективное использование этих средств в рамках существующей системы является сложной задачей.

В связи с этим актуальной задачей является создание или оптимизация работы собственного ремонтно-технического центра (далее - РТЦ), способного обеспечить качественное и своевременное обслуживание всего парка техники с меньшими затратами.

Исходными данными для исследования послужили сведения о наличии и техническом состоянии 885 единиц техники Главного управления. Для расчёта производственной программы была отобрана техника, подлежащая обслуживанию в РТЦ (430 единиц), исключены автомобили IV–V категорий, а также находящиеся на гарантии.

Методологической основой расчётов являлись Методические рекомендации о порядке расчёта предельной штатной численности ремонтного органа² (далее – Методика). Нормативы периодичности и трудоёмкости ТО и Р принимались по данным указанных рекомендаций. Годовая потребность в моторесурсах определялась в соответствии с приказом МЧС России от 29.04.2022 № 419³.

Экономические расчёты основывались на средних рыночных ценах на услуги по ремонту автотранспорта в Тюменской области (по данным прайс-листов специализированных предприятий), на размере оплаты труда работников бюджетной сферы, а также на доведённых до Главного управления лимитах бюджетных обязательств на 2025 год.

Парк техники Главного управления включает 885 единиц, из которых 45% составляют пожарные автомобили. Возрастной анализ показал, что 46% техники эксплуатируется более 20 лет. В марочной структуре преобладают ЗИЛ (26%) и УРАЛ (25%), на которые в настоящее время затруднён поиск запасных частей⁴.

Качественное состояние характеризуется тем, что 23% техники относятся к V категории (подлежат списанию), а 4% – к IV категории (требуют капитального ремонта). Данные обстоятельства обуславливают повышенную нагрузку на ремонтные службы.

Для расчёта суммарной годовой трудоёмкости работ вся техника была распределена по группам: аварийно-спасательные машины (АСМ), автомобильная техника (АТ), топливозаправщики (ГСМ), пожарные автомобили (ПА), подвижные средства ремонта (ПСТОР), техника связи, средства инженерного вооружения (СИВ).

¹ Приказ МЧС России от 25.11.2016 № 624 «Об утверждении Положения об организации ремонта, нормах наработки (сроках службы) до ремонта и списания техники, вооружения, агрегатов, специального оборудования и имущества в Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

² Методические рекомендации о порядке расчёта предельной штатной численности ремонтного органа и формирования организационно-штатной структуры ремонтно-технического центра территориального органа МЧС России, утвержденные заместителем Министра МЧС России 07.11.2019 № 2-4-71-43-7.

³ Приказ МЧС России от 29.04.2022 № 419 «О потребности в моторесурсах транспортных средств и специальной техники в МЧС России и признании утратившими силу некоторых приказов МЧС России».

⁴ Анализ деятельности Главного управления МЧС России по Тюменской области.

Расчёт трудоёмкости ТО-2, текущего ремонта (далее - ТР) и СР производился по формуле из Методики:

$$T_{\text{чч}} = 0,85K \left(\frac{P_{\text{год}}}{P_{\text{ТО2}}} \cdot T_{\text{ТО2}} + \frac{P_{\text{год}}}{P_{\text{ТР}}} \cdot T_{\text{ТР}} \right) + K \left(\frac{P_{\text{год}}}{P_{\text{СР}}} \cdot T_{\text{СР}} \right),$$

где:

$P_{\text{год}}$ – годовая потребность в моторесурсах, км;

$P_{\text{ТО2}}, P_{\text{ТР}}, P_{\text{СР}}$ – периодичность соответствующих видов воздействий, км;

$T_{\text{ТО2}}, T_{\text{ТР}}, T_{\text{СР}}$ – нормативная трудоёмкость, чел.-час;

K – суммарный корректирующий коэффициент (учитывает климатические условия, срок эксплуатации, участие водителей).

С учётом коэффициента участия водителей в ТО и ТР (0,85) и исключения капитального ремонта (как наиболее сложного вида, требующего специального оборудования), расчётная годовая трудоёмкость для РТЦ составила 81 635 чел.-час.

Годовой фонд рабочего времени одного производственного (Ф_{пр}) рассчитан по формуле из Методики:

$$\Phi_{\text{пр}} = ([T_{\text{к}} - (T_{\text{в}} + T_{\text{пр}} + T_{\text{о}})] \cdot P_{\text{см}} - T_{\text{ппр}} \cdot P_{\text{см.ппр}}) \cdot K_{\text{уп}},$$

где:

$T_{\text{к}}$ – 365 дней;

$T_{\text{в}}$ – 104 дней;

$T_{\text{пр}}$ – 14 дней;

$T_{\text{о}}$ – 28 дней;

$P_{\text{см}}$ – 8 часов;

$T_{\text{ппр}}$ – 4 дней;

$P_{\text{см.ппр}}$ – 1 час;

$K_{\text{уп}}$ – 0,96.

В результате получено Ф_{пр} – 1820,16 часов.

Тогда необходимая численность производственных рабочих рассчитан по формуле из Методики:

$$\text{Ч}_{\text{пр}} = \frac{\Sigma T_{\text{чч}}}{\Phi_{\text{пр}}} = \frac{81635}{1820,16} \approx 44,9 \approx 45 \text{ человек}$$

В настоящее время в составе Главного управления функционирует РТЦ со штатной численностью 29 человек, из которых непосредственно производственными рабочими являются только 16 человек (фактическая укомплектованность – 15 человек). Административно-технический персонал составляет 13 человек¹.

За 2024 год РТЦ собственными силами было выполнено:

- - технических обслуживаний № 2 (ТО-2) – 63 единицы;
- - текущих ремонтов (ТР) – 67 единиц;
- - средних ремонтов (СР) – 1 единица.

Параллельно, для покрытия потребностей, сторонними организациями выполнено:

- ТО-2 – 48 единиц;
- ТР – 65 единиц;
- капитальных ремонтов (КР) – 4 единицы.

Для корректного сравнения с расчётной трудоёмкостью необходимо перевести выполненные объёмы работ в человеко-часы. Используя нормативы трудоёмкости из

¹ Отчёт о деятельности ремонтно-технического центра Главного управления МЧС России по Тюменской области.

Методики для соответствующих групп техники, получим оценочную фактическую трудоёмкость, выполненную существующим РТЦ (таблица 1).

Таблица 1 – Оценка фактической трудоёмкости работ, выполненных существующим РТЦ за 2024 год

Вид работ	Количество, ед.	Средняя трудоёмкость, чел.-час/ед.	Трудоёмкость, чел.-час
ТО-2	63	81 (для ПА)	5103
ТР	67	20,4 (для ПА)	1367
СР	1	450 (для ПА)	450
Итого:			6920

Таким образом, при существующей численности производственников (15 человек) и годовом фонде рабочего времени 1820,16 час/чел., максимально возможная годовая трудоёмкость составляет:

$$T_{\text{макс}}^{\text{сущ}} = 15 \cdot 1820,16 = 27302 \text{ чел. – час.}$$

Фактически же было выполнено работ всего на 6920 чел.-час (около 25% от возможного). Это свидетельствует о крайне низкой загрузке производственного персонала, что может быть связано с нехваткой оборудования, неоптимальной организацией труда или отвлечением на несвойственные функции.

Однако, сравнение существующего РТЦ даже при полной загрузке (27302 чел.-час) способен покрыть лишь 33,5% от расчётной потребности (81635 чел.-час) (таблица 2). Остальной объём работ вынужденно передаётся сторонним организациям. Это подтверждает, что текущий штат РТЦ не соответствует реальным потребностям.

Таблица 2 – Сравнение существующего и расчётного штата РТЦ

Показатель	Существующее положение	Расчётное значение	Отклонение
Общая численность персонала, чел.	29	47	+18
Численность производственников, чел.	15	45	+30
Доля административного персонала, %	48	4	-44
Годовая трудоёмкость, чел.-час	6920 (фактический) / 27302 (возможность)	81635	в 3-11 раз
Доля покрытия потребности, %	33,5 (при полной загрузке)	100	+66,5

Из таблицы видно, что существующая структура РТЦ характеризуется неоправданно высокой долей административного персонала (48%), что снижает эффективность работы. Предлагаемая структура, напротив, ориентирована на максимальное количество производственных рабочих при минимальном управленческом аппарате.

С учётом распределения трудоёмкости по видам работ (ТО-2, ТР, СР) и процентных соотношений из Методики определена численность по специальностям.

Руководство РТЦ предлагается осуществлять начальником центра и его заместителем. Таким образом, общая численность персонала РТЦ составит 47 человек.

На основе выполненного расчёта разработана организационная структура РТЦ, включающая административно-управленческий персонал (начальник, зам. начальника), производственные участки (слесарный, агрегатный, электротехнический, кузовной, сварочный) и вспомогательные службы (склад, инструментальная).

На основе проведённого анализа и расчётов сформулирован комплекс мероприятий, направленных на повышение эффективности системы ТО и Р:

1. Создание РТЦ с оптимальной штатной численностью (47 человек) и структурой, ориентированной на выполнение полного объёма работ собственными силами. Это позволит отказаться от дорогостоящих услуг сторонних организаций.

2. Внедрение планово-предупредительной системы ТО и Р с жёстким планированием на основе фактической наработки (пробега) каждого автомобиля. Необходимо вести электронный учёт наработки для своевременной постановки на ТО.

3. Оптимизация графика вывода техники из дежурства. С учётом наличия резервных автомобилей (115 единиц) следует разработать помесичный план-график, минимизирующий время отсутствия основной техники в боевом расчёте.

4. Оснащение РТЦ современным диагностическим оборудованием (мотор-тестеры, сканеры, стенды для проверки тормозных систем, газоанализаторы), что позволит перейти от ремонта по отказу к обслуживанию по фактическому состоянию и сократить время на поиск неисправностей.

5. Внедрение агрегатного метода ремонта – создание оборотного фонда агрегатов (двигателей, коробок передач, мостов), что сократит время простоя техники.

6. Повышение квалификации персонала – организация систематического обучения и стажировок рабочих на предприятиях-изготовителях техники (особенно новых марок), аттестация сварщиков и других специалистов.

7. Совершенствование системы материально-технического снабжения:

- разработка научно обоснованных норм расхода запасных частей и материалов;
- формирование неснижаемого запаса наиболее востребованных позиций;
- автоматизация учёта движения ТМЦ.

8. Перспективное освоение капитального ремонта. По мере накопления опыта и приобретения специального оборудования целесообразно выполнять капитальный ремонт агрегатов собственными силами, что даст дополнительную экономию.

9. Внедрение программного комплекса для управления процессами ТО и Р (например, на базе 1С или специализированных решений). Это позволит планировать загрузку персонала, вести учёт выполненных работ, контролировать расход запчастей и анализировать эффективность.

10. Совершенствование нормативной базы – разработка и утверждение на уровне Главного управления внутренних регламентов, стандартов организации по ТО и Р, должностных инструкций с чётким разграничением ответственности.

Реализация данных предложений позволит:

- повысить коэффициент технической готовности парка до 98–100%;
- сократить среднее время простоя техники в ремонте;
- снизить совокупные затраты на ТО и Р не менее чем на 30% по сравнению с текущим уровнем;
- улучшить условия труда ремонтного персонала.

Таким образом, предложенные в работе мероприятия по совершенствованию процесса технического обслуживания и ремонта пожарных автомобилей имеют прочное научное обоснование и практическую значимость. Их реализация в Главном управлении МЧС России по Тюменской области позволит обеспечить постоянную техническую готовность подразделений к выполнению задач по предназначению, оптимизировать расходование бюджетных средств и повысить эффективность функционирования системы МТО в целом.

Список источников

1. Аристархов В.А., Гришанков П.С., Двоенко О.В. Стационарные ремонтные органы МЧС России: современное состояние и направления развития // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2023. – № 1. – С. 89–98. – DOI 10.25257/FE.2023.1.89-98.

2. Шигорин, С. А. Организационные решения для повышения эффективности функционирования системы технического обслуживания и ремонта техники в МЧС России / С. А. Шигорин, П. С. Гришанков // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2023. – № 4. – С. 87-97. – DOI 10.25257/FE.2023.4.87-97. – EDN WRRERM.
3. Предложения по совершенствованию системы технического обслуживания и ремонта пожарных автомобилей / В. В. Роевко, А. В. Рожков, В. П. Сорокоумов, А. Г. Саламатов // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2017. – № 2. – С. 31-35. – DOI 10.25257/FE.2017.2.31-35. – EDN ZCMFGT.
4. Формирование предложений по техническому обслуживанию и ремонту пожарных автомобилей пожарно-спасательного гарнизона / Д. С. Шупнев, В. С. Земсков, В. А. Зубов, Г. А. Сафиулин // Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, в 2 ч., Москва, 17–18 марта 2022 года. Том Часть 1. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2022. – С. 263-268. – EDN HOGKDZ.
5. Камалов, Д. К. Опыт организации технического обеспечения группировки МЧС России при ликвидации крупномасштабного пожара на территории Ростовской области в 2024 году / Д. К. Камалов, В. А. Аристархов, И. А. Гусев // Актуальные вопросы эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов : Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции, Химки, 12–13 ноября 2024 года. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России им. генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2024. – С. 29-35.
6. Совершенствования рекламационной работы в территориальном пожарно-спасательном гарнизоне Тюменской области / Д. К. Камалов, А. В. Фирсов, В. Ю. Григорькин, И. П. Василенко // Гражданская оборона на страже мира и безопасности : Материалы IX Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны. В 5-ти частях, Москва, 28 февраля 2025 года. – Москва: Академия государственной противопожарной службы, 2025. – С. 112-118. – EDN SAKRGF.

Артем Александрович Морозов

Государственное учебное заведение «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», Минск, Беларусь (morozov@ucpminsk.ru, SPIN 7482-7284, ID: 1041683)

Евгений Анатольевич Козлов

Государственное учебное заведение «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», Минск, Беларусь (zenka.2012@mail.ru)

Эксплуатационные испытания дыхательных аппаратов со сжатым воздухом

Аннотация. В статье представлена экспериментальная оценка влияния комплекса эксплуатационных факторов (низкая температура, повышенная влажность, физическая нагрузка) на стабильность функционирования легочных автоматов (далее – ЛА) дыхательных аппаратов со сжатым воздухом (далее – АСВ). В ходе натурных испытаний с использованием разработанной методики, включающей низкотемпературное кондиционирование, имитацию воздействия воды и пенообразователя (далее – ПО), а также выполнение спасателями комплекса физических упражнений.

Ключевые слова: дыхательный аппарат со сжатым воздухом, легочный автомат, обледенение, низкие температуры, эксплуатационные испытания.

Artem A. Morozov

State Educational Institution "University of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus", Minsk, Belarus

Evgeniy A. Kozlov

State Educational Institution "University of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus", Minsk, Belarus

Operational tests of self-contained breathing apparatus with compressed air

Abstract. The article presents an experimental assessment of the influence of a complex of operational factors (low temperature, high humidity, physical exertion) on the stability of the functioning of lung-governed demand regulators (hereinafter referred as LDR) of self-contained breathing apparatus with compressed air (hereinafter referred as SCBA). During full-scale tests using the developed methodology, including low-temperature conditioning, simulation of exposure to water and foaming agent (hereinafter referred as FA), as well as performance of a set of physical exercises by rescuers.

Keywords: self-contained breathing apparatus with compressed air, lung-governed demand regulator, icing, low temperatures, operational tests.

При проведении экспериментального исследования сфокусировались на принципах работы и конструктивных особенностях АСВ, которые влияют на его работоспособность и в конечном счете – на результат проведения аварийно-спасательных работ.

В условиях высокой влажности (характерной для помещений при тушении пожара, а также во время выпадения осадков в виде дождя и снега) и отрицательных температур окружающей среды это может привести к конденсации и последующему замерзанию паров воды на деталях ЛА [1]. Обледенение подвижных элементов (мембран, клапанов) может вызвать их «залипание», неполное открытие или закрытие, что влечет за собой либо резкое увеличение сопротивления дыханию (или прекращение подачи воздуха), либо

неконтролируемую подачу воздуха («самоподдув»), ведущую к быстрому израсходованию запаса воздуха [2].

Для получения фактических данных об описанной выше проблеме нами проведены натурные эксплуатационные испытания АСВ выбранных производителей (Drager, БДА и MTS) и разработана методика, которая включает:

1. Определение критериев и параметров моделирования экстремальной среды (температурные режимы, уровень влажности, интенсивность обливания АСВ).

2. Определение уровней физической нагрузки, реально отражающие работу спасателей в условиях ЧС.

3. Установление перечня контролируемых параметров (время работы АСВ, давление воздуха в баллоне, количество циклов заправки баллона (замена баллонов), визуальные признаки обледенения, субъективные оценки испытателя) и протокол их фиксации.

4. Четкое определение критериев отказа (например, превышение нормативного усилия вдоха, полная блокировка либо неконтролируемая постоянная подача воздуха), что позволит количественно оценивать время наработки на отказ в заданных условиях.

Разработка и применение подобной методики позволят не только детально исследовать процесс и зависимости обледенения в работающем аппарате, но и провести сравнительный анализ устойчивости различных моделей АСВ [3].

Основная часть.

В качестве объектов исследования выступили серийные дыхательные аппараты: модели Drager PA94 Plus Basic (3 ед.), БДА-СЛ (3 ед.) и MTS RHZK Series (3 ед.). Испытания проводились в осенне-зимний период (ноябрь – декабрь) на базе Университета гражданской защиты (далее – УГЗ). Среднесуточная температура воздуха составляла от -3°C до $+10^{\circ}\text{C}$. В приняли участие обучающиеся университета дневной формы обучения в возрасте до 25 лет.

Целью методики проведения эксплуатационных испытаний являлось моделирование комплекса нагрузок, характерных для реальной работы спасателей, для оценки работоспособности легочного автомата. Программа тренировок включала два взаимосвязанных блока упражнений, выполняемых испытателями в полном комплекте боевой одежды и снаряжения.

Блок А. Воздействие на АСВ условий, имитирующих опасные факторы пожара (рис. 1):

1. Интенсивное увлажнение: перед включением аппараты подвергались воздействию распыленной струи воды или 6% раствора пенообразователя (далее – ПО) в течение 180 секунд с дистанции 5 метров по следующему циклу: 1 день – обливание водой, 2 день – обливание не проводилось, 3 день – обливание раствором ПО, 4 день – обливание не проводилось и так далее.

2. Низкотемпературное кондиционирование: методика включала использование АСВ после охлаждения в течение не менее 4 часов при температуре -10°C и влажности 75%. Для этого этапа использовалась климатическая камера «ТМАХ-1000» с диапазоном температур от -20°C до $+100^{\circ}\text{C}$ и контролем влажности. Предварительное охлаждение проводилось ежедневно в течении 30 дней. Суммарное время нахождения дыхательных аппаратов в этой камере составило около 200 часов. По истечении времени пребывания АСВ в камере испытатель в полной экипировке приступал к выполнению упражнений Блока Б.



а – обливание АСВ



б – низкотемпературное кондиционирование

Рисунок 1 – Воздействие агрессивных условий эксплуатации

Блок Б. Базовые и силовые упражнения (рис. 2):

1. Боевое развертывание от автоцистерны (выполнение контрольных нормативов), сбор пожарно-технического вооружения (далее – ПТВ).
2. Ориентирование на чистом воздухе в АСВ.
3. Подъем и спуск по лестничным маршам.
4. Работа с аварийно-спасательным инструментом и оборудованием.
5. Бег в легком темпе, прыжки на месте, транспортировка пострадавшего вдвоем.
6. Работа в модульном учебно-тренировочном комплексе (далее – МУТК): передвижение в условиях ограниченной видимости, тепловое воздействие (температура в диапазоне +40–50°C), поиск и транспортировка условного пострадавшего (манекена).
7. Работа в стесненных условиях: преодоление лабиринта и различных препятствий, где требовалось передвигаться с АСВ в руках, что обеспечивало постоянный механический контакт и перегибы шлангов АСВ [4].



а – боевое развертывание и сбор ПТВ



б – ориентирование на чистом воздухе



в – подъем и спуск по лестничным маршам



б – работа в МУТК

Рисунок 2 – Комплекс физических упражнений

Общая последовательность одного цикла испытаний для каждого аппарата: выполнялось обливание, либо кондиционирование, либо комплексное воздействие обоих процедур (обливание после кондиционирования), далее – выполнение упражнений (Блок Б), по окончании цикла выполнялась заправка баллона либо его замена. Для каждого аппарата проведено порядка 300 таких полных циклов.

Для объективной оценки соответствия нагрузки категории «очень тяжелая» (частота сердечных сокращений (ЧСС) ≥ 151 уд/мин) с помощью нагрудных пульсометров Polar H3 контролировалась ЧСС испытуемых. Осуществлялся визуальный контроль за состоянием АСВ и субъективная оценка самочувствия испытуемых. При этом испытуемые опрашивались через каждые 10 мин после включения в дыхательный аппарат.

Критерием отказа считалось: неконтролируемая постоянная подача воздуха и невозможность совершения вдоха.

В ходе опытной эксплуатации руководителем испытаний велся журнал учета работы АСВ. В нем отражены: вид тренировки, фактическое время работы, факты заправки, обливание водой, неисправности, возникающие в процессе эксплуатации и другие события, происходящие с АСВ в процессе эксплуатации, влияющие на его работоспособность. По итогам проведенного исследования подготовлен отчет.

Продолжительность исследований составила 2 месяца. За этот период проведено около 300 включений в каждый АСВ с полным расходом запаса воздуха в баллоне. В каждом АСВ в среднем было наработано порядка 10000 минут. Среднее время работы АСВ составляло 35 минут – это соответствует легочной вентиляции более 60 л/мин.

В ходе исследования было зафиксировано 7 случаев полного отказа – это 0,26% от общего количества включений (2700 раз) при 90000 минут общей наработки испытываемых АСВ. Из них 4 случая, связанных с обледенением клапана ЛА, произошли исключительно при выполнении упражнений в АСВ MTS RHZK Series после обливания водой. Остальные 3 – единичные случаи: 1 – при работе в АСВ Drager PA94 Plus Basic (неконтролируемая постоянная подача воздуха), 2 – при работе в АСВ БДА-СЛ (невозможность совершения вдоха при наличии воздуха в баллоне) (рис. 3).



а – внешний вид



б – вид изнутри

Рисунок 3 – Обледенение легочного автомата

Полученные результаты подтверждают гипотезу о возможном обледенении ЛА в условиях максимально приближенным к реальным. Зафиксированные факты не свидетельствуют о постоянном и систематическом появлении данных неисправностей. Ключевым практическим выводом является то, что само по себе нахождение в холодной среде не является достаточным условием для отказа. Отказ является следствием строгой последовательности: тяжелая физическая работа после кондиционирования и интенсивного увлажнения (обливание АСВ водой и раствором пенообразователя).

Разработанная программа испытаний успешно демонстрирует зависимость между увлажнением, охлаждением и отказом в работе ЛА, что делает ее эффективным инструментом для оценки различных моделей и конструктивных решений. Выявленные замечания указывают на то, что проблема имеет конструктивную основу, связанную с недостаточной герметичностью легочного автомата АСВ MTS RHZK Series.

Заключение.

В ходе проведения натурных эксплуатационных испытаний апробирована разработанная методика, провоцирующая отказ в работе легочного автомата в контролируемых условиях. Критическим звеном методики является комбинация этапов низкотемпературной выдержки, интенсивного увлажнения и последующей работы в АСВ. Высокая физическая нагрузка (бег, подъем по лестнице и работа в стесненных условиях) приводит к повышенному потреблению воздуха, что вызывает его адиабатическое охлаждение при расширении, а выполнение данных видов работ после тушения (обливания) при низких температурах способно привести к отказу в работе ЛА.

Список источников

1. Копачев, В. Ф. Термодинамика, теплопередача и гидравлика: учебник для СПО / В. Ф. Копачев. — 2-е изд. — Саратов, Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 250 с. EDN: SITNGC
2. Кириллов В.Ф., Филин А.С., Чиркин А.В. Обзор результатов производственных испытаний средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД)// Токсикологический вестник. 2014. № 6. С. 44-49. EDN: ZCOSBT
3. Логинов, В.И. Требования и методы испытаний средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения пожарных в российских и европейских стандартах / В.И. Логинов, Ю.Н. Маслов, Р.А. Кисляков, И.А. Карпова // Пожаровзрывобезопасность / ФГБУ ВНИИПО МЧС России. – 2024. – Т. 33, № 6. – С. 56–62. EDN BEMFGF.
4. Белизов, М.Д. Подготовка газодымозащитника: учебное пособие / М.Д. Белизов, А.В. Малыхин; рецензенты С.С. Тимофеева, Д.Г. Дудин. – Иркутск: Восточно-Сибирский институт МВД России, 2011. – 108 с. EDN WHSODZ.

УДК 614.842.651
ББК 38.96

Марина Михайловна Каминская

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России», Санкт-Петербург, Россия
(mdumchi@mail.ru, SPIN 1439-7371, ID: 1061462)

Артем Сергеевич Корчак

Главное управление МЧС России по г. Севастополю, Севастополь, Россия
(a.korchak@92.mchs.gov.ru, SPIN 3239-7074, ID: 1329515)

Актуальность применения тактической вентиляции при тушении пожаров на кораблях и подводных лодках

Аннотация. В статье рассматриваются специфические возможности тактической вентиляции на пожаре и перспективы ее применения при тушении пожаров на кораблях и подводных лодках, с учетом практического опыта пожарно-спасательного гарнизона г. Севастополя.

Ключевые слова: тактическая вентиляция, корабли, подводные лодки, тактика тушения пожаров.

Marina M. Kaminskaya

Saint Petersburg University of the State Fire Service of the Russian Ministry of Emergency Situations, Saint-Petersburg, Russia

Artem S. Korchak

Main Department of the Russian Ministry of Emergency Situations in Sevastopol, Sevastopol, Russia

The relevance of using tactical ventilation in extinguishing fires on warships and submarines

Abstract. The article discusses the specific features of tactical ventilation in fire situations and the prospects for its application in extinguishing fires on ships and submarines, taking into account the practical experience of the fire and rescue garrison in Sevastopol.

Keywords: tactical ventilation, ships, submarines, firefighting tactics.

Современный мир развивается стремительными темпами, и прогресс уже охватил все сферы жизнедеятельности - от промышленного производства до высокотехнологичных инноваций. Однако, как усложнение технологических процессов, так и развитие специфической инфраструктуры и техники, появление принципиально новых материалов и оборудования существенно трансформируют характер возникающих угроз, в том числе пожарных. В этой связи современная пожарная охрана также претерпевает ряд принципиальных изменений, в сравнении с практикой прошлых столетий, и требует не только технической модернизации, но и пересмотре подходов к системе управления рисками.

Развитие индустриализации породило новый вызов для пожарной охраны: разнообразие технологических процессов на промышленных объектах обусловило необходимость выработки дифференцированных тактик тушения пожаров. По уровню риска в отдельную категорию в этом случае следует выделить объекты Министерства обороны России и военно-промышленного комплекса. В ряде регионов нашей страны созданы и функционируют пункты базирования подразделений военно-морского флота (далее - ВМФ), верфи и соответствующие судостроительные предприятия, представляющие собой объекты повышенной опасности с точки зрения пожаротушения. Сложная инфраструктура, большое количество горючего, наличие взрывоопасных и пожароопасных веществ и материалов, боекомплектов (далее - БК), специфическая планировка и ограниченный доступ на объекты подразделений пожарной охраны - все это существенно осложняет оперативное реагирование

пожарно-спасательных подразделений, в районах выезда которых располагаются подобные объекты.

Опыт реагирования на пожары, возникающие на боевых единицах ВМФ в г. Севастополе, заложил в территориальном пожарно-спасательном гарнизоне ряд практических правил, в числе которых проведение обязательных пожарно-тактических занятий (далее - ПТЗ) на объектах базирования и ремонта кораблей и подводных лодок в районах выезда пожарно-спасательных подразделений, а также проведение дополнительных ПТЗ на конкретном боевом плавсредстве при его постановке на ремонт. Однако, не смотря на регулярную отработку действий сил пожарной охраны, широкое разнообразие боевых единиц военно-морского флота, базирующихся в акватории г. Севастополя, действующие ограничения по допуску на объекты Министерства обороны, ограничения, связанные с распространением технической документации и другие подобные нюансы создают трудности для проведения комплексного анализа объектов ВМФ, представляющих пожарную опасность, который бы учитывал все варианты планировочных решений, параметров пожарной нагрузки и других возможных источников риска.

В связи с проведением Специальной военной операции в последние годы возросло количество выездов пожарных подразделений г. Севастополя для тушения боевых плавсредств различных типов. Участники тушения пожаров на данных объектах отмечают ряд особенностей, затрудняющих работу пожарных:

- специфические узкие проходы и проемы, затрудняющие движение звеньев газодымозащиты (далее - ГДЗС);
- высокая скорость распространения теплового воздействия, а также высокая теплопроводность материалов, которые приводят к быстрому нагреву практически всех поверхностей, что приводит к образованию эффекта «духовки»;
- при длительном продолжающемся воздействии пламени и раскаленного воздуха на металлические конструкции, образуются прогары на путях движения звеньев ГДЗС, могут обрушиться трапы и лестницы, что существенно затруднит эвакуацию;
- высокая вероятность наличия баллонов под давлением, БК и других возможных источников взрыва;
- сложная, зачастую, незнакомая планировка объектов, затрудняющая поиск пострадавших и их эвакуацию;
- наличие большого количества технологических проемов и отверстий, увеличивающих скорость распространения пожара;
- фактическое отсутствие естественного освещения;
- значительное влияние внешних факторов на скорость распространение пожара и ход его ликвидации, такие как сильный ветер, крен корабля, высота расположения палуб, значительное расстояние до пожарных автомобилей и другие.

В качестве наиболее опасного фактора пожара на кораблях и подводных лодках пожарные выделяют значительно более высокую концентрацию и плотность дыма, чем при тушении пожаров в зданиях, за счет существенно меньших объемов внутренних помещений.

Не секрет, что основной угрозой на пожаре становится не открытое пламя, а дым и продукты горения, и значит основной фокус как на уровне профилактики, так и на стадии тушения пожаров должен быть направлен на средства и способы дымоудаления, защиту людей и личного состава от влияния токсичных продуктов горения.

Опираясь на требования современности и учитывая актуальные риски и опасности, возникающие при тушении пожаров, совершенствуется пожарная тактика и подготовка личного состава пожарной охраны. Так одним из наиболее актуальных направлений пожарного дела современности можно назвать тактическую вентиляцию.

Под тактической вентиляцией понимается процесс управления газодинамическими потоками на пожаре при помощи специального пожарно-технического оборудования [1, 2].

Помимо основной цели - снижения концентрации продуктов горения, применение тактической вентиляции способствует решению следующих задач:

- - предотвращение возникновения опасных явлений на пожаре (вспышки, скопления водяного пара и др.);
- - снижение температуры в зоне горения;
- - улучшение видимости в зоне работы пожарных подразделений, что облегчает поиски очага пожара [1].

Несправедливо было бы утверждать, что тактическая вентиляция - совершенно новое слово в искусстве пожарной тактики, ведь применение такого способа тушения пожаров в последнее десятилетие в крупных гарнизонах нашей страны уверенно переходит в категорию нормы [2]. Открытые занятия по тактической вентиляции регулярно проходят на базе учебных центров и территориальных органов МЧС России, объединяя заинтересованных специалистов пожарного дела, желающих усовершенствовать свои навыки по управлению дымом на пожаре. Вместе с этим, как и у любой другой относительно нетипичной практики, у тактической вентиляции есть ряд практических минусов и ограничений, в их числе:

- применения тактической вентиляции, в первую очередь, предполагает наличие специальной техники и оборудования (передвижные вентиляторы). Поскольку пожарно-спасательные гарнизоны оснащены неравномерно, тактическая вентиляция пока не может стать повсеместно применимой практикой;
- исходя из основной цели применения тактической вентиляции - управления газообменом, такая тактика тушения требует грамотных и слаженных действий, качественного контроля, но главное - опыта применения у участников тушения пожара. Далеко не в каждом гарнизоне нашей страны есть возможность отработать приемы тактической вентиляции на реальном объекте, а значит и ее применение на пожаре без соответствующей подготовки фактически невозможно;
- перед применением тактической вентиляции требуется доскональное изучение оперативной обстановки на предмет наличия основных и дополнительных приточно-вытяжных проемов, пострадавших, которым требуется помощь, местах их возможного нахождения, наличия или отсутствия аварийно-химических отравляющих веществ, способных осложнить обстановку на пожаре и т.д. Таким образом, далеко не в каждом случае тактическая вентиляция может быть применена;
- как и у любой тактики тушения, существует ряд ограничений, при которых тактическую вентиляцию применять не столько неэффективно, сколько опасно (в случае неконтролируемого повышения интенсивности горения, на ранних этапах развития пожара, в случае распространения дыма в другие помещения, при наличии АХОВ на объекте и др.) [3].

Не смотря на изложенные нами ограничения и недостатки, в большинстве случаев, грамотное применение тактической вентиляции значительно облегчает процесс тушения пожаров, уже доказав свою эффективность при тушении пожаров в многоэтажных зданиях. При этом, следует отдельно отметить, что тактическую вентиляцию применяют, чаще всего, именно при тушении пожаров в зданиях, а анализ научных источников и специализированной литературы показал, что применение данного метода пожаротушения рассматривается лишь на ограниченной выборке объектов. Так, например, авторы научных работ ведут исследования в области применения тактической вентиляции на объектах энергетики [4], объектах, расположенных в арктической зоне [5], объектах частных жилых секторов [6], а также на объектах подземных транспортных коммуникаций [3, 7]. Отсутствие в научном публичном поле аналитический данных и результатов исследований по применению тактической вентиляции на боевых кораблях и подводных лодках указывает на отсутствие подобного практического опыта.

Специфические условия, влияющие на скорость и эффективность тушения пожаров на боевых плавсредствах, изложенные нами ранее, позволяют предположить, что применение тактической вентиляции может существенно повысить результативность пожаротушения и

снизить риск для личного состава. Грамотное управление газообменом в условиях сложной объемно-планировочной структуры боевых кораблей и подводных лодок позволит:

- ускорить поиски пострадавших и организовать их своевременную эвакуацию;
- упростить поиски очага пожара;
- своевременно предотвратить взрыв БК, баллонов под давлением и другого оборудования;
- предотвратить чрезмерный нагрев ограждающих конструкций;
- снизить общую концентрацию продуктов горения в замкнутом пространстве.

Осознавая необходимость апробации возможностей тактической вентиляции на реальном пожаре, считаем, что актуально проведение межведомственных учений на объектах ВМФ с практической отработкой различных способов управления газообменом с целью повышения эффективности тушения пожара. Подобные учения целесообразно проводить в тех субъектах Российской Федерации, где расположены морские верфи, судостроительные заводы военно-промышленного комплекса, места базирования боевых плавсредств, по согласованию с Министерством обороны. Базой (объектом) тушения пожара в этом случае может выступить выведенный из эксплуатации боевой корабль (подводная лодка), до момента его утилизации в соответствии с требованиями законодательства, в том числе - боевые единицы, пострадавшие в результате боевых действий.

Проведение предлагаемых нами учений позволит:

- расширить представления о возможностях тактической вентиляции и целесообразности применения такого метода пожаротушения как на объектах ВМФ, так и на объектах морского и речного транспорта;
- отработать тактику действий пожарно-спасательных подразделений при реагировании на пожары на объектах ВМФ, с учетом сопутствующих рисков;
- наладить межведомственное взаимодействие в вопросах обеспечения пожарной безопасности, что особенно важно, учитывая возможные опасности, обусловленные современной геополитической обстановкой;
- определить потребности гарнизона в специальной технике и оборудовании, необходимом для применения специфических методов пожаротушения;
- повысить общую готовность личного состава пожарно-спасательных гарнизонов к реагированию на пожары со сложной оперативной обстановкой.

Тактическая вентиляция как один из актуальных методов пожаротушения получает все более широкую распространённость в профессиональной среде, демонстрируя свою эффективность в ответ на риски современности. С этим учетом, а также принимая во внимание преимущества, который предлагает такая тактика тушения пожаров, считаем целесообразным рассмотреть применение тактической вентиляции для тушения боевых кораблей и подводных лодок. При надлежащей технической и нормативной адаптации, а также качественной апробации, данный метод может стать эффективным инструментом повышения противопожарной защищенности объектов ВМФ.

Список источников

1. Большаков, Д. Тактическая вентиляция. Азбука применения / Д. Большаков // Пожарное дело. – 2018. – № 3. – С. 50-51.
2. Серегин М. В. Обеспечение безопасности личного состава при тушении пожаров и проведения аварийно - спасательных работ // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2015. №1 (6). [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-bezopasnosti-lichnogo-sostava-pri-tushenii-pozharov-i-provedeniya-avariyno-spasatelnyh-rabot> (дата обращения: 06.02.2026).
3. Попова Н.И. Возможности применения тактической вентиляции при борьбе с задымлением в подземных транспортных коммуникациях: магистерская диссертация / Н.И. Попова ; науч. рук. А.В. Щипанов ; консулт. Т.Ю. Фрезе. – Тольятти, 2023. – 81 с.

4. Соковнин, А.И. Осаждение дыма на объектах энергетики температурно-активированной водой / А.И. Соковнин, В.В. Роевко, А.Д. Ищенко // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация: научный журнал. – 2016. – №1. С. 54-59.
5. Бибарсов Р.Ш. Экспериментальное обоснование особенностей тактической вентиляции объектов в Арктике / Р.Ш. Бибарсов, Д.А. Распопов, А.А. Таранцев // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2021. – С. 27–30.
6. Каменев, А. О. Подготовка пожарных управлению газообменом на пожаре без использования технических средств дымоудаления / А. О. Каменев // Пожарная безопасность: проблемы и решения. – 2025. – № 1. – С. 282–287.
7. Попова Н. И. Особенности вентиляции в подземных транспортных коммуникациях при пожаре и применение тактической вентиляции // Столыпинский вестник. 2022. №7. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-ventilyatsii-v-podzemnyh-transportnyh-kommunikatsiyah-pri-pozhare-i-primenenie-takticheskoy-ventilyatsii> (дата обращения: 12.02.2026).

УДК 004.89:614.894
ББК 32.813:30.14

Денис Александрович Циммер

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»,
Тамбов, Россия (denis.tsimm@mail.ru, SPIN 1906-7906, ID: 1304222)

Сергей Владимирович Ковалев

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»,
Тамбов, Россия (sseedd@mail.ru, SPIN 6685-7573, ID: 612794)

Ольга Александровна Ковалева

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»,
Тамбов, Россия (solomina-oa@yandex.ru, SPIN 2984-0570, ID: 829259)

Игорь Васильевич Коршунов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва,
Россия (I.Korshunov@academygps.ru, SPIN 4744-1914, ID: 763354)

Александр Владимирович Смагин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России»,
Москва, Россия (A.Smagin@academygps.ru, SPIN 2606-6984, ID: 579860)

Интеллектуальные методы анализа технического состояния дыхательных аппаратов со сжатым воздухом

Аннотация. В работе рассмотрены интеллектуальные методы анализа технического состояния дыхательных аппаратов со сжатым воздухом. Показаны возможности применения методов машинного обучения, нечеткой логики и байесовских сетей для диагностики, прогнозирования деградации узлов и поддержки принятия решений при эксплуатации оборудования. Рассматриваются перспективы применения данных подходов при переходе к предиктивным стратегиям обслуживания и создании интеллектуальных систем мониторинга технического состояния средств индивидуальной защиты органов дыхания.

Ключевые слова: интеллектуальные методы, машинное обучение, нечеткая логика, байесовские сети, дыхательные аппараты, техническая диагностика, предиктивное обслуживание, системы поддержки принятия решений.

Denis A. Tsimmer

Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russia

Sergey V. Kovalev

Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russia

Olga A. Kovaleva

Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russia

Igor V. Korshunov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Alexander V. Smagin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Intelligent methods for analyzing the technical condition of compressed air breathing apparatus

Annotation. The paper considers intelligent methods for analyzing the technical condition of breathing apparatus with compressed air. The possibilities of using machine learning methods, fuzzy logic, and Bayesian networks for diagnostics, prediction of node degradation, and decision support during equipment operation are shown. The prospects of applying these approaches in the transition

to predictive maintenance strategies and the creation of intelligent systems for monitoring the technical condition of personal respiratory protection equipment are considered.

Keywords: intelligent methods, machine learning, fuzzy logic, Bayesian networks, breathing apparatus, technical diagnostics, predictive maintenance, decision support systems.

Дыхательные аппараты со сжатым воздухом являются ключевым элементом системы обеспечения безопасности персонала, работающего в условиях воздействия токсичных веществ, задымления и дефицита кислорода. Отказ дыхательного аппарата в процессе работы напрямую связан с риском для жизни пользователя, что предъявляет повышенные требования к точности оценки технического состояния и прогнозу остаточного ресурса оборудования.

Традиционные методы контроля, основанные на периодических визуальных осмотрах, стендовых испытаниях и регламентных проверках, обеспечивают лишь дискретное представление о состоянии аппаратов и слабо приспособлены к раннему выявлению деградационных процессов. Развитие машинного обучения и методов искусственного интеллекта в технической диагностике открывает возможности перехода к предиктивным стратегиям обслуживания по фактическому состоянию, что подчёркивается в современных отечественных обзорах по предиктивному анализу работы технологического оборудования и энергетических установок.

Цель настоящей работы – систематизировать основные классы интеллектуальных методов анализа технического состояния применительно к дыхательным аппаратам со сжатым воздухом, опираясь преимущественно на российские исследования в области машинного обучения, нечеткой логики и байесовских моделей технической диагностики.

В обзоре А.С. Горячева рассматриваются алгоритмы машинного обучения, применяемые в задачах предиктивного анализа работы технологического оборудования, в том числе деревья решений, ансамблевые методы, методы опорных векторов, регрессионные модели и другие алгоритмы контролируемого обучения [1]. Показано, что такие методы позволяют по совокупности диагностических признаков классифицировать состояние объекта и оценивать скрытые индексы технического состояния.

В работе А.И. Мухамеджанова и И.И. Хабибуллина приведён обзор методов машинного обучения для прогнозирования технического состояния газотурбинных двигателей [2]. Авторы отмечают высокую эффективность ансамблей на основе деревьев решений (случайный лес, градиентный бустинг), а также различных архитектур искусственных нейронных сетей при диагностике и прогнозе, подчёркивая, что сочетание нескольких моделей позволяет повысить точность и устойчивость решений при работе с телеметрическими данными.

Ряд российских работ по использованию машинного обучения для идентификации состояния электрооборудования и измерительных трансформаторов демонстрирует, что алгоритмы случайного леса и градиентного бустинга хорошо подходят для задач с разнородными признаками и ограниченной статистикой по отказам [3]. По аналогии, в задачах диагностики дыхательных аппаратов входными данными для моделей машинного обучения могут выступать результаты стендовых испытаний (сопротивление дыханию, давление срабатывания предупредительной сигнализации, величина утечек), эксплуатационные параметры (частота использования, длительность циклов, температурные режимы) и данные телеметрии.

Таким образом, применительно к дыхательным аппаратам со сжатым воздухом методы машинного обучения позволяют решать задачи классификации технического состояния (исправен, условно годен, требуется ремонт, подлежит списанию), а также строить регрессионные модели оценки остаточного ресурса по совокупности диагностических признаков. Обзоры по предиктивному анализу технологического оборудования показывают, что подобные модели лежат в основе современных систем обслуживания по фактическому состоянию.

С развитием глубинного обучения всё более широкое распространение в технической диагностике получают свёрточные и рекуррентные нейронные сети. В обзорах по прогнозированию технического состояния газотурбинных двигателей отмечается, что использование CNN и RNN/LSTM позволяет обучать модели непосредственно на временных рядах и спектральных представлениях сигналов, снижая зависимость от ручного формирования признаков и обеспечивая высокую точность классификации и прогноза [2, 3].

Для дыхательных аппаратов со сжатым воздухом аналогичный подход может применяться к анализу временных рядов давления в баллоне и под маской, профилей расхода воздуха, динамики срабатывания редуктора и лёгочного автомата, а также сигналов встроенных датчиков положения и ускорений. Рекуррентные сети позволяют учитывать длительные зависимости и изменения динамики сигналов, связанные с деградацией узлов, а свёрточные сети – эффективно обрабатывать спектральные представления вибрационных и акустических сигналов арматуры.

Отечественные обзоры подчёркивают, что нейронные сети при корректной постановке задачи и достаточном объёме данных позволяют существенно повысить качество диагностики и прогноза технического состояния оборудования. В то же время для ответственных систем, к которым относятся дыхательные аппараты, ключевым требованием остаётся интерпретируемость решений моделей, что предопределяет необходимость сочетания методов глубокого обучения с классическими статистическими подходами и методами объяснимого искусственного интеллекта.

Нечёткая логика традиционно рассматривается как эффективный инструмент для формализации экспертных знаний и работы с неполной, нечёткой информацией в технической диагностике. В статье Ю.Е. Кувайсковой показано, что использование аппарата нечеткой логики при диагностике технического состояния объектов позволяет учитывать лингвистические оценки специалиста, сглаживать жёсткие пороговые границы и получать достоверные диагностические решения в условиях неопределённости [4].

Работа Д.Г. Сидоровой и соавторов посвящена методу нечеткой логики в технической диагностике и демонстрирует на примере контроля состояния смазочного масла реализацию полного цикла нечеткого вывода по алгоритму Мамдани: фаззификация входных параметров, применение базы правил «ЕСЛИ–ТО», агрегирование и дефаззификация по методу центра тяжести [5]. Авторы подчёркивают, что нечеткие диагностические системы особенно эффективны при интеграции количественных измерений и экспертных оценок, когда статистика по отказам ограничена или неоднородна.

Применительно к дыхательным аппаратам со сжатым воздухом нечеткая логика может использоваться для построения экспертно-ориентированных модулей, в которых формализуется опыт инженеров газоспасательных и пожарных подразделений. Входными переменными служат лингвистические оценки по параметрам утечек, сопротивления дыханию, стабильности работы автоматики и др., а выходом является принадлежность аппарата к определённой группе риска.

Байесовские сети доверия рассматриваются в современных исследованиях как эффективный инструмент анализа надёжности сложных технических систем, позволяющий моделировать причинно-следственные связи между параметрами состояния и событиями отказов в условиях неполной и неопределённой информации.

В работе Н.Ю. Федоровой показано, что байесовские сети доверия позволяют объединять структурное описание системы, статистические данные и экспертные оценки в единой вероятностной модели, обеспечивающей возможность прямого и обратного вероятностного вывода [6]. Это открывает возможность оценивать вероятности отказов отдельных узлов при заданных значениях диагностических признаков и анализировать влияние изменений структуры и параметров системы на её общую надёжность.

Применительно к дыхательным аппаратам байесовская сеть может описывать взаимосвязи между состоянием баллона, редуктора, лёгочного автомата, лицевой части, пневмолиний и сигнальных устройств, а также влиянием факторов эксплуатации (условия

хранения, частота использования, воздействие агрессивных сред). При наличии частично наблюдаемых симптомов сеть позволяет оценивать апостериорные вероятности различных видов деградации и выявлять наиболее вероятные сценарии развития отказов.

Максимальный практический эффект интеллектуальные методы анализа технического состояния дают при интеграции в состав систем поддержки принятия решений (СППР). Обзоры по предиктивному анализу и интеллектуальному обслуживанию оборудования показывают, что эффективная СППР включает уровни: сбора данных (сенсоры, телеметрия, результаты испытаний), предобработки (фильтрация, формирование признаков), аналитики (модели машинного обучения, нечеткая логика, байесовские сети) и представления результатов пользователю.

Для управления парком дыхательных аппаратов со сжатым воздухом интеллектуальная СППР должна обеспечивать индивидуализированную оценку технического состояния каждого аппарата, прогноз вероятности отказа и остаточного ресурса, классификацию аппаратов по группам риска и автоматическое формирование рекомендаций по обслуживанию, ремонту и списанию. При этом необходимы различные уровни представления информации для инженеров по охране труда, специалистов по ремонту и руководителей подразделений.

С учётом особенностей предметной области наибольшую перспективу представляют гибридные архитектуры СППР, в которых статистический анализ данных сочетается с интеллектуальными моделями. Статистические методы обеспечивают валидацию и агрегирование данных, построение интерпретируемых метрик и оценку неопределённости, а интеллектуальные алгоритмы реализуют нелинейные зависимости, адаптивную классификацию и прогноз технического состояния.

Анализ отечественных публикаций показывает, что интеллектуальные методы анализа технического состояния обладают значительным потенциалом для применения в задачах диагностики и прогнозирования ресурса дыхательных аппаратов со сжатым воздухом. Методы машинного обучения и глубокие нейронные сети обеспечивают высокую точность классификации и прогноза при наличии репрезентативных данных, нечеткая логика позволяет формализовать экспертные знания и работать в условиях неполной информации, а байесовские сети доверия дают средство моделирования причинно-следственных связей и анализа надёжности в условиях неопределённости.

С учётом высокой ответственности рассматриваемых объектов особое значение приобретают интерпретируемость и верифицируемость решений интеллектуальных моделей, а также их интеграция с классическими статистическими методами и существующей цифровой инфраструктурой мониторинга и учёта. В дальнейшем именно гибридные системы поддержки принятия решений, объединяющие статистический и интеллектуальный анализ, представляются наиболее перспективным инструментом для риск-ориентированного управления техническим состоянием парка дыхательных аппаратов со сжатым воздухом.

Список источников

1. Горячев, А. С. Обзор алгоритмов машинного обучения в задачах предиктивного анализа работы технологического оборудования / А. С. Горячев // Инновационная наука. – 2024. – № 10-1. – С. 14-19. – EDN KLNQBK.
2. Мухамеджанов, А. И. Обзор методов машинного обучения для прогнозирования технического состояния газотурбинных двигателей / А. И. Мухамеджанов, И. И. Хабибуллин // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2023. – Т. 79, № 3. – С. 70-77. – EDN FDWPBA.
3. Фраленко, В. П. Интеллектуальные методы обработки данных телеметрии, визуальная инспекция по видеозаписям и данным лазерного сканирования / В. П. Фраленко, О. Г. Шишкин // Современные наукоемкие технологии. – 2022. – № 1. – С. 107-113. – DOI 10.17513/snt.39018. – EDN KMAIFE.

4. Кувайскова, Ю. Е. Использование нечеткой логики для диагностики технического состояния объекта / Ю. Е. Кувайскова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т. 20, № 4-3(84). – С. 487-490. – EDN RFITYC.
5. Сидорова, Д. Г. Метод нечеткой логики в технической диагностике / Д. Г. Сидорова, Е. Б. Иселёнок, Л. В. Маркова // Материалы студенческой научно-технической конференции "Информатизация технических систем и процессов" ИТСиП-2018, 20 марта 2018 года [Электронный ресурс] / Белорусский национальный технический университет ; сост. Ю. В. Полозков. – Минск : БНТУ, 2018. – С. 126-128.
6. Федорова, Н. Ю. Байесовские сети доверия как инструмент анализа надежности сложных технических систем / Н. Ю. Федорова // Информационно-вычислительные технологии и их приложения : сборник статей XXV Международной научно-технической конференции, Пенза, 25–26 августа 2021 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2021. – С. 145-148. – EDN WWBUFY.

УДК 614.841
ББК 68.923

Александр Валерьевич Кузнецов

Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, Иваново, Россия (a.kuznetsov9@yandex.ru, SPIN 1515-0753, ID: 909767)

Илья Александрович Кузнецов

Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, Иваново, Россия (ikuz1999@list.ru, SPIN 5334-9884, ID: 1164619)

Антон Вячеславович Суровегин

Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, Иваново, Россия (sav_37@mail.ru, SPIN 6731-3389, ID: 700856)

Екатерина Леонидовна Куликова

Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, Иваново, Россия (e.l.kulik@mail.ru, SPIN 3689-1850, ID: 1278255)

Применение беспилотных летательных аппаратов для мониторинга и управления ликвидацией крупных пожаров на резервуарных парках

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные вопросы применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для мониторинга крупных пожаров на резервуарных парках хранения нефти и нефтепродуктов. Анализируются ограничения традиционных методов разведки, включая высокий риск для личного состава и недостаточную информативность при сильном задымлении. Особое внимание уделяется тактико-техническим характеристикам современных беспилотных воздушных судов мультироторного и самолетного типов, оснащенных тепловизорами и газоанализаторами. В работе представлена классификация этапов мониторинга с применением БПЛА, а также методика обработки получаемых термограмм для прогнозирования развития аварийной ситуации. Сделаны выводы о необходимости внедрения беспилотных систем в существующие способы пожаротушения для повышения эффективности управления силами и средствами.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, резервуарный парк, мониторинг пожаров, тепловизионная съемка, инфракрасный диапазон.

Alexander V. Kuznetsov

Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation, Ivanovo, Russia

Ilya A. Kuznetsov

Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation, Ivanovo, Russia

Anton V. Surovegin

Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation, Ivanovo, Russia

Ekaterina L. Kulikova

Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation, Ivanovo, Russia

Application of unmanned aerial vehicles for monitoring and controlling the elimination of large fires in tank farms

Abstract. The article discusses the current issues of using unmanned aerial vehicles (UAVs) for monitoring large fires in tank farms for storing oil and petroleum products. The limitations of traditional reconnaissance methods are analyzed, including the high risk for personnel and insufficient

information in case of heavy smoke. Special attention is paid to the tactical and technical characteristics of modern multi-rotor and aircraft-type unmanned aerial vehicles equipped with thermal imagers and gas analyzers. The paper presents a classification of the stages of monitoring using UAVs, as well as a method for processing the resulting thermograms in order to predict the development of an emergency situation. The paper concludes that it is necessary to introduce unmanned systems into existing firefighting methods in order to improve the efficiency of managing forces and resources.

Keywords: unmanned aerial vehicles, tank farm, fire monitoring, thermal imaging, infrared range.

Пожары в резервуарных парках, предназначенных для хранения сжиженных углеводородных газов и легковоспламеняющихся жидкостей, относятся к категории наиболее сложных и масштабных техногенных катастроф. Высокая плотность застройки, наличие значительных запасов горючего материала и вероятность поэтапного развития аварии создают угрозу не только для персонала объекта и пожарных подразделений, но и для окружающей среды. Традиционные методы оперативной разведки, осуществляемой наземными силами или пилотируемой авиацией, часто сталкиваются с критическими ограничениями. Наземная разведка сопряжена с экстремальным тепловым воздействием и риском взрыва, в то время как применение вертолетов затруднено из-за высокой турбулентности воздуха и плотной завесы дыма, снижающей видимость.

В последнее десятилетие активное развитие получили технологии беспилотной авиации, предлагающие принципиально новые возможности для получения оперативной информации в условиях чрезвычайной ситуации [1,2]. Способность БПЛА функционировать в непосредственной близости от очага горения, передавая видеопоток в режиме реального времени, делает их незаменимым инструментом для штаба пожаротушения. Целью данной работы является систематизация знаний о возможностях применения беспилотных летательных аппаратов для мониторинга крупных пожаров на резервуарных парках и обоснование необходимости их включения в тактические схемы тушения.

Эффективность мониторинга пожара напрямую зависит от правильного выбора типа летательного аппарата и его полезной нагрузки. Для задач наблюдения за резервуарными парками применяются два основных класса БПЛА: мультироторного и самолетного типа. Мультироторные аппараты, обладая возможностью вертикального взлета-посадки и высокой маневренностью, позволяют осуществлять зависание над заданной точкой, что критически важно для детального обследования горящего резервуара и соседних объектов. Самолетные БПЛА, в свою очередь, характеризуются большей продолжительностью полета и способны охватывать значительные площади для оценки общей динамики распространения пожара и движения дымовых масс [3].

Особую значимость для мониторинга представляет оборудование, работающее не только в видимом, но и в инфракрасном диапазоне. Тепловизионные камеры позволяют пробивать плотную завесу дыма, которая делает оптические системы бесполезными. Благодаря этому можно точно определить границы зоны горения, выявить очаги локального перегрева на соседних резервуарах (например, вследствие тепловой радиации) и оценить состояние дыхательной арматуры. Кроме того, перспективным направлением является использование газоанализаторов для определения концентрации вредных веществ в атмосфере и обнаружения зон загазованности, невидимых невооруженным глазом.

В таблице 1 представлен сравнительный анализ применения различных типов беспилотных аппаратов на ранних этапах развития крупного пожара.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика применения БПЛА различных типов при мониторинге пожара в резервуарном парке

Тип БПЛА	Преимущества для мониторинга	Недостатки	Основная решаемая задача

Мультироторные	Высокая маневренность, возможность зависания, точность позиционирования, детализация объектов.	Ограниченное время полета (20-40 мин), зависимость от сильного ветра.	Детальный осмотр горящего резервуара, контроль температуры стенок, оценка состояния системы охлаждения.
Самолетного типа	Большая продолжительность полета (до нескольких часов), широкий угол обзора, высокая скорость разведки.	Сложность пилотирования на малых высотах, невозможность длительного наблюдения за статичным объектом.	Картографирование зоны ЧС, отслеживание распространения дыма, координация наземных служб на большой территории.

Процесс мониторинга с использованием БПЛА целесообразно разделить на несколько последовательных этапов, каждый из которых имеет собственные цели и методы сбора данных. На первом этапе, который условно можно назвать «обзорным», производится облет периметра резервуарного парка для оценки масштабов бедствия, определения путей подхода техники и выявления угрозы распространения огня на соседние резервуары. На данном этапе оптимальным является использование широкоугольных оптических камер для создания ортофотопланов местности в реальном времени.

Второй этап «тактический» - фокусируется непосредственно на объекте горения и критически важных элементах инфраструктуры. Здесь ключевую роль играет тепловизионная съемка. Современные тепловизоры, установленные на БПЛА, позволяют получать изображение в формате радиометрических данных, то есть каждый пиксель такого изображения содержит информацию о температуре объекта. Анализ этих данных позволяет выявить «горячие точки» на стенках соседних резервуаров, где температура может достигнуть критических значений, способных вызвать воспламенение паров жидкости без прямого контакта с пламенем.



Рисунок – Термограмма резервуарного парка, полученная с БПЛА

Третий этап включает постобработку полученных данных. Поскольку БПЛА передает информацию непрерывно, возникает задача фильтрации шумов и выделения существенных изменений. С помощью специализированного программного обеспечения производится построение трехмерных моделей местности и наложение температурных полей. Это позволяет прогнозировать поведение металлоконструкций резервуаров при длительном тепловом воздействии, так как известно, что потеря несущей способности теряет свои свойства при достижении температуры 500-600°C. Данные, получаемые с беспилотных воздушных судов, являются основой динамической модели пожара, постоянно обновляющейся по мере поступления новой информации [4,5,6].

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение БПЛА в практику тушения пожаров на резервуарных парках сопряжено с рядом проблем технического и организационного характера. Одной из главных проблем остается обеспечение устойчивой связи и передачи видеосигнала в условиях плотной городской застройки и сильных электромагнитных помех, возникающих при работе мощной пожарной техники. Высокие температуры и турбулентные потоки воздуха вблизи горящего резервуара создают серьезные риски для самого аппарата, требуя разработки специальных термостойких материалов для корпусов дронов.

Кроме того, существующая нормативная база не всегда успевает за развитием технологий. Отсутствие четко прописанных регламентов применения БПЛА в зонах чрезвычайных ситуаций затрудняет оперативное получение разрешений на полеты. Тем не менее, перспективным направлением является создание группировок беспилотных систем, работающих в единой связке. Например, один аппарат ведет общую разведку, в то время как несколько других выполняют узконаправленные задачи: мониторинг температуры конкретных резервуаров, контроль разлива нефтепродуктов по поверхности обвалования, наблюдение за безопасностью личного состава.

В таблице 2 систематизированы основные проблемные зоны применения БПЛА и предлагаемые пути их решения.

Таблица 2 – Основные проблемы применения БПЛА при мониторинге пожаров и пути их решения

Проблема	Характеристика проблемы	Возможное техническое или организационное решение
Потеря сигнала	Затухание радиосигнала из-за дыма, пламени и металлических конструкций.	Использование ретрансляторов (в том числе воздушных), прокладка волоконно-оптических линий связи с дрона.
Тепловое воздействие	Риск повреждения электроники и корпуса аппарата вблизи факела пламени.	Применение теплозащитных экранов, разработка алгоритмов удержания безопасной дистанции на основе данных тепловизора.
Отсутствие регламентов	Задержки в согласовании полетов в условиях чрезвычайной ситуации.	Внесение изменений в ведомственные инструкции, предоставление права на запуск руководителю тушения пожара.

Таким образом, проведенный анализ подтверждает, что применение беспилотных летательных аппаратов является одним из наиболее эффективных способов получения

достоверной информации о развитии крупного пожара на объектах хранения нефтепродуктов. Способность вести разведку в условиях сильного задымления с помощью тепловизионных камер, оперативно передавать данные в штаб и осуществлять контроль за динамикой изменения температуры позволяет значительно снизить риск травматизма личного состава и повысить обоснованность принимаемых тактических решений. Внедрение БПЛА в существующие схемы пожаротушения требует не только дооснащения пожарных частей, но и разработки специализированных методик обработки получаемых снимков и тепловизионных данных. Дальнейшие научные труды должны быть направлены на создание автоматизированных систем управления роем дронов, способных самостоятельно выбирать оптимальные точки наблюдения и корректировать свое поведение в зависимости от изменения оперативной обстановки [7,8].

Список источников

1. Кузнецов, А. В. Система поддержки принятия решений при планировании мониторинга крупных пожаров / А. В. Кузнецов, Д. В. Тараканов // Надежность и долговечность машин и механизмов: Сборник материалов XIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 14 апреля 2022 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2022. – С. 139-142. – EDN EQTZVU.
2. Технологии дистанционного мониторинга крупных пожаров с использованием беспилотных авиационных систем / А. В. Кузнецов, Н. Г. Топольский, М. О. Баканов [и др.]. – Иваново : Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – 124 с. – ISBN 978-5-6042853-5-0. – EDN IVOEPW.
3. Кузнецов, А. В. Перспективы применения систем видеомониторинга для информационной поддержки принятия управленческих решений при ведении боевых действий по тушению пожаров и приведению аварийно-спасательных работ / А. В. Кузнецов, С. Н. Никишов // Надежность и долговечность машин и механизмов : Сборник материалов XIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 14 апреля 2022 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2022. – С. 371-373. – EDN SHYBYQ.
4. Модели качества дистанционного мониторинга техногенных пожаров и чрезвычайных ситуаций / А. В. Кузнецов, М. О. Баканов, Д. В. Тараканов, А. В. Суровегин // Пожарная и аварийная безопасность : сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности, Иваново, 29–30 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2018. – С. 401-402. – EDN TSLOAB.
5. Тараканов, Д. В. Компьютерная модель ликвидации пожаров для тактической подготовки пожарных / Д. В. Тараканов, И. Ф. Саттаров // Технологии техносферной безопасности. – 2014. – № 6(58). – С. 14. – EDN TMPMUL.
6. Кузнецов, А. В. Математическая модель прогнозирования параметров восстановления средств мониторинга природных затяжных пожаров / А. В. Кузнецов // Пожарная и аварийная безопасность : Сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции, посвященной 370-й годовщине образования пожарной охраны России, Иваново, 12–13 сентября 2019 года. – Иваново: Федеральное государственное

бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2019. – С. 152-156. – EDN YGNPUA.

7. Ермилов, А. В. Совершенствование метода поддержки принятия управленческих решений по выбору оптимальной боевой позиции лафетного ствола с осциллятором / А. В. Ермилов // Научно-методическое сопровождение проведения межведомственного опытно-исследовательского учения сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации "Безопасная Арктика-2023" : круглый стол в рамках проведения XV Международного салона средств обеспечения безопасности «Комплексная безопасность-2024», Конгрессно-выставочный центр «Патриот», г. Кубинка, Московская обл., Россия, 31 мая 2024 года. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2024. – С. 63-68. – EDN ZPBSJC.

8. Роенко, В. В. Критерии оценки вариантов переоснащения подразделений МЧС России / В. В. Роенко, Д. В. Тараканов, С. А. Шкунов // Технологии техносферной безопасности. – 2014. – № 5(57). – С. 12. – EDN TLPNER.

УДК 614.84
ББК 38.96

Иван Михайлович Кузовков

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (I.Kuzovkov@academygps.ru, SPIN 1657-6765, ID: 1136238)

Владислав Булатович Габдуллин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (V.Gabdullin@academygps.ru, SPIN 7332-5899, ID: 1058451)

Александр Владимирович Смагин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (A.Smagin@academygps.ru, SPIN 2606-6984, ID: 579860)

Ильдар Ильшатович Садыков

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (I.Sadykov@academygps.ru, SPIN 7003-3740, ID: 1197380)

Денис Владиславович Андреев

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (D.Andreev@academygps.ru, SPIN 1499-1041, ID: 760773)

Бифункциональная система сухотрубов: параллельная подача воды на тушение пожара и подача воздуха в СИЗОД для обеспечения непрерывной работы в непригодной для дыхания среде

Аннотация. Актуальность статьи обусловлена высокой вероятностью смертности и потерей работоспособности личного состава пожарной охраны в условиях непригодной для дыхания среды (НДС). Основным ограничивающим фактором работы звена газодымозащитной службы (ГДЗС) является ограниченный запас воздуха в дыхательных аппаратах, особенно при затяжных пожарах. В данной статье рассматривается инновационный метод увеличения времени пребывания пожарных в задымленных помещениях. Предложен метод с помощью технологии устройства непрерывной подачи воздуха к дыхательным аппаратам со сжатым воздухом, находящимся в НДС, основанная на использовании стационарных сухотрубов, монтируемых в зданиях, для подачи чистого воздуха от компрессорной станции (внешнего источника).

Ключевые слова: пожарная безопасность, задымление, работа в непригодной для дыхания среде, сухотруб, подача воздуха, газодымозащитная служба, время защиты, дыхательный аппарат.

Ivan M. Kuzovkov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Vladislav B. Gabdullin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Alexander V. Smagin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Ildar I. Sadykov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Denis V. Andreev

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Bifunctional dry-pipe system: parallel water supply for fire extinguishing and air supply for personal protective equipment to ensure continuous operation in an unbreathable environment

Abstract. The relevance of the article is due to the high probability of mortality and loss of performance of fire personnel in conditions of an environment unbreathable. The main limiting factor in the operation of the gas-smoke protection service is the limited supply of air in breathing apparatus, especially in protracted fires. This article discusses an innovative method of increasing the time spent by firefighters in smoky rooms. A method has been proposed using a continuous air supply device for breathing apparatuses with compressed air in the NDT, based on the use of stationary dry pipes installed in buildings to supply clean air from a compressor station (external source).

Keywords: fire safety, smoke, working in an unbreathable environment, dry pipe, air supply, gas and smoke protection service, protection time, breathing apparatus.

Тушение пожаров в современных зданиях и сооружениях сопряжено с воздействием на пожарных опасных факторов пожара (ОФП), ключевым из которых является задымление. Потеря видимости, токсичность продуктов горения и высокая температура делают нахождение без средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) невозможным.

Основным инструментом работы в таких условиях являются звенья ГДЗС, оснащенные дыхательными аппаратами со сжатым воздухом (ДАСВ). Однако главным ограничением тактических возможностей звена является лимит времени, определяемый запасом воздуха в баллонах. В среднем, при интенсивной физической нагрузке, времени работы (защитного действия) аппарата хватает на 30–40 минут, из которых минимум 50% тратится на вход и выход из зоны. Это ограничивает глубину разведки, площадь тушения и ставит жизнь пожарных в прямую зависимость от своевременной смены баллонов.

Для увеличения времени работы (непрерывной работы) в НДС используется метод с помощью технологии устройства непрерывной подачи воздуха к дыхательным аппаратам со сжатым воздухом, посредством подачи воздуха через сухотруб. Сухотруб традиционно используется для подачи огнетушащих веществ от пожарных автомобилей к очагу пожара (например, в высотных зданиях). В статье предлагается расширить функционал сухотруба, используя его для другой задачи — подачи чистого воздуха в зону задымления.

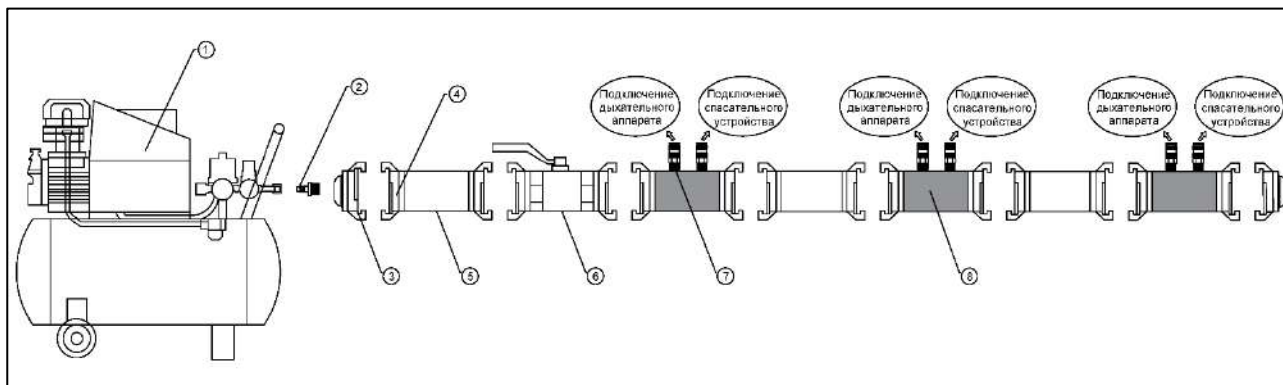


Рисунок – Устройство непрерывной подачи воздуха к дыхательным аппаратам сжатого воздуха

Компрессор сжатого воздуха 1 предназначен для создания и поддержания напора сжатого воздуха в воздушной линии; переходное соединение 2, предназначено для перехода с быстросъемного устройства компрессора на напорный пожарный рукав 5 через рукавную заглушку 3; соединительная головка 4; перекрывной кран с соединительными головками 6, предназначен для контроля подачи сжатого воздуха; быстросъемное соединение 7, предназначено для подключения дыхательного аппарата пожарного и спасательного устройства к воздушной линии с помощью вставки (распределитель воздуха) 8. Только в

данном случае роль напорного пожарного рукава выполняет сухотруб, что также позволяет обеспечить бесперебойную подачу воздуха для звена ГДЗС.

Исходя из тактических возможностей звеньев ГДЗС при тушении пожаров в НДС подтверждается наличие ключевого противоречия: необходимость выполнения сложных боевых задач вступает в конфликт с ограниченным ресурсом дыхательных аппаратов. Традиционные методы обеспечения пожарных воздухом (смена баллонов, доставка резерва, смена звеньев ГДЗС) требуют отвлечения личного состава и не гарантируют непрерывность операций на решающем направлении. Предложенный в статье метод увеличения времени работы пожарных за счет использования сухотруба для подачи воздуха позволяет принципиально изменить тактику ведения боевых действий.

Ключевым преимуществом идеи является синергетический эффект при наличии двух параллельных сухотрубов: один из них обеспечивает подачу воды на тушение, второй — бесперебойную подачу воздуха в СИЗОД. Такая бифункциональная схема полностью снимает ограничения по времени пребывания газодымозащитников у очага пожара. Звено ГДЗС получает возможность работать непрерывно — от момента развертывания до полной ликвидации горения, без необходимости экстренного возврата на свежий воздух для замены баллонов.

Список источников

1. Патент на полезную модель № 214355 U1 Российская Федерация, МПК A62B 7/12. Устройство непрерывной подачи воздуха к дыхательным аппаратам сжатого воздуха, находящимся в непригодной для дыхания среде : № 2021135228 : заявл. 01.12.2021 : опубл. 25.10.2022 / В. Б. Габдуллин, А. Д. Ищенко. – EDN UEOXMM.;
2. К вопросу ориентирования звена газодымозащитной службы при выполнении работ в сложных условиях / А. В. Смагин, И. В. Коршунов, А. В. Кузовков, А. В. Хачиров // Проблемы техносферной безопасности: материалы международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов. – 2023. – № 12. – С. 153-158. – EDN APOLGI.;
3. Габдуллин, В. Б. Организация работы звеньев газодымозащитной службы при тушении крупных и затяжных пожаров на объектах энергетики / В. Б. Габдуллин, А. Д. Ищенко // Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Москва, 17–18 марта 2022 года. Том Часть 2. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2022. – С. 204-206. – EDN LSDRZH.;
4. Габдуллин, В. Б. Тактические возможности звеньев газодымозащитной службы при тушении затяжных пожаров на объектах энергетики в условиях непригодной для дыхания среды / В. Б. Габдуллин // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2022. – № 2. – С. 100-108. – DOI 10.25257/FE.2022.2.100-108. – EDN RGFWZQ.

Анастасия Сергеевна Кузовкова

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (A.Kuzovkova@academygps.ru)

Иван Михайлович Кузовков

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (I.Kuzovkov@academygps.ru, SPIN 1657-6765, ID: 1136238)

Алик Виссарионович Хачиров

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (A.Hachirov@academygps.ru, SPIN 2283-8581, ID: 769364)

Игорь Васильевич Коршунов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (I.Korshunov@academygps.ru, SPIN 4744-1914, ID: 763354)

Владислав Булатович Габдуллин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (V.Gabdullin@academygps.ru, SPIN 7332-5899, ID: 1058451)

Разрыв между теорией и практикой в образовательном процессе: юридические и тактические аспекты преодоления

Аннотация. В статье рассматривается проблема диссонанса между фундаментальными теоретическими знаниями, получаемыми курсантами Академии ГПС МЧС России, и реалиями оперативно-служебной деятельности. Анализ проводится с двух ключевых позиций: юридической (юридический отдел) и тактической (специальные дисциплины). На основе анализа ведомственных нормативных актов (приказы МЧС России), Федерального закона № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федерального закона № 273-ФЗ «Об образовании в РФ», а также судебной практики (включая решения кассационных судов по делам о травматизме и превышении полномочий) обосновывается необходимость смены образовательной парадигмы. Предлагается система мер по внедрению симуляционных технологий, интерактивных деловых игр и разбора реальных правоприменительных кейсов с участием действующих сотрудников ФПС. Цель исследования – предложить механизмы трансформации «сухой» теории в инструмент профессиональной безопасности и эффективности, способный преодолеть апатию и скептицизм обучающихся.

Ключевые слова: разрыв теории и практики, тактика пожаротушения, юридическая ответственность, симуляционные тренажеры, деловая игра, судебная практика МЧС, газодымозащитная служба, уголовная ответственность сотрудников МЧС, практико-ориентированное обучение.

Anastasia S. Kuzovkova

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Ivan M. Kuzovkov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Alik V. Hachirov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Igor V. Korshunov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Vladislav B. Gabdullin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

The gap between theory and practice in the educational process: legal and tactical aspects of overcoming it

Abstract. The article discusses the problem of the dissonance between the fundamental theoretical knowledge acquired by cadets of the State Fire Service Academy of the Ministry of Emergency Situations of Russia and the realities of operational and service activities. The analysis is conducted from two key perspectives: legal (legal department) and tactical (special disciplines). Based on the analysis of departmental regulations (orders of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation), Federal Law No. 69-FZ "On Fire Safety", Federal Law No. 273-FZ "On Education in the Russian Federation", as well as judicial practice (including decisions of cassation courts on cases of injuries and abuse of authority), the necessity of changing the educational paradigm is substantiated. A system of measures is proposed to introduce simulation technologies, interactive business games, and analysis of real law enforcement cases involving current employees of the Federal Fire Service. The purpose of this research is to propose mechanisms for transforming a "dry" theory into a tool for professional safety and efficiency that can overcome apathy and skepticism.

Keywords: gap between theory and practice, firefighting tactics, legal responsibility, simulation training equipment, business game, judicial practice of the Ministry of Emergency Situations, gas and smoke protection service, criminal liability of employees of the Ministry of Emergency Situations, and practice-oriented training.

Современная система высшего образования МЧС России находится на этапе глубокой трансформации. С одной стороны, Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» и федеральные государственные образовательные стандарты требуют формирования компетенций, позволяющих выпускнику эффективно действовать в условиях чрезвычайных ситуаций. С другой стороны, ведомственные приказы, регламентирующие порядок тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ, предъявляют жесткие требования к алгоритмам действий.

Однако в образовательной практике Академии ГПС МЧС России наблюдается устойчивый феномен, который в педагогической литературе квалифицируется как «разрыв между теорией и практикой». Суть проблемы для курсантского состава заключается в восприятии ряда дисциплин как абстрактных, оторванных от реальности. Курсанты, осваивающие тактику пожаротушения или юридические науки, зачастую не видят связи между академическими лекциями и работой в непригодной для дыхания среде, в условиях ограниченной видимости, высоких температур и психологического давления со стороны пострадавших.

Данная проблема имеет два ярко выраженных негативных проявления:

1. Апатия к учебному процессу и скептицизм, выражающийся в риторике «это в работе не пригодится»;
2. Формирование опасных иллюзий, когда курсант, не освоивший связку «норма права — тактическое действие», в будущем рискует совершить ошибку, квалифицируемую следствием как халатность (ст. 293 УК РФ) или превышение должностных полномочий (ст. 286 УК РФ).

Цель данной статьи — не просто констатировать наличие разрыва, но и предложить конкретные пути его преодоления силами профессорско-преподавательского состава, опираясь на анализ действующего законодательства, ведомственных писем и трагических примеров судебной практики, которые должны стать предостережением для будущих офицеров.

1. Разрыв теории и практики в контексте пожарно-строевой и газодымозащитной подготовки (ПСиГП).

С позиции преподавателя кафедры пожарно-строевой и газодымозащитной подготовки, проблема видится наиболее остро. Именно здесь происходит столкновение идеальных схем тушения с хаосом реального пожара.

1.1. Иллюзия линейности

Традиционная лекционно-семинарская система подает тактику пожаротушения как последовательность шагов: разведка, спасание, развертывание, ликвидация горения. Однако, как показывают разборы крупных пожаров, используемые в учебном процессе Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России и другими вузами, реальность всегда вносит коррективы. Начальник караула сталкивается с паникой, неисправностью гидранта, изменением пути распространения огня. Курсант, не прошедший «боевую» психологическую адаптацию, в стрессовой ситуации теряет до 70% когнитивных способностей. Еще одним показателем подтверждающим вышеуказанное утверждение является масштабный обзор, посвященный здоровью мозга пожарных, что комбинация факторов — тепловой стресс, обезвоживание, нарушение сна и психологическая травма — приводит к серьезным когнитивным нарушениям, ухудшению внимания, памяти и способности принимать решения. В условиях пожара эти факторы действуют одновременно, усиливая друг друга, когда каждый фактор в отдельности может снижать эффективность на 15-25%.

В данном контексте точная цифра не так важна, как сам принцип. Важно понимать, что в условиях реального пожара (задымление, паника, тепловое воздействие) мозг, не подготовленный к такому стрессу, работает с колоссальными сбоями. Усвоенная в аудитории теория становится недоступной.

1.2. Нормативное регулирование действий ГДЗС

Работа газодымозащитника жестко регламентирована. Обычно звено ГДЗС работает в составе не менее 3 человек, посты безопасности контролируют время. Но как объяснить курсанту, сидящему в аудитории, цену нарушения этих правил? Только через симуляцию.

Практический пример разрыва:

В аудитории курсант блестяще знает, что давление в баллоне должно позволить вернуться на свежий воздух. Работая на тренажере по типу УТК «ГРОТ» в условиях нулевой видимости у него возникает паника. Он срывает маску, совершает недопустимые ошибки. Высокий теоретический балл в тепле и уюте обнуляется в условиях, приближенных к боевым. Тренировки в теплодымокамере являются не просто элементом подготовки, а обязательным условием формирования допуска к работе в ГДЗС.

1.3. Пути решения на кафедре пожарно-строевой и газодымозащитной подготовки.

Основная задача преподавателя тактических дисциплин — перестать быть просто транслятором текстов Боевого устава и стать проводником в среду, максимально приближенную к реальной. Необходимо внедрение:

1. Полигонная подготовка с использованием теплодымокамер. Обучение должно строиться по принципу «от простого к сложному», но с обязательным проживанием стресса. Моделирование ситуаций, когда «горит» манекен (статист), когда отказ оборудования происходит внезапно.

2. Разбор видеоматериалов с беспилотников. Использование реальных видеозаписей тушения пожаров с комментариями участников. Курсант должен видеть не только успешные действия, но и ошибки, приведшие к развитию пожара или травматизму.

3. Приглашение действующих начальников караулов. Лекция практика, который вчера тушил пожар, ценнее десятка стандартных занятий. Он может рассказать, как именно он применил (или нарушил) устав в конкретной обстановке и к каким последствиям это привело.

2. Юридический аспект: право как инструмент безопасности, а не «сухая теория».

Если на кафедре ПСиГП цена ошибки — ожог (травма) или гибель, то на юридических кафедрах цена незнания — свобода и карьера офицера. С позиции юридической отдела ключевая задача — доказать курсанту, что знание норм права — это его индульгенция от тюрьмы.

2.1. Судебная практика как зеркало ошибок.

Курсанты зачастую воспринимают право как нечто абстрактное, регулирующее где-то далеко идущие сделки купли-продажи. Однако показательным является разбор кассационных определений.

Анализ дела, рассмотренного Четвертым кассационным судом общей юрисдикции в 2025 году, должен быть включен в программу по уголовному праву и криминалистике. Напомним фабулу: руководитель ГУ МЧС настоял на прыжке пожарного с ППСУ-20, не имевшего должной подготовки. В результате — тяжелая травма головы. Следствие квалифицировало действия по п. «в» ч. 3 ст. 286 УК РФ (превышение должностных полномочий с причинением тяжких последствий).

Почему это идеальный кейс для курсантов? В нем переплетаются: нарушение ведомственных приказов (о допуске к работам), отсутствие документального оформления (приказа на проведение учений), вопросы добровольности и причинно-следственной связи.

Курсант, изучивший это дело, понимает: знание о допуске к работе, фиксация своих действий в наряде-путевке, отказ выполнять незаконный приказ руководителя (право на профессиональный риск, но в рамках ст. 41 УК РФ) — это не «бумажная работа», а буквально вопрос жизни и сохранения свободы. Кассация отменила оправдательный приговор, указав на необходимость тщательной оценки доказательств. Это показывает будущим офицерам, что даже высокая должность не спасает от ответственности, а формальный подход к документам убивает.

2.2. Проблема халатности при тушении пожаров

Еще один блок, требующий практической проработки, — ст. 293 УК РФ (Халатность). Часто курсанты считают главным на пожаре — потушить. Но если в процессе трения рукава об угол здания уничтожено имущество, которое можно было спасти, или из-за несвоевременного обесточивания погиб человек, наступает ответственность.

Задача преподавателя — научить видеть правовые последствия каждого тактического действия. Для этого эффективен формат деловой игры, описанный в практике Уральского института ГПС МЧС России, когда курсанты выступают в роли следователей, экспертов, адвокатов и судей. Они сами квалифицируют действия условного начальника караула, что позволяет изнутри понять структуру состава преступления.

2.3. Нормативная база: от теории к применению.

В 2025-2026 годах происходят значительные изменения в нормативном поле. В ряд нормативных документов вносят изменения в порядок обучения и инструктажа. Юрист обязан не просто прочитать эти приказы, но и смоделировать ситуацию: вы — начальник караула, к вам прибыл стажер. Как вы проводите его инструктаж? Как оформляете допуск? Если вы этого не сделаете, и стажер пострадает — ответственность ваша.

Таким образом, гражданское право перестает быть абстракцией. Курсант усваивает: репутация и кошелек (или свобода) зависят от правильного оформления отношений с подчиненными.

3. Методология преодоления разрыва: синтез тактики и юриспруденции.

Преодоление разрыва возможно только при условии взаимодействия. Необходима разработка бинарных занятий, где тактик и юрист работают в паре.

3.1. Интегрированные деловые игры.

Пример сценария игры «Тушение пожара в жилом доме: тактика и правовые последствия».

Этап 1 (Тактический): Курсанты (звено ГДЗС) входят в тренажер (виртуальный или реальный), находят очаг и производят тушение.

Этап 2 (Юридический): В процессе тушения они, согласно легенде, разбили окно (причинили ущерб), эвакуировали женщину с синяком (вред здоровью). Прибывает «дознаватель» (роль играют другие курсанты), «собственник» (роль), «адвокат».

Этап 3 (Разбор): Юрист объясняет, были ли действия звена правомерными (крайняя необходимость, ст. 39 УК РФ) или усматривается состав гражданского правонарушения. Поднимаются Постановления Пленума Верховного Суда о крайней необходимости.

Такая игра разрушает миф о том, что «пожарных не судят». Их судят, и приговоры по ст. 109 (причинение смерти по неосторожности), ст. 118 (причинение тяжкого вреда здоровью по неосторожности) в отношении сотрудников МЧС, к сожалению, встречаются.

4. Организационно-педагогические условия реализации практико-ориентированного подхода.

Исследования (например, Сибирского федерального университета и специализированных вузов МЧС) показывают, что у курсантов преобладает низкий и средний уровень сформированности практико-ориентированных умений. Это результат устаревших педагогических подходов.

Для изменения ситуации необходимо:

1. Изменение содержания фондов оценочных средств (ФОС). Оценка должна идти не за пересказ Боевого устава, а за решение ситуационной задачи в условиях ограниченного времени и стресса (на тренажере).

2. Привлечение работодателей. Согласно ч. 3 ст. 13 Федерального закона № 273-ФЗ, практическая подготовка может быть организована на базе профильных организаций. Регулярные выезды в действующие пожарно-спасательные части, стажировки под руководством наставников (начальников караулов) должны стать не формальностью, а ядром обучения.

3. Правовое просвещение через реальные кейсы. Создание юристом банка судебных решений в отношении сотрудников МЧС (обезличенных). Изучение не только УК и КоАП, но и подзаконных актов: приказов, инструкций, писем МЧС, разъясняющих порядок действий.

4. Психологическое сопровождение. Психологическая адаптация к стрессу напрямую влияет на способность применять теорию. Необходимо внедрение тренировок по управлению стрессом непосредственно перед заходом в теплодымокамеру.

Разрыв между теорией и практикой в Академии ГПС МЧС России — это системная проблема, корнящаяся в инертности классического образования. Для офицера МЧС незнание юридических последствий своих действий так же опасно, как и невладение приемами спасения.

Преподаватель кафедры ПСиГП обязан создать иллюзию боевой обстановки (через тренажеры и полигоны), заставляя курсантов ошибаться и исправлять ошибки в учебной среде, а не в реальном бою. Юрист обязан снять флер «сухости» с права, показав его через призму уголовных дел, возбужденных против их будущих коллег, и через нормы гражданского права, регулирующие возмещение вреда.

Только синтез этих подходов, подкрепленный актуальной нормативной базой (Приказы МЧС 2024-2025 гг., разъяснения Минюста, судебная практика), способен воспитать выпускника, который не просто знает теорию, но и понимает, как именно она работает в задымленном помещении и в зале суда. Преодоление скептицизма курсантов («это не пригодится») возможно лишь через погружение в реальность профессии, где каждый пункт устава и каждая статья закона имеют цену человеческой жизни и личной свободы.

Список источников

1. Адольф, В.А. Формирование практико-ориентированных умений курсантов МЧС России / В.А. Адольф, А.Н. Савчук // Современные проблемы науки и образования. – 2020;
2. Условия психологической адаптации курсантов вузов МЧС России к профессиональной деятельности / И.Л. Михайлов [и др.] // SciNetwork. – 2025;
3. Ермилов, А.В. Тактическая подготовка в вузах МЧС России: современные методы / А.В. Ермилов // Портал пожарной и промышленной безопасности. – 2023;
4. Формирование практико-ориентированных умений курсантов вузов МЧС России / В.А. Адольф [и др.] // Вестник Красноярского государственного педагогического университета. – 2020;

УДК 614.842
ББК 38.96

Анастасия Сергеевна Кузовкова

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (A.Kuzovkova@academygps.ru)

Иван Михайлович Кузовков

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (I.Kuzovkov@academygps.ru, SPIN 1657-6765, ID: 1136238)

Руслан Николаевич Грацкий

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (R.Grackiy@academygps.ru)

Александр Анатольевич Бурлай

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (A.Burlay@academygps.ru)

Александр Евгеньевич Серeda

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (A.Sereda@academygps.ru)

Инструкция по эксплуатации «крайней необходимости»: практикум для руководителя тушения пожара

Аннотация. Материал представляет собой синтез тактического опыта пожарной охраны и требований уголовного законодательства. В первой части (роль преподавателя) на конкретных примерах разбирается психология принятия решения руководителя тушения пожара (РТП) в условиях цейтнота, когда шаблонные действия неэффективны, а риск (разрушение конструкций, отключение инфраструктуры) является единственным способом спасти жизнь. Во второй части (роль юриста) детально рассматриваются условия правомерности причинения вреда по ст. 39 УК РФ и дается четкий алгоритм вербальной, видео- и документальной фиксации этих условий на месте пожара. Итоговая инструкция позволяет РТП действовать решительно, не опасаясь последующей уголовной или гражданской ответственности.

Ключевые слова: крайняя необходимость, оправданный риск, руководитель тушения пожара, документальное оформление, тактика пожаротушения.

Anastasia S. Kuzovkova

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Ivan M. Kuzovkov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Ruslan N. Grackiy

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Alexander A. Burlay

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Alexander E. Sereda

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Bifunctional dry-pipe system: parallel water supply for fire extinguishing and air supply for personal protective equipment to ensure continuous operation in an unbreathable environment

Abstract. The material is a synthesis of the fire department's tactical experience and the requirements of criminal legislation. In the first part (the role of a teacher), the psychology of

decision-making by the fire chief (RTP) in a time-critical situation is analyzed using specific examples, where standard actions are ineffective and the risk (destruction of structures and disabling of infrastructure) is the only way to save lives. In the second part (the role of a lawyer), the conditions for the legality of causing harm under Article 39 of the Criminal Code of the Russian Federation are examined in detail, and a clear algorithm for verbal, video, and documentary recording of these conditions at the fire scene is provided. The final instruction allows the RTP to act decisively without fear of subsequent criminal or civil liability.

Keywords: extreme necessity, justified risk, firefighting commander, documentation, firefighting tactics.

Пожары техногенного и природного характера часто ставят РТП перед дилеммой: действовать по шаблону (инструкции по охране труда) или принять рискованное решение, которое может спасти людей, но повлечет масштабный материальный ущерб (разрушение конструкций, отключение инфраструктуры). Федеральный закон № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» прямо указывает, что личный состав, действовавший в условиях крайней необходимости, может освобождаться от ответственности. Однако правовая норма носит декларативный характер без четкого механизма ее применения «на земле». Цель данной работы — создать практический мост между тактической целесообразностью и уголовно-правовой защитой РТП.

Любое обучение РТП должно базироваться на понимании аксиомы: «Бездействие в условиях нарастающей опасности — это тоже действие, часто преступное». Рассмотрим два классических случая из практикума, требующих «включения» режима крайней необходимости.

Ситуация 1. Взрыв преграды (создание проема).

Условия: Горение в подвале с сильным задымлением. Лестничные марши отрезаны. В здании блокированы люди. Единственный путь подачи стволов и спасения — вскрытие железобетонного перекрытия (перемычки) путем направленного взрыва накладным зарядом или с помощью гидравлического инструмента, что грозит частичным обрушением кровли соседнего технического помещения.

Педагогическая задача: Объяснить курсантам, что сохранение целостности перекрытия (формальное выполнение требований охраны труда) при гибели людей — это заведомо худший исход.

Решение: РТП обязан отдать приказ на вскрытие. С точки зрения закона, жизнь людей (спасаемых и пожарных, задыхающихся в дыму) является более значимым благом, чем целостность конструкции здания¹².

Ситуация 2. Отключение электроэнергии в целом районе.

Условия: Пожар на трансформаторной подстанции или крупном распределительном щите, питающем жилой квартал (в том числе больницу или детский реанимационный центр). Пена или вода неэффективны под напряжением. Тушение возможно только после снятия напряжения.

Педагогическая задача: Научить РТП мыслить системно. Риск техногенной катастрофы (пожара) выше, чем риск временного отключения энергии, если есть резервные источники или возможность быстрого переключения.

Ошибка новичка: Страх перед «масштабом» вреда (оставить без света район) и попытка тушить под напряжением с риском для личного состава.

Верное решение: Немедленное требование к энергослужбам об отключении. Если энергетики медлят, а пожар разрастается — действия по принудительному отключению (разрушение вводов, обрыв линий) для локализации угрозы распространения на соседние здания[6].

¹ Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 № 63-ФЗ (ст. 39);

² Разъяснения Генеральной прокуратуры РФ о критериях крайней необходимости.

Юрист в данном практикуме выступает не карателем, а инженером безопасности. Он должен объяснить РТП, что применение ст. 39 УК РФ — это не автоматическая индульгенция, а результат грамотно задокументированного процесса. Условия правомерности должны быть подтверждены документально.

2.1. Судебная практика применения ст. 39 УК РФ в контексте пожаров.

Для понимания того, как работает ст. 39 УК РФ на практике, обратимся к анализу судебных решений. Важно отметить парадокс: статья применяется крайне редко (менее 1% уголовных дел)[3], однако именно эти единичные случаи формируют ориентиры для правоприменителя.

Прецедентный случай: оправдание по ст. 39 УК РФ (дело главы поселения) Апелляционное постановление Хабаровского краевого суда от 16.04.2019 (вошло в обзор практики Верховного Суда РФ от 22.05.2019)[3].

Фабула дела: Глава городского поселения обвинялся по ст. 199.2 УК РФ (сокрытие денежных средств, за счет которых должно производиться взыскание налогов). Он направил бюджетные средства, предназначенные для уплаты налогов, на срочный ремонт системы теплоснабжения. В противном случае поселение осталось бы без тепла и горячей воды в разгар отопительного сезона, что создавало реальную угрозу жизни и здоровью населения.

Таблица – Условия и наличие проблемы

Условие ст. 39 УК РФ	Как суд установил его наличие
Наличие непосредственной угрозы	Отключение тепла в зимний период создавало реальную угрозу жизни и здоровью людей
Невозможность устранить опасность иными средствами	Бюджет поселения был дефицитным, кредиты недоступны, авария требовала немедленного вмешательства
Соразмерность вреда	Предотвращенный вред (жизнь и здоровье людей) несоизмеримо выше суммы налоговой недоимки
Цель действий	Действия направлены не на сокрытие средств, а на предотвращение гуманитарной катастрофы

Значение для РТП:

- суд подтвердил приоритет жизни и здоровья людей перед имущественными интересами (включая интересы государства);
- ключевым доказательством стала невозможность устранить опасность иными средствами.

Для РТП это означает: если без причинения вреда (разрушения преграды, отключения энергии) невозможно спасти людей, суд может признать действия правомерными, даже если вред формально содержит признаки преступления.

Кейс о разграничении крайней необходимости и выполнения приказа Определение Верховного Суда РФ от 25.02.2025 по делу № 537/1473/20.

Фабула дела: Водитель, управляя автомобилем, нарушил правила дорожного движения (ПДД) и совершил дорожно-транспортное происшествие (ДТП). В свое оправдание ссылался на то, что выполнял указания сотрудника правоохранительных органов.

Решение суда: Кассационный уголовный суд Верховного Суда РФ указал, что выполнение законных требований правоохранителей не является основанием для признания деяния совершенным в состоянии крайней необходимости.

Значение для РТП:

— формальное выполнение приказа или инструкции не равно крайней необходимости. Если РТП действует только потому, что «так написано в наставлении», но реальной угрозы жизни нет, это не подпадает под ст. 39 УК РФ;

— обязанность доказать наличие реальной, непосредственной угрозы лежит на том, кто действовал рискованно.

Гражданско-правовые последствия: кто возмещает ущерб от тушения?

Хотя эти дела рассматриваются в гражданском процессе, они критически важны для понимания практики применения ст. 39 УК РФ, так как суды оценивают характер действий пожарных.

Апелляционное определение Ульяновского областного суда от 30.09.2025 по делу № 33-3881/2025.

Фабула дела: В квартире произошел пожар из-за аварийной работы электропроводки при выполнении работником управляющей компании электромонтажных работ. Истцы требовали возмещения ущерба от управляющей компании.

Ключевые выводы суда:

Суд установил причину пожара на основании постановления дознавателя отдела надзорной деятельности (ОНД) (органа дознания МЧС).

Ответственность возложена на управляющую компанию, ненадлежаще исполнявшую обязанности по содержанию общего имущества.

Действия пожарных при тушении не рассматривались как основание для взыскания ущерба.

2.2. Чек-лист законности по ст. 39 УК РФ

Чтобы действия РТП были признаны крайней необходимостью, необходимо доказать четыре факта:

— Наличие опасности: Опасность должна быть реальной (не мнимой) и непосредственно угрожать жизни и здоровью людей в данный момент.

— Невозможность иными средствами: У РТП не было другого способа спасти людей, кроме как причинить вред. Это самый сложный для доказывания пункт.

— Соразмерность: Предотвращенный вред (жизни людей) должен быть больше, чем причиненный (сломанная стена, испорченное оборудование). Спасая имущество, нельзя уничтожать другое имущество равной стоимости.

— Цель: Действия совершались именно для устранения опасности, а не по иным мотивам.

3. Пошаговая инструкция для РТП: Алгоритм документальной фиксации.

Для того чтобы постфактум следователи и суд не переqualificировали действия РТП на халатность (ст. 293 УК РФ) или умышленное уничтожение имущества (ст. 167 УК РФ), на месте пожара должна быть создана доказательственная база.

Шаг 1. Вербальная и электронная фиксация угрозы.

В момент принятия решения РТП обязан по радиостанции или сотовой связи четко продиктовать диспетчеру (или записать на диктофон) фразу: «Внимание всем! Работаю в условиях крайней необходимости. В зоне пожара люди (указать количество), существует непосредственная угроза их жизни. Иных средств для спасения, кроме как произвести вскрытие перекрытия (отключение энергии путем обрыва), не имею. Начинаю работы».

Почему это важно: Суды (в т.ч. по делу Хабаровского края) проверяют наличие действительного характера опасности и невозможность устранить ее иными средствами. Ваша фраза — первое доказательство этих условий.

Шаг 2. Принятие решения и отдача приказа

Приказ должен быть отдан конкретным лицам (командиру отделения, начальнику караула) с постановкой задачи: «Пожарный Иванов, звено ГДЗС, произвести вскрытие проема в перекрытии. Действовать с максимальной осторожностью, но быстро. Цель — спасение людей. За безопасность личного состава отвечаю лично».

Почему это важно: Это разграничивает ответственность. РТП берет политическую и тактическую ответственность на себя, снимая с рядового бойца вину за порчу имущества¹.

Шаг 3. Фиксация обстановки (Фото/Видео)

До начала разрушения (если позволяет обстановка и есть выделенный сотрудник) необходимо снять на видео или фото:

1. Очаг пожара и пути распространения огня.
2. Местонахождение людей (крик о помощи, видны в окне).
3. Невозможность подъезда/подхода иными путями.

Почему это важно: Это доказывает «действительность опасности» и невозможность тушения стандартными методами. Суд смотрит не на слова, а на картинку.

Шаг 4. Привлечение свидетелей и представителей объекта.

РТП должен привлечь представителя администрации объекта (главного инженера, энергетика) или понятых из числа соседей. В идеале — получить от них письменное подтверждение или хотя бы устное согласие в присутствии видеокамеры.

Фраза для администрации: «В связи с прямой угрозой жизни людей и невозможностью оперативного отключения вашими службами, я вынужден принять решение на обрыв кабеля. Ваши возражения принимаются?».

Почему это важно: Это лишает владельца имущества права на иск о полном возмещении ущерба, так как он был предупрежден и не предложил альтернативы. В деле ИП ФИО1 (Омск) суд взыскивал ущерб именно с собственника, чье имущество стало причиной пожара. РТП должен минимизировать риски быть признанным «причинителем вреда».

Шаг 5. Оформление документов «на земле» (Оперативный штаб).

После локализации пожара или параллельно, начальник штаба (НШ) обязан сделать записи в журнале оперативного штаба или на схеме расстановки сил:

1. Время принятия рискованного решения.
2. Обоснование (наличие людей, угроза взрыва, обрушения).
3. ФИО лиц, отдавших и получивших приказ.

Шаг 6. Соразмерность: обоснование «меньшего зла».

В итоговом рапорте (или объяснительной) необходимо прямо указать: «Предотвращенный вред (спасение N человек) превышает причиненный вред (повреждение конструкции, отключение энергии). Действовал в соответствии со ст. 39 УК РФ».

Почему это важно: Превышением пределов крайней необходимости признается причинение вреда, равного или более значительного, чем предотвращенный^[1]. Если вы разрушили стену, но никого не спасли, либо спасли имущество, но уничтожили более дорогое имущество — ответственность наступит. Суд будет оценивать соразмерность.

«Инструкция по эксплуатации крайней необходимости» для РТП — это не свод запретов, а алгоритм легитимизации героизма. Страх перед уголовной ответственностью не должен быть причиной бездействия, когда речь идет о спасении жизни. Закон (ст. 39 УК РФ и ст. 22 69-ФЗ) предоставляет пожарным индульгенцию, но требует от них одного — доказательств того, что у них не было выбора.

Анализ судебной практики подтверждает: суды готовы признавать действия правомерными, если доказаны наличие реальной угрозы, невозможность иных средств и соразмерность вреда. Шесть шагов, описанных выше (от аудиофиксации до работы с администрацией объекта), формируют ту самую доказательственную базу, которая позволит следствию квалифицировать действия как правомерные и исключит возможность привлечения РТП к ответственности за причиненный вред.

Список источников

1. Шеншин В.М. О практике реализации законодательства об оправданном риске или крайней необходимости... // Актуальные проблемы государства и права. 2022;

¹ Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»

2. Карасев Е.В., Таратанов Н.А., Курочкина Е.Ю. Критерии крайней необходимости при тушении пожаров. // Портал пожарной и промышленной безопасности. 2024;
3. Никуленко А., Смирнов М. Крайняя необходимость в уголовном праве: парадоксы законодательства и современные вызовы // Санкт-Петербургские ведомости. 13.10.2025.

УДК 614.842
ББК 38.96

Владимир Родионович Кутузов

4 ПСЧ 4 ПСО ФПС ГПС ГУ МЧС России по Республике Марий Эл, Россия
(vovankutuzov92@mail.ru)

Игорь Васильевич Коршунов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (I.Korshunov@academygps.ru, SPIN 4744-1914, ID: 763354)

Александр Владимирович Смагин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (A.Smagin@academygps.ru, SPIN 2606-6984, ID: 579860)

Михаил Владимирович Бондаренко

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (M.Bondarenko@academygps.ru, SPIN 6434-4518, ID: 278150)

Иван Михайлович Кузовков

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (I.Kuzovkov@academygps.ru, SPIN 1657-6765, ID: 1136238)

Поиск и спасение пострадавших с применением фотолюминесцентного маркера

Аннотация. В статье рассматривается проблема повышения эффективности поиска и спасения пострадавших звеньями газодымозащитной службы (ГДЗС) в условиях ограниченной видимости (задымление, отсутствие освещения). Авторами проведен практический эксперимент с участием десяти звеньев ГДЗС в дымокамере, целью которого являлась оценка эффективности применения фотолюминесцентных маркеров для сокращения времени обнаружения и эвакуации пострадавших. "В ходе эксперимента фиксировалось время продвижения звена ГДЗС до обнаружения двух «пострадавших» (тренажеров-манекенов) и их транспортировки в условиях задымления как с использованием маркеров, так и без них. Результаты эксперимента, представленные в таблицах и диаграмме, демонстрируют, что применение фотолюминесцентных маркеров позволяет в среднем сократить общее время проведения поисково-спасательных работ на 3 минуты 9 секунд за счет исключения повторного обследования помещений. Проведен также краткий сравнительный анализ с ультрафиолетовыми маркерами, отмечены преимущества фотолюминесцентных маркеров в условиях задымления. Делается вывод о целесообразности использования фотолюминесцентных маркеров в практике работы звеньев ГДЗС для повышения оперативности спасения людей при пожарах.

Ключевые слова: газодымозащитная служба, поиск и спасение пострадавших, ограниченная видимость, задымление, фотолюминесцентный маркер, пожар, эксперимент, время спасения, эвакуация, дымокамера.

Vladimir R. Kutuzov

4 PSCH 4 PSO FPS of EMERCOM of Russia in the Republic of Mari El, Russia

Igor V. Korshunov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Alexander V.Smagin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Mikhail V. Bondarenko

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Ivan V. Kuzovkov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Search and rescue using a photoluminescent marker

Abstract. The article discusses the problem of increasing the efficiency of searching and rescuing victims by gas and smoke protection service units (GSDPS) in conditions of limited visibility (smoke, lack of lighting). The authors conducted a practical experiment involving ten GSDPS units in a smoke chamber, the purpose of which was to evaluate the effectiveness of using photoluminescent markers to reduce the time required to detect and evacuate victims. "During the experiment, the time it took for the GDZS team to find two "victims" (mannequins) and transport them in a smoky environment, both with and without the use of markers, was recorded. The results of the experiment, presented in tables and a diagram, demonstrate that the use of photoluminescent markers can reduce the overall search and rescue time by an average of 3 minutes and 9 seconds by eliminating the need for repeated inspections of the premises. A brief comparative analysis with ultraviolet markers was also conducted, and the advantages of photoluminescent markers in smoke-filled conditions were noted. The article concludes that it is advisable to use photoluminescent markers in the practice of GDZS units to improve the efficiency of rescuing people in fires.

Keywords: gas and smoke protection service, search and rescue of victims, limited visibility, smoke, photoluminescent marker, fire, experiment, rescue time, evacuation, smoke chamber.

Немедленное оказание помощи людям, которым угрожает опасность, является важнейшей задачей звеньев газодымозащитной службы (ГДЗС) на пожаре. Но на пути к успешному выполнению подобных задач возникает множество проблем.

Одной из основных проблем является ограниченная видимость, вызванная задымлением и/или отсутствием освещения. Эти обстоятельства значительно усложняют процесс обнаружения людей, находящихся в опасной зоне.

В данном исследовании авторами был проведен практический эксперимент по уменьшению времени поиска пострадавших с помощью применения фотолюминесцентных маркеров.

Фотолюминесцентные маркеры представляют собой устройства, способные накапливать световую энергию при наличии источников освещения и излучать её в условиях темноты. Этот принцип действия делает их особенно полезными в ситуациях с ограниченной видимостью (задымленная среда, ночное время суток). Основное преимущество этих маркеров заключается в их автономности: для их работы не требуется дополнительное питание.

Описательная часть эксперимента

Объект исследования – процесс поиска и спасения пострадавших.

Предмет исследования – применение фотолюминесцентного маркера, как инструмента для уменьшения времени поиска и спасения пострадавших.

Цель эксперимента – обоснование эффективности применения фотолюминесцентного маркера при поиске, обнаружении и спасении пострадавших.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- определить время поиска, обнаружения и спасения «пострадавших» (раздельно с применением и без применения фотолюминесцентного маркера);
- провести сравнительный анализ и эффективность применения данного маркера.

Состав звена ГДЗС – 3газодымозащитника.

Место проведения эксперимента – дымокамера на базе 12 ПСЧ 2 ПСО, Республика Марий Эл, г. Волжск.

Условия видимости – ограниченная видимость (задымление, имитация дыма создавалась с помощью генератора дыма MLB AB-900/F-900).

«Пострадавшие» – 2 пострадавших, находящиеся в разных помещениях (имитацию тела «пострадавшего» выполняет тренажер-манекен весом 65 кг).

Краткое описание эксперимента.

Был проведен эксперимент с 10 звеньями ГДЗС по поиску и спасению пострадавших. Эксперимент проводился при занятиях в непригодной для дыхания среде (дымокамере). Каждое звено ГДЗС выполняло разведку в коридоре и прилежащих комнатах в условиях ограниченной видимости, задымлении (без применения и с применением фотолюминесцентного маркера).

После обнаружения «пострадавшего» звено ГДЗС выполняло его транспортировку на свежий воздух, затем возвращалось обратно в непригодную для дыхания среду и поиск следующего «пострадавшего» продолжался.

Результаты проведенного эксперимента представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – результаты проведенного эксперимента по поиску, нахождению и спасению «пострадавших» звеньями №1-5

Звено ГДЗС №	1		2		3		4		5	
Применение маркера («да» - применяли; «нет» - не применяли)	нет	да	нет	да	нет	да	нет	да	нет	да
Время продвижения до пострадавшего №1, мин	03:13	02:10	03:05	02:19	03:20	02:17	03:22	02:18	03:19	02:15
Время транспортировки пострадавшего №1, мин	01:05	01:04	00:56	01:02	01:00	00:57	01:07	01:01	01:08	01:11
Общее время на поиск и транспортировку пострадавшего №1, мин	04:18	03:14	04:01	03:11	04:20	03:14	04:29	03:19	04:27	03:26
Время продвижения до пострадавшего №2, мин	03:51	01:51	03:47	01:41	03:40	01:52	03:56	01:54	03:50	01:47
Время транспортировки пострадавшего №2, мин	01:15	01:12	01:26	01:13	01:17	01:13	01:25	01:14	01:23	01:16
Общее время на поиск и транспортировку пострадавшего №2, мин	05:06	03:03	05:13	02:54	04:57	03:05	05:21	03:08	05:13	03:03
ИТОГО, время на поиск и транспортировку пострадавших, мин	09:24	06:17	09:14	06:05	09:13	06:19	09:50	06:27	09:40	06:29
Временное отклонение в зависимости от	03:07		03:09		02:54		03:23		03:11	

применения маркера, мин					

Таблица 2 – результаты проведенного эксперимента по поиску, нахождению и спасанию «пострадавших» звеньями №6-10

Звено ГДЗС №	6		7		8		9		10	
Применение маркера («да» - применяли; «нет» - не применяли)	нет	да	нет	да	нет	да	нет	да	нет	да
Время продвижения до пострадавшего №1, мин	03:1 0	02:1 3	03:2 1	02:1 7	03:1 9	02:2 7	03:2 0	02:1 7	03:1 9	02:1 8
Время транспортировки пострадавшего №1, мин	01:2 0	01:1 6	01:0 2	00:5 7	01:0 8	01:1 2	01:0 0	00:5 7	01:1 0	01:0 1
Общее время на поиск и транспортировку пострадавшего №1, мин	04:3 0	03:2 9	04:2 3	03:1 4	04:2 7	03:3 9	04:2 0	03:1 4	04:2 9	03:1 9
Время продвижения до пострадавшего №2, мин	03:5 6	01:5 4	03:4 1	01:5 2	03:5 0	01:5 1	03:3 6	01:5 2	03:5 6	01:5 4
Время транспортировки пострадавшего №2, мин	01:1 5	01:1 5	01:1 7	01:1 3	01:1 3	01:1 9	01:1 7	01:1 3	01:2 5	01:1 4
Общее время на поиск и транспортировку пострадавшего №2, мин	05:1 1	03:0 9	05:0 1	03:0 5	05:1 3	03:1 0	04:5 3	03:0 5	04:2 1	03:0 8
ИТОГО, время на поиск и транспортировку пострадавших, мин	09:4 1	06:3 8	09:2 4	06:1 9	09:4 0	06:4 9	09:1 3	06:1 9	09:5 0	06:2 7
Временное отклонение в зависимости от применения маркера, мин	03:03		03:05		02:51		02:58		03:13	

По полученным данным также была составлена диаграмма применения фотолюминесцентного маркера (рис. 1).

Как видно из таблиц 1, 2 и диаграммы (рисунок 1), время на поиск и спасение пострадавшего с применением фотолюминесцентного маркера, в среднем требуется на 3 минуты 09 секунд меньше, чем на поиск и спасение без применения данного маркера. Это обусловлено тем, что звено ГДЗС при поиске последующего «пострадавшего» не тратит время на повторное обследование помещений.

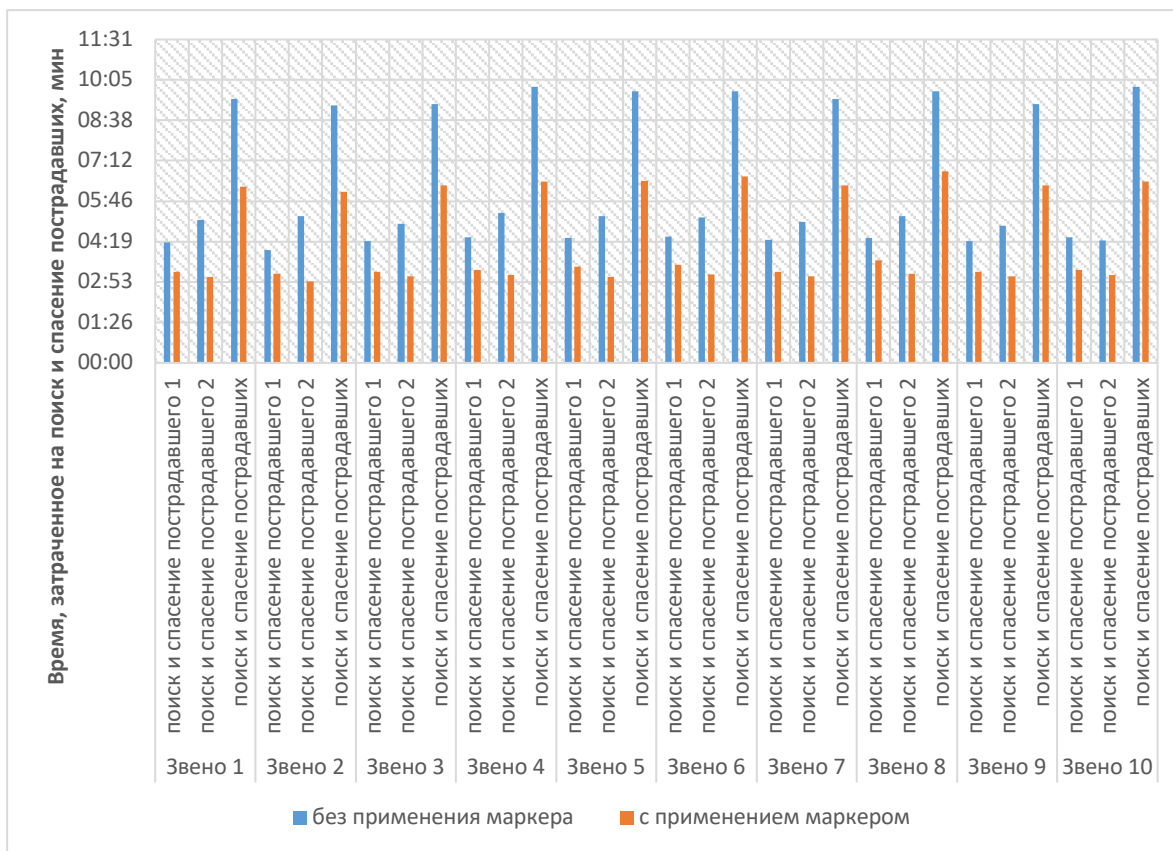


Рисунок 1 – Диаграмма затраченного времени по поиску и спасению «пострадавших» с применением фотолюминесцентного маркера и без него

Важно отметить, что в условиях ограниченной видимости (задымлении) фотолюминесцентный маркер достаточно хорошо виден (рис.2).

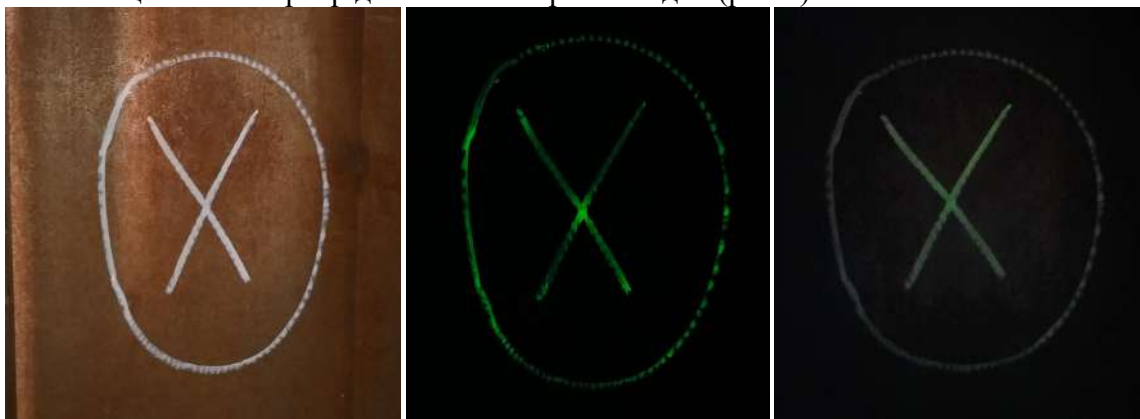


Рисунок 2 – Видимость маркера: 1-нормальные условия; 2-темнота; 3-условия дыма

В качестве сравнения был рассмотрен ультрафиолетовый маркер (рис.3).

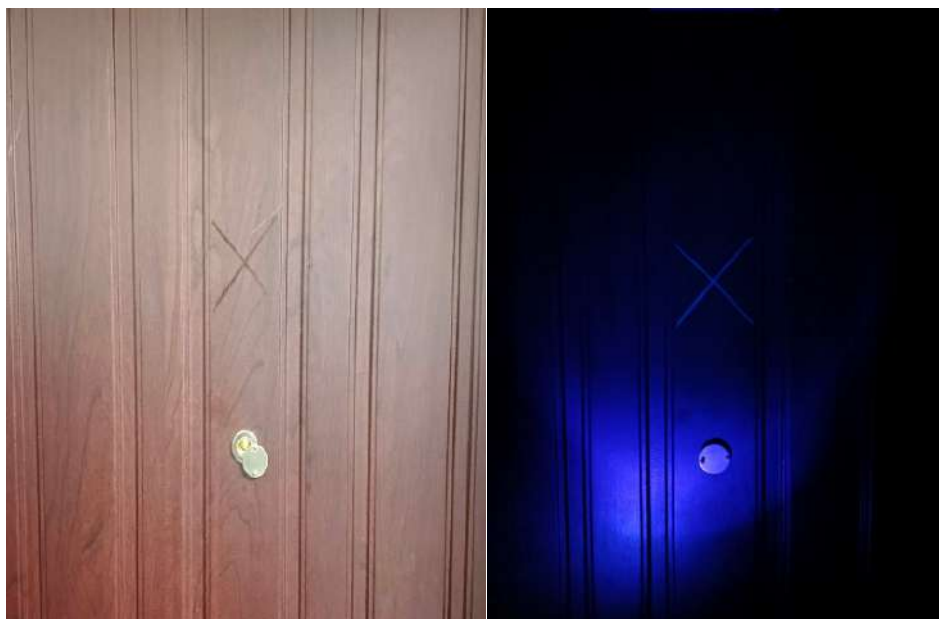


Рисунок 3 – Применение ультрафиолетового маркера

Голубой и фиолетовый цвета сложнее воспринимаются человеческим глазом: это свет с наименьшей длиной волны, видимой человеком, и фокусируется он на небольшом расстоянии перед сетчаткой глаза, как следствие, объекты в голубом свете сложнее разглядеть. Также при естественном освещении плохо виден маркер на нанесенном объекте.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение фотолюминесцентного маркера при проведении поиска пострадавших сэкономит время звеньям ГДЗС, что особенно актуально в условиях дефицита времени.

Список источников

1. Методические рекомендации по организации и проведению занятий с личным составом газодымозащитной службы ФПС МЧС России. – М.: МЧС России, 02 июля 2008 г. №2-4-60-14-18.
2. Тербнев В.В. Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений. – М.: Пожкнига, 2004. – 248 с.

Сергей Олегович Куртов

ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», Железногорск, Россия (kurtovsergej1983@yandex.ru, SPIN 9689-4190, ID: 1147319)

Обоснование геометрического подхода к определению глубины тушения современных пожарных стволов

Аннотация. Установлено, что применение фиксированного значения глубины тушения (5 м) при расчете параметров работы современных универсальных ручных пожарных стволов приводит к получению некорректных (завышенных) значений фронта тушения. Предложен новый подход к расчету глубины тушения, основанный на геометрической модели площади тушения в форме полукруга, что более адекватно отражает реальную работу ствольщика на позиции. Разработанную методику рекомендуется использовать для повышения точности пожарно-тактических расчетов при определении необходимого количества сил и средств на реальных пожарах, а также в образовательном процессе ведомственных учебных заведений МЧС России.

Ключевые слова: площадь тушения, глубина тушения, фронт тушения, пожарный ствол, интенсивность подачи огнетушащих веществ.

Sergey O. Kurtov

Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia

A geometric approach to determining the extinguishing parameters of modern fire barrels

Abstract. It is established that the use of a fixed value of the extinguishing depth (5 m) when calculating the operating parameters of modern universal manual fire barrels leads to incorrect (overestimated) values of the extinguishing front. A new approach to calculating the depth and the extinguishing front is proposed, based on a geometric model of the extinguishing area in the form of a semicircle, which more adequately reflects the real work of the gunner at the position. It is recommended to use the developed methodology to improve the accuracy of fire-tactical calculations in determining the required number of forces and means in real fires, as well as in the educational process of departmental educational institutions of the Ministry of Emergency Situations of Russia.

Keywords: extinguishing area, extinguishing depth, extinguishing front, fire barrel, intensity of supply of extinguishing agents

Современный этап развития пожарно-технического вооружения характеризуется появлением на рынке значительного числа универсальных ручных пожарных стволов как отечественного, так и зарубежного производства. Данные устройства обладают расширенными функциональными возможностями: регулируемым расходом, способностью формировать различные виды струй, подавать воду и воздушно-механическую пену низкой кратности [1, 2].

В соответствии с действующими подходами [3-5] площадь тушения S_T и фронт тушения Φ_T для пожарных стволов определяются по формулам:

$$S_T = \frac{q_{ств}}{I_{ТР}}, \text{ м}^2 \quad (1)$$

где:

$q_{ст}$ – расход пожарного ствола, л/с;

$I_{ТР}$ – требуемая поверхностная интенсивность подачи огнетушащих веществ, л/с·м².

$$\Phi_T = \frac{S_T}{h_T}, \text{ м} \quad (2)$$

где:

h_T – глубина тушения пожарных стволов, м.

Анализ формул (1) и (2) показывает, что ключевыми параметрами, влияющими на результат расчета, являются расход ствола, интенсивность подачи и глубина тушения.

В теории и практике пожаротушения под площадью тушения понимается часть площади пожара, которая на данный момент может быть эффективно обработана огнетушащими веществами (ОТВ) в зависимости от вида применяемых стволов [3].

Фронт тушения пожарного ствола — это ширина зоны (фронта пожара), которую может эффективно охватить струя воды или огнетушащего вещества, подаваемого из пожарного ствола [3].

В существующей образовательной практике учебных заведений МЧС России, а также в оперативной деятельности подразделений пожарной охраны при проведении тактических расчетов для ручных стволов традиционно принимают глубину тушения равной 5 метрам. По мнению авторов, применение данного значения в современных условиях, характеризующихся использованием принципиально новых приборов подачи ОТВ, является некорректным [3].

Для наглядной демонстрации некорректности существующего подхода выполним расчет параметров тушения по формулам (1) и (2) для универсальных ручных стволов УРСК-50 и УРСК-70. Расчет проведен для максимальных расходов (8 л/с и 15 л/с соответственно при напоре 40 м) и требуемой интенсивности подачи огнетушащих веществ 0,1 л/(с·м²).

$$\begin{aligned} S_T^{\text{УРСК-50}} &= \frac{q_{\text{СТ}}^{\text{УРСК-50}}}{I_{\text{ТР}}} = \frac{8}{0,1} = 80 \text{ м}^2, \\ \Phi_T^{\text{УРСК-50}} &= \frac{S_T^{\text{УРСК-50}}}{h_T} = \frac{80}{5} = 16 \text{ м}, \\ S_T^{\text{УРСК-70}} &= \frac{q_{\text{СТ}}^{\text{УРСК-70}}}{I_{\text{ТР}}} = \frac{15}{0,1} = 150 \text{ м}^2, \\ \Phi_T^{\text{УРСК-70}} &= \frac{S_T^{\text{УРСК-70}}}{h_T} = \frac{150}{5} = 30 \text{ м}. \end{aligned}$$

Анализ полученных данных показывает, что расчетный фронт тушения превышает принимаемую глубину тушения: для ствола УРСК-50 – в 3,2 раза, для УРСК-70 – в 6 раз. Такая геометрическая диспропорция (фронт, значительно превосходящий глубину) вступает в противоречие с реальными тактическими возможностями ствольщика, работающего, как правило, с одной позиции. Это свидетельствует о необходимости пересмотра устоявшихся подходов к моделированию процесса тушения.

Автор полагает, что существующая методика, основанная на модели площади тушения в виде прямоугольника, не учитывает реальную кинематику работы ствольщика и гидравлические характеристики современных стволов. Целью данной работы является разработка уточненной методики аналитического расчета необходимого количества пожарных стволов.

В качестве альтернативы предлагается принять геометрическую форму площади тушения в виде полукруга (рисунок).

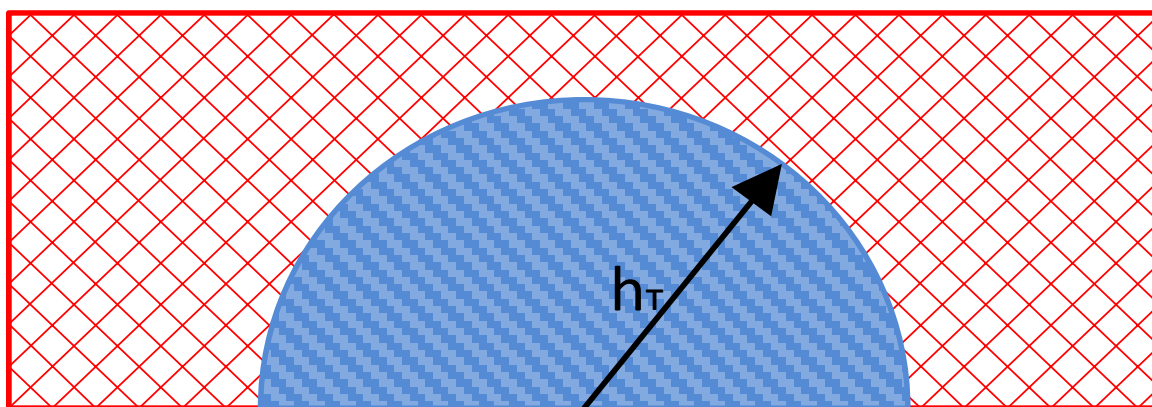


Рисунок – Предлагаемая форма площади тушения пожарного ствола (полукруг)

Данная модель исходит из предположения, что ствольщик, находясь на фиксированной позиции, имеет возможность последовательно обрабатывать сектор перед собой.

В этом случае площадь тушения описывается формулой:

$$S_T = \frac{\pi h_T^2}{2}, \text{ м} \quad (3)$$

Выражая из формулы 3 глубину тушения, получаем расчетную зависимость:

$$h_T = \sqrt{\frac{2S_T}{\pi}}, \text{ м} \quad (4)$$

Выполним пересчет глубины тушения для основных типов универсальных ручных стволов по формуле (4) при требуемой интенсивности подачи ОТВ 0,1 л/(с·м²). Результаты систематизированы и представлены в таблице.

Таблица – Расчетные значения глубины тушения ручных пожарных стволов

Расход пожарного ствола, л/с	Интенсивность подачи огнетушащих веществ, л/с·м²	Площадь тушения, м²	Глубина тушения, м
2	0,1	20	3,6
4	0,1	40	5,1
6	0,1	60	6,2
8	0,1	80	7,2
9	0,1	90	7,6
12	0,1	120	8,8
15	0,1	150	9,8

Полученные значения являются более реалистичными с тактической точки зрения и учитывают потенциальные возможности современных стволов при формировании компактной струи. Преимущество разработанного подхода заключается в том, что он базируется на реальных тактико-технических характеристиках современных приборов подачи ОТВ и позволяет получать более обоснованные исходные данные для расчета необходимого количества сил и средств.

Список источников

1. О необходимости уточнения основных технических характеристик, стоящих на вооружении в подразделениях МЧС России современных пожарных стволов / С. О. Куртов, А. Ю. Трояк, В. Ю. Яровой, Ю. А. Андреев // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2024.

– Т. 32, № 1. – С. 136-142. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2024.18.22.014. – EDN OIKFLQ.

2. Куртов, С. О. О проблемах аналитического расчета необходимого количества современных пожарных стволов при тушении пожаров / С. О. Куртов, В. М. Макаров // Пожарная и аварийная безопасность: Сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции, посвященной 375-летию пожарной охраны России, Иваново, 21 ноября 2024 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, 2024. – С. 462-466. – EDN QJMXOI.

3. Аналитическое обоснование расчетной глубины тушения пожарных стволов / С. О. Куртов, О. С. Малютин, М. В. Погорельцев [и др.] // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2025. – № 1(36). – С. 157-165. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2025.44.74.015. – EDN SSIWGN.

4. Денисов А. Н. и др. Глубина тушения пожара как основание для ресурсного обоснования сил и средств пожарных подразделений // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. – 2011. – №. 5. – С. 39.

5. Денисов, А.Н. Формализация задачи управления ствольщиком на позиции по тушению пожара / А. Н. Денисов // Технологии техносферной безопасности. – 2017. – № 2(72). – С. 122-129.

Олег Викторович Двоенко

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (O.Dvoenko@academygps.ru, SPIN 2013-9651, ID: 772016)

Даниил Андреевич Кучмасов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (daniilkuchmasov@yandex.ru, SPIN 1368-7946, ID: 1234635)

Али Рафикович Фератов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (ali_feratov@mail.ru, SPIN 2686-6244, ID: 1334131)

Тушение пожаров электротранспорта, использующего литий-ионные аккумуляторные батареи: проблемы и практики борьбы с ними

Аннотация. С высокими темпами внедрения литий-ионных аккумуляторов в электромобили, средства индивидуальной мобильности и электробусы, изменились риски и тактики пожаротушения. Пожары с участием литий-ионных батарей реже по частоте, но требуют иного подхода: длительного охлаждения, учёта экологических рисков, комбинированный способ тушения. Наиболее эффективными является способ изолирующего пожаротушения. Приведены практические рекомендации для реагирования на данные виды пожаров и для дальнейшего совершенствования нормативно правовой базы.

Ключевые слова: электротранспорт, литий-ионные аккумуляторы, тепловой разгон, пожаротушение, противопожарные полотна, электромобили.

Oleg V. Dvoenko

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Daniil A. Kuchmasov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Ali R. Feratov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Firefighting in Electric Vehicles Using Lithium-Ion Batteries: Challenges and Combating Practices

Abstract. With the rapid adoption of lithium-ion batteries in electric vehicles, personal mobility devices, and electric buses, firefighting risks and tactics have changed. Fires involving lithium-ion batteries are less common but require a different approach: prolonged cooling, consideration of environmental risks, and a combined firefighting approach. Isolation firefighting is the most effective. Practical recommendations for responding to these types of fires and for further improvement of the regulatory framework are provided.

Keywords: electric transport, lithium-ion batteries, thermal runaway, fire suppression, fire barriers, electric vehicles.

Переход на электротяговые силовые установки в транспорте, является одной из глобальных тенденций XXI века. Рост парка электромобилей, электросамокатов, электровелосипедов и электробусов вносит изменения в концепцию городской мобильности. Данная тенденция хоть и улучшила транспортную обстановку в крупных городах и мегаполисах, но и создала новые вызовы для пожарно-спасательных служб во всём мире.

Основная особенность пожаров электротранспорта заключается в его основной составляющей, а именно в литий-ионные батареи. Данный источник энергии становится

опасным, когда в его ячейках (наименьшая составляющая литий-ионной батареи) начинается термический разгон (ТР). Это процесс происходит, когда, нагрев одной ячейки вызывает самоподдерживающийся цепной процесс, сопровождающийся выделением тепла, горючих газов и высокой вероятностью повторного возгорания даже после тушения спустя несколько часов или даже дней. Поэтому стандартные средства и способы тушения пожаров часто не дают требуемого результата.

Однако, возгорания с участием литий-ионных аккумуляторов (ЛИА), которыми оснащаются не только электротранспорт, происходят реже, чем ожидается, но они представляют иные риски: длительное развитие термического разгона, высокая вероятность повторного воспламенения и серьёзные экологические последствия от сточных вод при тушении до продуктов горения. Стоит отметить, что это относительно новая и свежая продукция, которая с высокой скоростью внедряется в нашу жизнь.

В крупных городах России за последние годы отмечается уверенный прирост электротранспорта, развитие инфраструктуры краткосрочного проката средств индивидуальной мобильности (СИМ) и внедрения электробусов, которые являются наиболее комфортными по оценкам пассажиров. Согласно статистическим данным, доля электротранспорта в России пока ниже, чем в Западной Европе или Китае, но рост стремительно продолжается [1, 2].

Высоким темпам роста способствует снижение стоимости ЛИА, развитие зарядной инфраструктуры [3], государственные и муниципальные программы электрификации общественного транспорта. Но также есть существенные замедлители данного роста, а именно: недостаточная сертификация ряда импортных устройств, слабая инфраструктура переработки батарей, проблема обеспечения пожарной безопасности и отсутствие актуальной нормативно-правовой базы.

В России отсутствуют статистические данные по возгораниям электротранспорта, что мешает точной оценке частоты инцидентов. Международные исследования (NFPA, отчёты аналитиков) показывают: вероятность возгорания на одну единицу электрического транспорта сравнима или ниже, чем у автомобилей с ДВС, однако последствия пожара литий-ионного аккумулятора зачастую тяжелее - по длительности тушения, по экономическим и экологическим последствиям [4]. В российских условиях крупные угрозы связаны с электробусами (большие батарейные массивы в депо) и массовыми стоянками/зарядными станциями, где при аварии возможны крупные материальные ущербы и множественные повреждения инфраструктуры.

Процесс тушения электротранспорта на сегодняшний день имеет ряд сложностей и серьёзных последствий. Для обеспечения стабильного охлаждения батареи и предотвращения повторного возгорания требуется непрерывная и продолжительная подача воды или погружение в специализированные водонаполненные контейнеры, при этом процесс может занимать многие часы и даже дни. При этом, даже после видимой ликвидации возгорания ячейки в составе литий-ионной батареи спустя время могут повторно вступить в ТР.

Возможные последствия после тушения электротранспорта:

- вода, использованная для тушения, становится токсичной и требует сбора и очистки; продукты горения включают газообразные и жидкие токсичные компоненты;
- возгорания вблизи зарядных станций, в депо или на автостоянках могут привести к длительным простоям и крупному вторичному материальному ущербу;
- вероятность травм и угроза жизни людей относительно невысока в случае пожара на открытой местности при соблюдении дистанции, однако при возникновении пожара на парковках или помещениях для зарядки СИМ угроза воздействия опасных факторов пожара, в особенности отравляющих продуктов горения, становится очень высокой.

Тушение данных видов пожаров первичными средствами тушения (огнетушителями) не имеет эффективности, так как применение данных средств позволит только сбить пламя на некоторое время и при израсходовании объёма происходит повторное возгорание [5].

Как и всегда вода является основным средством тушения. Даже при таких нестандартных и сложных пожарах как горение ЛИА вода показывает свою эффективность, но только в случаях её правильной подачи. Подача воды может быть направлена несколькими способами и для выполнения разных задач. Она может подаваться на поверхность автомобиля и сбивать видимое пламя, предотвращая дальнейшее распространение, но в данном случае потребуется объём воды, превышающий 10000 литров.

При возможности, воду подают на поверхность литий-ионной аккумуляторной батареи, которая находится под днищем автомобиля для её охлаждения и замедления теплового разгона. Данный способ возможен только на первых этапах горения, при наличии соответствующего оборудования и также при возможности непрерывной подачи в течении долгого времени.

Наибольшей эффективностью обладает вода в случае её подачи непосредственно внутрь корпуса батареи. Данный способ тушения будет считаться комбинированным, потому что для реализации данного метода необходимо создать безопасную рабочую зоны при помощи охлаждения и водяной завесы. Следующим этапом следует проделать отверстия в корпусе батареи при помощи гидроабразивной резки («Кобра») и в полученные отверстия непрерывно подавать воду. Вода благодаря своей высокой теплоёмкости сможет замедлить тепловой разгон, что в процессе приведёт к ликвидации пожара. Однако данный метод не всегда возможно применить, поскольку от требует высокой оснащённости пожарно-спасательного подразделения и высокого профессионализма личного состава.

Недостатки и проблемы существующих методов тушения:

- Длительность и ресурсная интенсивность: отдельный пожар может требовать многократных выездов, больших бригад и длительного наблюдения, что перегружает службы.
- Отсутствие унифицированных протоколов тушения: различия в устройствах электротранспорта затрудняет стандартизацию обучения.
- Ограниченность в оборудовании и подготовке: не все пожарные подразделения оснащены необходимым пожарно-техническим вооружением, контейнерами для погружения и средствами тепловизионного контроля.
- Риск повторного возгорания после перевозки/хранения: неправильно организованная транспортировка или хранение повреждённого аккумулятора может привести к новым возгораниям.

На основании выше изложенного можно прийти к выводу, что традиционные способы и средства тушения пожаров являются неэффективными при реагировании на возгорания ЛИА. В случае с данными пожарами главной задачей является обеспечение безопасности людей и минимизации ущерба.

В случае возгорания автомобиля он подлежит утилизации, потому что полное выгорание автомобиля происходит в течении 10 минут. Отсюда следует, что наиболее эффективным с точки зрения безопасности и экономики является метод изоляции горящего объекта.

Для реализации данного метода требуются высокотехнологичные противопожарные полотна/чехлы, которыми удастся изолировать горящий объект на всём протяжении горения. Следует учесть, что данные материалы должны выдерживать температуру более 1000 °С.

В связи с этим, нами был разработан и протестирован противопожарный чехол для обеспечения безопасности при хранении, эксплуатации и аварии литий-ионных аккумуляторных батарей. Данный прототип был разработан под размерный ряд батарей от СИМ.

При тестировании использовались одинаковые по энергоёмкости и химическому составу литий-ионные аккумуляторы. Изначально был проведён тест на ЛИА без противопожарного чехла (рис. 1а), для оценки температурных полей и интенсивности горения. После чего был проведён эксперимент с идентичным аккумулятором, который был помещён в прототип противопожарного чехла (рис. 1б).



а)



б)

Рисунок 1 – Натурные испытания противопожарного чехла для ЛИА:

а) без применения чехла; б) с применением чехла)

Данный эксперимент показал эффективность применения противопожарного чехла, поскольку не произошло распространения пламени. На основании полученных данных есть возможность масштабировать прототип для различных целей применения.

Кроме этого, хочется сделать некоторые рекомендации для их учёта при разработке нормативных документов и протоколов реагирования на пожары электротранспорта:

- Внедрить централизованный учёт и сбор данных о возгораниях электротранспорта – обязать сообщать и классифицировать инциденты. Это позволит планировать обеспечение пожарно-спасательных служб и корректировать требования пожарной безопасности.

- Разработать и обязать исполнение единых протоколов тушения: различать легковые электро автомобили, СИМ и электробусы, указать минимальные требования к хранению и транспортировке после пожара.

- Обучение и оснащение пожарных: обеспечить подразделения тепловизорами, насосами высокой производительности, вентиляторами и средствами индивидуальной защиты от токсичных продуктов горения.

- Создать специализированные площадки для охлаждения с водоотводом и системами очистки стоков, где можно безопасно хранить и наблюдать за повреждённым транспортом, использующим литий-ионные аккумуляторные батареи.

- Внедрение маркировки и доступа к быстрому обесточиванию: обязать производителей и импортеров обеспечивать простую маркировку и возможность локального отключения батареи.

- Стандарты для зарядной инфраструктуры: требования по размещению зарядных пунктов, автоматическому отключению, вентиляции и измерению температуры; регулярные проверки и сервис.

Несмотря на то что абсолютная частота возгораний с участием электротранспорта остаётся низкой, каждая такая авария требует специализированного подхода: длительное охлаждение, мониторинг и безопасность окружающей среды. Необходимо создание единой практики и технического оснащения для быстрого и безопасного реагирования.»

Пожары электротранспорта – управляемая, но ресурсоёмкая проблема. Разработка эффективного решения требует сочетания превентивных мер (сертификация, мониторинг, правила эксплуатации) и адаптации служб пожаротушения (оборудование, протоколы, площадки для охлаждения). Импорт мирового опыта полезен, но адаптация к российским условиям и централизованный сбор данных критически важны.

Список источников

1. Кузьмич, А. В. Возможность развития городского электротранспорта с применением электробусов / А. В. Кузьмич // Научное сообщество студентов XXI столетия.

Технические науки : сборник статей по материалам LXXXIX студенческой международной научно-практической конференции, Новосибирск, 11 мая 2020 года. Том 5 (88). – Новосибирск: Общество с ограниченной ответственностью "Сибирская академическая книга", 2020. – С. 215-220. – EDN FORTCD.

2. Барабошкина, А. В. Оценка конкурентоспособности российского электромобиля как обоснование необходимости стимулирования рынка электромобилей в России / А. В. Барабошкина, О. В. Кудрявцева // Russian Journal of Economics and Law. – 2023. – Т. 17, № 2. – С. 269-288. – DOI 10.21202/2782-2923.2023.2.269-288. – EDN NAAYYS..

3. Азат Тимерханов В 10 регионах РФ числится более половины электрозарядных станций / Азат Тимерханов [Электронный ресурс] // АВТОСТАТ : [сайт]. — URL: <https://www.autostat.ru/news/61901/> (дата обращения: 02.03.2026).

4. Lithium-Ion Battery Safety [Электронный ресурс]: Национальная ассоциация противопожарной защиты (NFPA): сайт. URL: <https://www.nfpa.org/education-andresearch/home-fire-safety/lithium-ion-batteries> (дата обращения: 28.02.2026).

5. Оценка эффективности применения составов для тушения пожаров литий-ионных аккумуляторных батарей / О. В. Двоенко, А. Ф. Колбасов, Д. А. Кучмасов [и др.] // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2024. – № 4. – С. 55-63. – DOI 10.25257/FE.2024.4.55-63. – EDN ZLTORA.

Сергей Леонидович Лазаренко

Главное управление МЧС России по Запорожской области, Мелитополь, Россия
(timmel020@gmail.com)

Совершенствование методов тушения пожара в многоэтажных зданиях

Аннотация. В статье представлены некоторые известные методы тушения пожаров в высотных зданиях и предложения по усовершенствованию техники тушения пожаров с помощью применения беспилотных дронов с генератором огнетушащего аэрозоля.

Ключевые слова: высотка, генератор огнетушащего аэрозоля, дрон, беспилотник, пожарная безопасность, сильный пожар.

Sergey L. Lazarenko

The Main Directorate of the Russian Ministry of Emergency Situations in the Zaporozhye region, Melitopol, Russia

Improvement of fire extinguishing methods in multi-storey buildings

Annotation. The article presents some well-known methods of extinguishing fires in high-rise buildings and proposals for improving fire extinguishing techniques through the use of unmanned drones with a fire extinguishing aerosol generator.

Keywords: high-rise, fire extinguishing aerosol generator, drone, drone, fire safety, severe fire

В современном мире количество населения в больших городах стремительно растет. Это создает проблему с обеспечением жилищными условиями, а также выделения отдельного офиса или помещения для ведения рабочего процесса в организации, самостоятельной трудовой деятельности. Для экономии площади, которую будет занимать здание под жилье или офис, строительные организации проектируют и строят многоэтажки высотой более 30 этажей. Проект здания подразумевает защиту каждого этажа от пожара: материалы стен и покрытие выбирается с максимальной степенью защиты от горения; устанавливаются автоматические системы пожаротушения различного вида и сложности. В большей степени выбор системы автоматического пожаротушения зависит от квалификации людей, занимающихся проектировкой здания и помещений, а также техническими возможностями строительной или монтажной компании, организации и объективными условиями строительства, доступности транспортной развязки. Чем выше уровень квалификации, тем более качественная и защищенная система пожаротушения будет установлена с минимальными затратами. Каждая система пожаротушения требует оценки и анализа: как будут использоваться помещения высоты и какие виды техники, оборудования будут использоваться в этих помещениях.

Вообще тушение пожара в небоскрёбе больше всего напоминает игру в шахматы с огнем - каждый шаг требует прогнозирования на несколько шагов вперед. Нужно действовать не по шаблону, а анализировать ситуацию в реальном времени, адаптируясь к условиям. Необходимо проводить постоянный мониторинг динамики огня.

Что делать, если в помещении офиса или квартире высоты выше 32 этажа вспыхивает пожар? Лифты не работают, на лестничных спусках очень сильное задымление, не сработала система автоматического пожаротушения, а самые мощные пожарные машины не могут дотянуться до пламени? Пример высотной застройки можно увидеть на рисунке 1.



Рисунок 1 – Застройка многоэтажными зданиями с помещениями в крупных городах

Протягивание пожарных рукавов на высоту более 100 метров займет немало времени. Можно использовать пожарные стояки, которые должны быть в здании многоэтажки. На улице пожарные машины подключаются к специальным клапанам у основания здания и подают напор воды, а внутри бригады подсоединяют рукава к выходам этих стояков в коридорах или лестницах. Эти места видны на рисунке 2.



Рисунок 2 – Места подключения к пожарным стоякам

Но что предпринять в ситуации, когда по объективным причинам этот способ тоже не работает? В настоящее время ускоренными темпами в России и за рубежом широкое распространение, как объемные средства пожаротушения, получают твердотопливные генераторы огнетушащего аэрозоля (ГОА) и системы аэрозольного пожаротушения на их основе.

Как факт применения, можно объяснить высокие показатели эффективности, надежности и экологической безопасности, а также сравнительно невысокой стоимостью аэрозольных технологий локализации огня по сравнению с традиционными методами пожаротушения (водяного, водно-пенного, порошкового и газового).

Изначально, при использовании аэрозольного пожаротушения, наблюдался один существенный недостаток - генерирование аэрозоля сопровождалось тепловыделением и высокой температурой.

На современном этапе развития оборудования в области пожаротушения появилось поколение так называемых «холодных» генераторов, температура аэрозоля в 50 см зоне находится в пределах 120 °С. Это дает возможность расширить зону их применения.

Нормы пожарной безопасности 21-98, а позднее нормы пожарной безопасности 88-2001, оказывали ограничение в применении генераторов для помещений: с сменной планировкой, хранением ценностей, наличием электронно-вычислительной техники. Категорически запрещалось использование генераторов огнетушащего аэрозоля в помещениях категории А и Б.

После проведения успешных испытаний в этих помещениях и со взрывоопасной средой, пункты запрещающие использовать генераторы огнетушащего аэрозоля по этим нормам в данных помещениях с 01.01.2003 года отменили.

Но остаётся несовершенство норм и практики проектирования противопожарной защиты объектов. В некоторых нормах строго регламентируется герметичность помещений, которая учитывается при проектировании систем пожаротушения. Но, как показывает практика и данные многочисленных исследований в данной области, требование по герметичности слишком завышено.

Все офисы различных организаций, независимо от площади офисов, используют для работы различную радиоэлектронную аппаратуру. В ряде ведомственных нормативных документов не обосновано ограничение аэрозольного пожаротушения для помещений с радиоэлектронной аппаратурой. Это требование основано на предположении о том, что аэрозоль имеет высокую проникающую способность и, если произойдет ложное срабатывание установки, он принесет непоправимый ущерб аппаратуре. Российская телекоммуникационная компания провела свои исследования влияния аэрозоля на различные электронные платы. Испытания показали, что указанное опасение сильно завышено. Еще дальше пошли Санкт-Петербургские связисты. Они провели испытания на действующей телефонной станции, которые показали, что существенного ущерба аэрозоль не несет, при этом надо своевременно провести сухую уборку. Аэрозоль может вызывать коррозию и вступать в реакцию с металлами только во влажном состоянии. Эти испытания доказывают, что сегодня нет оснований запрещать применение аэрозольного пожаротушения в помещениях с радиоэлектронным и слаботочным оборудованием[1].

Несанкционированные пуски систем аэрозольного пожаротушения называют «ложным срабатыванием». Они свидетельствуют: об ошибках и небрежности специалистов монтажных и эксплуатационных организаций, недостатке квалификации сотрудников, несоблюдение элементарных условий эксплуатации генераторов. Данные установки не несут летальной опасности для человека и, при ряде определенных условий, их применение возможно для защиты жилых помещений.

На современном этапе развития различной техники происходит постепенное внедрение беспилотной техники в различные сферы деятельности человека. Уже необходимо присматриваться к строительному сектору, безопасности, ликвидации чрезвычайных ситуаций и тушению пожаров. Исходя из возникающих пожароопасных ситуаций,

необходимости быстрого реагирования и точного планирования действий, можно ориентироваться на беспилотные летательные аппараты как на удобный и быстрый инструмент для развертывания и решения вопросов оперативного характера.

Как показывает анализ, наиболее сложными для быстрого реагирования являются природные пожары, а также те, которые происходят на сложных и высотных объектах, как показано на рисунке 3.



Рисунок 3 – Сильный пожар в высотной застройке

Очень сложно производить эвакуацию людей с высотных зданий, а также тушить пожары на верхних этажах и кровле. Это связано с тем, что в руках пожарных служб нет спецтехники для тушения пожаров на высоте: имеющиеся на вооружении подъемники обеспечивают подъем до 100 метров максимум; увеличение длины оборудования до 120 и более метров технически возможно, но затрудняет технологии изготовления и доставку к месту возгорания. И к тому же, зачастую высотные пожары не тушат ввиду повышенной опасности работы на высоте. Как показывает статистика, это наиболее известно по стройкам, львиная доля чрезвычайных происшествий на объектах происходит на высоте.

Поэтому перспективным направлением решения проблем является привлечение беспилотных авиационных технологий, которые на практике в некоторых странах уже показали свои возможности и могут полноценно рассчитывать на лидирующие позиции в области.

Беспилотники можно оснащать пожарными рукавами, аэрозольными установками и через лафетный ствол они могут тушить пожар в самых труднодоступных местах.

Первые опыты применения беспилотников в тушении пожаров начиная с Китая в 2017 году, затем в Нью-Йорке в 2019 году.

В Объединенных Арабских Эмиратах разработали беспилотник, способный тушить пожары на большой высоте. Максимальная высота полета составляет 600 метров, выдерживать на борту EHang 216F может до 150 литров пены и 6 противопожарных “бомб”. На корпусе расположена камера Full HD с 10-кратным зумом для выявления деталей и очагов возгорания. Затем в работу подключается подъем на высоту небоскреба пожарного рукава и лафета, через которые подается пена.

Другой беспилотник, как на рисунке 4, разработанный латвийской компанией Aerones, имеет максимальную подъемную высоту 300 метров и аналогично разработке из Эмиратов, через лафетный ствол осуществляется тушение пожара. Вес беспилотника составляет 55 кг, он способен поднимать до 145 килограммов.[2]



Рисунок 4 – Подача огнетушащего аэрозоля с помощью беспилотного летательного аппарата специальной конструкции на верхние этажи высотного здания

Одними из топовых производителей беспилотников для тушения пожаров являются китайские компании Hongfei и Ehang. Несмотря на высокую стоимость, они представляют собой революционные аппараты, которые прокладывают путь к безопасному и эффективному будущему в области пожаротушения. Эти дроны незаменимы для работы в экстремальных условиях, когда скорость и точность имеют решающее значение. Они отлично подходят для оперативного реагирования на пожары в городских условиях, особенно в высотных зданиях. Оснащение, кроме основного оборудования, может иметь широкий спектр дополнительных устройств, что делает их универсальными и пригодными не только для тушения пожаров, но и для выполнения различных задач других спасательных служб, служб безопасности и даже для военных целей[3].

Предлагается взять за основу дрон производства китайской компании и разработать аналогичный дрон отечественного производства. Использовать в изготовлении разработки других компаний. И добавить в оснащение приспособление с установкой генератора огнетушащего аэрозоля.

Пожарные дроны представляют собой быстро развивающееся и перспективное направление в области пожаротушения. От недорогих моделей, способных оперативно реагировать на небольшие возгорания, до технологичных беспилотных систем, предназначенных для борьбы с крупными пожарами - современный рынок предлагает широкий выбор решений для различных сценариев применения.

Использование дронов позволяет значительно повысить эффективность работы пожарных служб, снизить риски для персонала и минимизировать ущерб от пожаров. По мере совершенствования технологий и снижения стоимости производства, можно ожидать

дальнейшего распространения беспилотных систем пожаротушения и их интеграции в работу пожарных служб по всему миру.

Будущее пожаротушения за умными, автономными системами, способными быстро реагировать на возникающие угрозы и эффективно бороться с огнем в самых сложных условиях. И пожарные дроны, несомненно, займут важное место в этом будущем [Там же].

Список источников

1. Юрий Логинов. Мифы и реалии в ограничении применения аэрозольного пожаротушения. - НПП. Гранит-Саламандра. Алгоритм безопасности № 2, 2003. [Электронный ресурс]. URL: <https://kazgefest.kz/article.html?id=1398877687> (дата обращения 03.02.2026).
2. Кристина Волкова. Беспилотники приходят на помощь пожарным и спасателям. [Электронный ресурс]. URL: <https://skymec.ru/blog/drone-use-cases/bezopasnost/bespilotniki-pomoshch-pozharnym-spasateiyam/> (дата обращения 12.02.2026)
3. Emin. Высокие технологии против огня: Топ-4 дрона для пожаротушения от Hongfei и Ehang. [Электронный ресурс]. URL: https://rcmonstre.ru/blog/articie/vysokie-tehnologii-protiv-ognya-top-4-drona-dlya-pozharotusheniya-ot-hongfei-i-ehang_ (дата обращения 14.02.2026).

УДК 681.5:614.8
ББК 32.965я73

Александр Сергеевич Левченко

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (as706@yandex.ru, SPIN 7874-0547, ID: 666090)

Владимир Иванович Зыков

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (zykov01@mail.ru, SPIN 9268-5535, ID: 328773)

Сергей Владимирович Антонов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (sergeyantonov@ya.ru, SPIN 6439-1620, ID: 763527)

Организация оперативной связи в подразделениях пожарной охраны

Аннотация. В статье представлены основные определения в области организации оперативной связи для обеспечения управления подразделениями пожарной охраны, способы организации оперативной связи, ключевые ведомственные распорядительные документы в данной области, рассмотрены ключевые особенности организации и применения каждого из способов, сделаны выводы о целесообразности применения того или иного способа при решении управленческих задач в разных условиях обстановки.

Ключевые слова: управление, организация связи, радиосвязь, проводная связь, оперативная связь, пожарная охрана.

Aleksandr S. Levchenko

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Vladimir I. Zykov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Sergey V. Antonov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Organization of operational communication in fire brigade units

Abstract. The article presents the basic definitions in the field of the organization of operational communication to ensure the management of fire brigade units, the ways of the organization of operational communication, key departmental administrative documents in this area, the key features of the organization and application of each of the ways, the conclusions about the expediency of using this or that way when solving management tasks in different conditions of the situation.

Keywords: management, communication, radio communication, operational communication

В современных условиях эффективное управление подразделениями пожарной охраны при тушении пожаров невозможно без надёжно организованной оперативной связи. От качества информационного обмена между участниками тушения напрямую зависят: скорость принятия управленческих решений, координация действий сил и средств, а также безопасность личного состава. Организация оперативной связи является одной из важнейших составляющих функционирования системы управления при реагировании подразделений пожарной охраны на пожаре [1; 2].

В настоящее время условия, в которых подразделения пожарной охраны выполняют свои задачи, имеют тенденцию к усложнению. Растущее количество высотных зданий, ухудшение в городах электромагнитной обстановки, повышения требований к скорости

обмена информации при межведомственном взаимодействии обуславливают актуальность научного рассмотрения и проработки вопросов организации оперативной связи в подразделениях пожарной охраны.

Осложняет изучение данного вопроса и недостаточное нормативное обеспечения вопросов организации связи. В нормативных правовых актах нет отсутствуют понятия ведомственных сетей связи, данный вопрос регулируется ведомственными распорядительными документами. В МЧС России этот вопрос регулируется распоряжением об организации связи и распоряжением об утверждении и введении в действие Руководства по радиосвязи [3; 4].

Оперативная связь в подразделениях пожарной охраны предназначена для обеспечения обмена информацией между органами управления пожарной охраны (центральным пунктом пожарной связи, пунктами связи пожарно-спасательных частей) и реагирующими подразделениями, а также между участниками тушения пожара. Отсюда можно сформулировать определение, что система оперативной связи есть организационно-техническое объединение сил и средств пожарно-спасательного гарнизона для обеспечения управления при следовании к месту пожара и в ходе тушения пожара.

Основными задачами оперативной связи являются:

- доведение до дежурных сил информации о пожаре или ЧС;
- обмен информацией между диспетчерами центрального пункта пожарной связи (ЦППС), пунктов связи пожарно-спасательных частей (ПСЧ) и следующих к месту пожара силах;
- управление и координация действий сил и средств пожарной охраны на месте пожара или ЧС, а также со взаимодействующими силами и средствами федеральных органов исполнительной власти, и экстренными оперативными службами;
- обмена информацией между руководителем тушения пожара (РТП) и диспетчерами ЦППС и ПЧС о ходе тушения пожара, изменениях обстановки и принятия решения о высылке дополнительных сил и средств.

Исходя из данных задач, можно оценить соответствие различных видов и родов связи потребностям системы управления. В ходе оценки стоит учесть тот факт, что в состав пожарно-спасательных гарнизонов входят различные виды пожарной охраны (противопожарная служба субъекта Российской Федерации, ведомственная пожарная охрана, частная пожарная охрана), а расходные обязательства на закупку средств связи и предоставление услуг связи не относятся к МЧС России.

Учитывая этот факт, можно сформулировать основные критерии выбора способа организации оперативной связи для нужд подразделений пожарной охраны:

- экономическая целесообразность;
- доступность средств и комплексов связи на рынке телекоммуникаций, в том числе российского производства;
- унификация оборудования и возможность сопряжения между различными средствами и комплексами, применяемыми различными видами пожарной охраны;
- простота эксплуатации средств связи личным составом;
- возможность обеспечения безопасности обрабатываемой информации.

В соответствии с указанными критериями можно провести оценку различных способов организации оперативной связи.

Проводная связь является гарантированным родом связи, но эффективна только между стационарными объектами – пожарно-спасательными частями. Не подходит для обмена информацией с подвижными объектами в ходе следования к месту пожара и в районах, с отсутствующей инфраструктурой связи.

Спутниковая связь имеет обширную зону покрытия, различные варианты исполнения, достаточно просты в эксплуатации, но в связи с небольшим количеством российских спутниковых группировок и высокой стоимостью услуг связи отсутствует экономическая целесообразность ее применения.

Подвижная радиотелефонная (сотовая) связь удовлетворяет практически всем требованиям к оперативной связи, но зависит от инфраструктуры оператора связи. В зоне отсутствия того или иного оператора связи, предоставляющего услуги связи, существует риск прерывания или полного отсутствия связи [5].

Всем указанным критериям соответствует радиосвязь, как основной способ организации связи. На рынке телекоммуникаций присутствует множество производителей абонентских терминалов и базового оборудования, в том числе соответствующих требованиям национального режима и входящих в реестры Министерства промышленности и торговли Российской Федерации. Существует большое число стандартов радиосвязи, которые имеют возможность встречной работы между собой либо напрямую, либо с использованием программных и аппаратных комплексов. Абонентские станции имеют различные варианты исполнения, в том числе с отсутствием дисплея и минимальным количеством органов управления, что упрощает их использование личным составом пожарной охраны. Средства и комплексы радиосвязи имеют аппаратные и программные способы защиты информации, в том числе защиты от прослушивания, маскирования речи, а также соответствующие требованиям к защите информации ограниченного распространения и сведений, составляющих государственную тайну [6,7].

Для убедительности приведенных доводов можно провести анализ способов организации оперативной связи в подразделениях пожарной охраны других государств.

В США и Канаде в качестве базового стандарта для систем связи экстренных служб широкое распространение получил цифровой стандарт радиосвязи APCO-25. Его ключевые характеристики включают:

- поддержку как конвенционального, так и транкингового режимов работы;
- повышенную помехоустойчивость и улучшенное качество речи;
- средства сквозного шифрования служебной информации;
- интеграцию голосовых и информационных сервисов (передача статусов, коротких сообщений, координат GPS).

Практика внедрения стандарт APCO-25 в пожарных департаментах США показывает существенное улучшение управляемости и безопасности при условии правильной организации структуры каналов и регламентов радиообмена. Исследования материалов NIOSH и FEMA акцентируют внимание на важности разделения диспетчерских и тактических каналов, постоянного мониторинга тактических частот диспетчером и наличия процедур работы при отказе связи.

В Канаде примером крупномасштабной интегрированной системы является провинциальная сеть AFRRCS, обеспечивающая единое радиоинформационное пространство для пожарных, полиции и медицинских служб. Система характеризуется высоким уровнем территориального покрытия, многоуровневым резервированием и унификацией оборудования.

В странах Европейского Союза в качестве основного стандарта профессиональной цифровой радиосвязи для служб общественной безопасности используется стандарт TETRA. Этот стандарт ориентирован на работу в транкинговых сетях с поддержкой:

- приоритетных и экстренных вызовов;
- групповых и динамических групповых вызовов;
- функций дистанционного контроля обстановки;
- передачи данных (телеметрия, координаты, сообщения);
- сквозного шифрования в соответствии с требованиями Европейского Союза.

Примером практической реализации является национальная сеть NDRS в Ирландии, на которую были переведены пожарно-спасательные службы с интеграцией с полицией, скорой помощью и береговой охраной. Проект показал эффективность поэтапной миграции и важность продуманной системы обучения персонала.

В странах Азиатско-Тихоокеанского региона широкое распространение получили гибридные решения, сочетающие элементы стандартов APCO-25, TETRA и собственных национальных стандартов.

Данные решения демонстрируют тот факт, что даже при ограниченных ресурсах радиосвязь позволяет создание достаточно гибкой и устойчивой системы связи за счёт рационального сочетания типовых технологий и оптимальной архитектуры построения системы.

Обобщая вышеизложенное, следует сделать вывод, что для решения вопросов поддержки управления деятельностью руководителя тушения пожара необходимо обосновать предложения по разработке структуры построения системы оперативной радиосвязи местного пожарно-спасательного гарнизона.

Данный вывод позволяет поставить ряд вопросов, которые заслуживают рассмотрения в качестве перспективных задач для проведения дальнейших исследований в области совершенствования системы организации оперативной радиосвязи в пожарно-спасательных подразделениях:

- насколько существующая структура радиосетей (количество каналов, их функциональное распределение) соответствует реальному объёму радиообмена на пожарах различной категории сложности?
- какова взаимосвязь между техническими характеристиками системы оперативной радиосвязи (радиопокрытие, помехоустойчивость, наличие резервных каналов) и показателями оперативности и безопасности действий подразделений?
- в какой мере действующие нормативные правовые акты способствуют или, напротив, ограничивают внедрение современных цифровых технологий связи?
- какие элементы зарубежного опыта могут быть адаптированы к российским условиям без существенных изменений существующей системы?
- как воспринимают действующую систему связи руководители тушения пожара, диспетчеры и рядовой личный состав: какие проблемы они отмечают, какие функции считают наиболее востребованными?
- какие организационные и экономические барьеры препятствуют внедрению новых решений (обновление парка радиостанций, строительство инфраструктуры, обучение технического персонала)?

Таким образом, данный вывод позволяет поставить ряд вопросов, которые заслуживают рассмотрения в качестве перспективных задач для проведения дальнейших исследований в области совершенствования системы организации оперативной радиосвязи в пожарно-спасательных подразделениях.

Заключение

Проведенный анализ демонстрирует высокую степень значимости радиосвязи как основного инструмента организации оперативной связи в подразделениях пожарной охраны. Однако многие вопросы остаются нерешенными, что создает предпосылки для дальнейших исследований и разработок. Среди ключевых направлений будущих работ можно выделить:

- Оценку соответствия современной структуры радиосетей реальной потребности в коммуникациях на пожарах различного масштаба.
- Анализ влияния технических характеристик радиосистем на показатели оперативности и безопасности операций.
- Изучение восприятия действующей системы сотрудниками пожарной охраны, выявление проблем и потребностей.
- Определение экономических и организационных препятствий на пути внедрения инноваций.

Развитие эффективной системы оперативной связи позволит существенно повысить качество управления и снизить риски, возникающие при ликвидации последствий пожаров.

Список источников

1. Смирнов А.В., Петров И.С. Современные технологии связи в экстренных службах: монография. М.: Академия МЧС, 2022.
2. Иванов П.Р. Организация управления силами и средствами пожарной охраны: учебник. СПб.: Университет ГПС МЧС России, 2021.
3. Бутко В.С., Зыков В.И., Петренко А.Н. – Автоматизированные системы управления и связь. Методические указания по курсовому проектированию. Для слушателей заочной формы обучения: учебное пособие /.: Академия ГПС МЧС России, 2023. – 88с.
4. Фомин А.Ф., Зыков В.И. Современные телекоммуникационные технологии в системах связи МЧС России. Ч. 1. Основы теории построения цифровых сетей связи: Монография / Под общ. Ред. В.И. Зыкова. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 186 с.
5. Зыков В.И., Фомин А.Ф. Современные телекоммуникационные технологии в системах связи МЧС России: Часть 2. Информационно - телекоммуникационные системы и сети XXI века: Монография / Под общ. ред. В. И. Зыкова. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2013. – 111 с.
6. Мясковский Г.М., «Системы производственной связи» Справочник, М: Связь, 1999 г.;
7. Зыков В.И., Мосягин А.Б. и др. Автоматизированные системы управления и связь. Учебник. Под общей редакцией проф. Зыкова В.И. М.: Академия ГПС МСЧ России, 2019. – 465 с.

УДК 614.842.8
ББК 68.9

Михаил Александрович Мареев

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (mareev.mikhail@mail.ru, SPIN 2799-9425, ID: 1232680)

Алексей Николаевич Денисов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (dan_aleks@mail.ru, SPIN 1845-4634, ID: 231119)

Нормативно-параметрическая модель управления ресурсными потоками в организационной системе пожаротушения

Аннотация. Актуальность исследования определяет недостаточная разработанность формализованных методов количественной оценки управленческих решений при тушении пожаров. Статья предлагает решение научной задачи перехода от качественного описания деятельности руководителя тушения пожара к строгому математическому моделированию. Теоретическую базу составляет метод электрогидравлических аналогий, адаптированный для организационных систем. Основной результат - разработка нормативно-параметрической модели, ставящей в соответствие элементам электрической цепи такие категории, как управленческий потенциал, поток ресурсов, операционное сопротивление, организационная инерция и буферный запас, через призму пожарной тактики. Работа доказывает применимость законов Кирхгофа для анализа баланса информационных и материальных потоков в организационных структурах. Методологическая новизна заключается в нормативном базировании параметров модели на действующих правовых актах Российской Федерации, что обеспечивает воспроизводимость и юридическую значимость результатов, а также создает основу для автоматизированных систем поддержки принятия решений при пожарах.

Ключевые слова: управление, организационная система, метод аналогий, тушение, пожар, ресурсные потоки, математическое моделирование, теория цепей, принятие решений, операционное сопротивление, нормативный метод.

Mikhail A. Mareev

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Aleksej N. Denisov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

A Normative-Parametric Model for Resource Flow Management in an Organizational Fire Suppression System

Abstract. The relevance of this study is determined by the insufficient development of formalized methods for quantitatively evaluating management decisions during firefighting. This article proposes a solution to the scientific problem of moving from a qualitative description of the firefighting manager's activities to rigorous mathematical modeling. The theoretical basis is formed by the method of electrohydraulic analogies adapted for organizational systems. The main result is the development of a normative-parametric model that maps categories such as managerial potential, resource flow, operational resistance, organizational inertia, and buffer stock to elements of an electrical circuit through the lens of fire tactics. The work demonstrates the applicability of Kirchhoff's laws for analyzing the balance of information and material flows in organizational structures. The methodological novelty lies in the normative basing of the model parameters on current legal acts of the Russian Federation, which ensures the reproducibility and legal validity of the results and creates the basis for automated decision support systems for fires.

Keywords: management, organizational system, analogy method, extinguishing, fire, resource flows, mathematical modeling, chain theory, decision making, operational resistance, normative method.

Современная динамика боевых действий при тушении пожаров характеризуется возрастающей частотой и масштабом последствий. Эти обстоятельства предъявляют новые требования к системам организационного управления при тушении пожаров. Особую сложность представляет управление силами и средствами: здесь решения принимают в условиях острого дефицита времени, неполноты информации и высокой ответственности за жизнь людей и сохранность материальных ценностей. Традиционные способы описания деятельности руководителя тушения пожара (РТП) базируются преимущественно на качественных тактических принципах и эмпирическом опыте. Такое положение затрудняет создание аналитических моделей поддержки принятия решений и автоматизацию процессов управления.

Результат анализа рецензируемых исследований за 3 года позволил выделить несколько ключевых направлений в области моделирования пожаротушения и смежных организационных систем. Значительный пласт работ посвящен физическому моделированию динамики пожара с использованием вычислительной гидродинамики [1, 2]. Отдельный блок образуют работы по моделированию эвакуации и человеческого поведения с учетом психологических факторов [3] и «синтезирующей интеллектуальной функции» [4]. Следующий блок моделированию выбора управленческих решений при обнаружении [5] тушении пожаров [6 - 8].

Наряду с несомненными достижениями, в существующих исследованиях сохраняется ряд пробелов. Большинство моделей сосредоточены либо на физике пожара, либо на поведении людей (которых нужно спасти и/или эвакуировать), оставляя в тени центральное звено - деятельность руководителя (РТП) как субъекта организационного управления. Наблюдается дефицит формализованных методов количественной оценки управленческих воздействий. Недостаточно развит методологический аппарат, позволяющий интегрировать нормативные требования непосредственно в математические модели. Перспективная гипотеза, выдвигаемая в настоящем исследовании, предполагает возможность использования формального аппарата теории электрических цепей для описания потоков ресурсов в организационных системах пожаротушения при условии нормативного обоснования всех параметров модели.

Цель исследования заключается в разработке теоретически обоснованного и нормативно-параметрического аппарата количественного моделирования процессов управления ресурсами при тушении пожара на основе метода электрогидравлических аналогий. Достижение поставленной цели требует решения следующих задач: Обоснование применимости метода электрогидравлических аналогий для анализа организационных систем пожаротушения. Формализация ряда ключевых понятий (управленческий потенциал, поток ресурсов, операционное сопротивление, организационная инерция, буферный запас) в терминах теории цепей с установлением их нормативной размерности. Разработка интегрального уравнения динамики организационной системы управления тушением пожара.

Научная новизна работы определяется следующими положениями: Впервые предложена нормативно-параметрическая система аналогий, где каждому элементу эквивалентной электрической цепи соответствует количественное значение, определяемое действующими нормативными правовыми актами Российской Федерации (ФЗ - 52, ФЗ - 283, ФЗ - 69; Приказы МЧС России № 777, № 77; ПП № 794). Формализована интегральная формула управленческого потенциала, учитывающая социальную и экономическую значимость объекта, интенсивность горения, сложность условий и уровень реагирования, с введением нелинейной зависимости для отражения гиперболизации рисков в чрезвычайных ситуациях. Предложенный метод расширяет границы применения теории цепей, демонстрируя возможность использования дифференциальных уравнений второго порядка

для описания динамики организационных процессов. Кроме того, работа вносит вклад в понятийный аппарат теории управления, вводя количественные аналоги таких категорий, как «управленческое усилие» и «организационное трение».

Практическая значимость состоит в создании инструментальной основы для разработки автоматизированных систем поддержки принятия решений РТП. Нормативная базируемость всех параметров обеспечивает юридическую валидность получаемых оценок и возможность их использования при планировании сил и средств, распределении ресурсов и оценке эффективности управления. Предложенные зависимости могут найти применение в обучающих симуляторах для РТП.

Основная часть

Фундаментальное положение, сформулированное О. Хевисайдом, устанавливает принцип формального математического подобия процессов в системах различной физической природы. Если дифференциальные уравнения, описывающие динамику двух физически разнородных систем, тождественны по структуре, то математические методы, разработанные для одной системы, полностью применимы для анализа другой. Классическим примером выступает сопоставление последовательной электрической RLC-цепи и гидравлической системы с инерционным элементом, сопротивлением и емкостью. Математическая идентичность структуры уравнений служит строгим обоснованием для переноса аппарата теории цепей в область гидравлики [9].

Настоящее исследование базируется на потенциальной аналогии: электрическое напряжение соответствует перепаду гидравлического давления, а сила тока — объемному расходу жидкости [10, 11]. Принципиальное отличие предлагаемого метода составляет переход от физической аналогии к организационно-управленческой с обязательным соблюдением требования нормативной определенности. Количественные значения параметров устанавливают на основе действующих нормативных правовых актов Российской Федерации, ведомственных приказов МЧС России, государственных стандартов и утвержденных справочных данных. Такой прием обеспечивает объективность, воспроизводимость результатов и юридическую значимость получаемых оценок в отличие от субъективных экспертных методов.

Для построения модели введем ряд понятий, каждому из которых поставим в соответствие количественную меру, определяемую нормативными документами:

Управленческий потенциал представляет количественную меру приоритета боевой задачи, инициирующей движение потоков ресурсов. В организационной системе он выступает интегральным показателем, аккумулирующим разнородные факторы. Социальная значимость определяется суммой гарантированных государством страховых выплат и единовременных пособий личному составу согласно Федеральным законам. Экономическая значимость выражается балансовой стоимостью объекта защиты по данным Росреестра либо утвержденной методике определения стоимости строительства. Интенсивность горения количественно характеризует площадь пожара, установленную в ходе разведки, с использованием нормативных значений линейной скорости распространения горения. Сложность условий тушения определяет номер (ранг) пожара в соответствии с Боевым уставом подразделений пожарной охраны. Внешнее давление отражает уровень реагирования на чрезвычайную ситуацию согласно Постановлению Правительства РФ № 794.

Обеспечение метрологической состоятельности модели требует приведения разнородных факторов (рубли, квадратные метры, безразмерные ранги) к безразмерному виду путем нормирования относительно максимальных или эталонных значений. Интегральная формула управленческого потенциала представляет сумму нормированных факторов с весовыми коэффициентами:

$$U_{\text{орг}} = k_1 \cdot sc + k_2 \cdot sз + k_3 \cdot иг + k_4 \cdot cy + k_5 \cdot рвн \quad (1)$$

где:

sc, сэ, иг, су, рвн – нормированные значения социальной, экономической значимости; интенсивность горения, сложность условий ведения боевых действий, внешнего давления, соответственно;

k1...k5 – весовые коэффициенты, определяемые экспертным методом или методом анализа иерархий.

Результат исследований принятия решений в условиях стресса показывает, что зависимость приобретает нелинейный характер: руководитель склонен завышать приоритет при экстремальных значениях факторов. Для практики управления более адекватна степенная зависимость, где показатель нелинейности более единицы - отражает гиперболизацию рисков.

Поток ресурсов представляет количественную меру интенсивности применения сил и средств в единицу времени. Дифференциация производится по типам ресурсов. Расход огнетушащих веществ определяет нормативная интенсивность подачи на основе справочных таблиц. Интенсивность задействования личного состава определяет тактический замысел РТП и нормативы численности звеньев ГДЗС. Количество единиц техники определяет расписание выездов. Для использования в динамической модели поток ресурсов выражают через управленческий потенциал и операционное сопротивление по аналогии с законом Ома.

Операционное сопротивление представляет количественную меру потерь управленческого потенциала при преодолении препятствий на пути движения ресурсов. В отличие от физических систем, где сопротивление обусловлено исключительно материальными свойствами среды, в организационной системе оно носит комплексный характер. Компоненты сопротивления включают: сопротивление удаленности (гидравлическое сопротивление рукавных линий с использованием табличных значений удельных сопротивлений), сопротивление высоты подачи (потери напора на вертикальном участке), сопротивление сложности подъезда (поправочные коэффициенты, учитывающие стесненные условия), сопротивление сложности обстановки (работа в средствах индивидуальной защиты, наличие угрозы взрыва), информационное сопротивление (задержки передачи сигналов). Общее операционное сопротивление участка определяет сумма перечисленных составляющих.

Буферный запас ресурсов характеризует объем резерва, который можно оперативно мобилизовать. Нормы запаса регламентируют техническая документация и ведомственные акты. Запас огнетушащих веществ определяют технические характеристики пожарных автомобилей. Резерв сил и средств определяет план привлечения. Временные буферы (ресурс времени работы звена ГДЗС) определяет запас воздуха в баллонах.

Организационная инерция количественно характеризует запаздывание реакции системы на управляющее воздействие. Значения инерции определяют нормативы времени выполнения боевых действий. Время боевого развертывания регламентируют упражнения по профессиональной подготовке. Время следования определяет дислокация подразделений.

Процесс тушения пожара в терминах метода электрогидравлических аналогий предстает в виде ориентированного графа. Узлами графа выступают источники (генераторы управленческого потенциала), потребители (очаги горения) и точки распределения (разветвления, посты). Ветвями графа служат маршруты движения ресурсов, характеризующиеся операционным сопротивлением.

Применимость законов Кирхгофа к потокам информации требует специального обоснования, поскольку информация не подчиняется закону сохранения массы. Доказательство базируется на теории графов и введении граничных условий. Для любой промежуточной вершины графа (не являющейся источником или стоком) в установившемся режиме управления выполняется условие баланса: сумма входящих потоков равна сумме исходящих. Данное условие вытекает из принципа дискретного конечного накопления: промежуточный управленческий орган не генерирует и не уничтожает управленческую информацию, а лишь перенаправляет или преобразует форму, сохраняя содержание значимых команд. Второй закон Кирхгофа применим к замкнутым циклам управления, например, циклу «РТП - начальник тыла - пост безопасности - РТП». В таком контуре сумма управленческих

потенциалов равна сумме произведений потоков на сопротивления, что отражает рассеивание управленческой энергии на преодоление организационных барьеров.

Интегральное уравнение динамики организационной системы управления тушением пожара объединяет все рассмотренные элементы и составляет теоретическое ядро предлагаемого метода. Для замкнутого контура управления сумма приложенных потенциалов равна сумме трех составляющих: резистивных потерь, индуктивных потерь на преодоление инерционности и емкостных потерь, связанных с изменением буферных запасов:

$$\sum E_{\text{орг}} = \sum (I_{\text{pec}} \cdot R_{\text{оп}}) + \sum (L_{\text{орг}} \cdot dI_{\text{pec}}/dt) + \sum \left(\frac{1}{C_6} \cdot \int I_{\text{pec}} dt \right), \quad (2)$$

где:

$\sum E_{\text{орг}}$ – сумма приложенного управленческого потенциала;

$\sum (I_{\text{pec}} \cdot R_{\text{оп}})$ – потери потенциала на преодоление операционных сопротивлений;

$\sum (L_{\text{орг}} \cdot dI_{\text{pec}}/dt)$ – потери потенциала, обусловленные организационной инерцией;

$\sum \left(\frac{1}{C_6} \cdot \int I_{\text{pec}} dt \right)$ – потери потенциала обусловленные буферным запасом ресурсов.

Резистивная составляющая описывает статические потери на преодоление удаленности, высоты подачи, сложности подъезда. Индуктивная составляющая характеризует запаздывание наращивания усилий из-за времени боевого развертывания и следования. Емкостная составляющая отражает истощение или пополнение запасов воды, воздуха, резерва личного состава. Данное уравнение впервые объединяет статические, динамические и интегральные характеристики процесса управления ресурсами при тушении пожара.

Предложенная модель, как и любая абстракция, имеет ряд ограничений, которые необходимо учитывать при интерпретации результатов: Модель редуцирует многогранную деятельность РТП к управлению потоками ресурсов, оставляя за скобками психологические, лидерские и коммуникативные аспекты. Весовые коэффициенты в формуле (1) определяют экспертным путем, что вносит элемент субъективности, несмотря на нормативную базу остальных параметров. Модель чувствительна к изменениям нормативной базы; при обновлении законов и приказов требуется корректировка констант. Динамическое уравнение (2) предполагает непрерывность и дифференцируемость потоков, тогда как в реальности процессы носят дискретный характер (прибытие отдельных подразделений). Осознание этих ограничений позволяет корректно применять модель как инструмент поддержки, а не замены экспертного решения.

Заключение

Проведенное исследование позволило решить комплекс задач, направленных на развитие теоретического фундамента для количественного моделирования процессов управления ресурсами в организационных системах пожаротушения (формализованного в 2018 году). В ходе работы достигнута основная цель: разработан нормативно-параметрический аппарат, основанный на методе электрогидравлических аналогий и базирующийся на действующих нормативных правовых актах Российской Федерации.

Основные научные и практические результаты: теоретически обоснована и доказана применимость метода электрогидравлических аналогий для анализа организационных систем пожаротушения. Математическая тождественность дифференциальных уравнений, описывающих процессы в электрических, гидравлических и организационных системах, служит строгим основанием для переноса аппарата теории цепей в область управления чрезвычайными ситуациями. Осуществлена формализация ряда ключевых понятий: управленческий потенциал; операционное сопротивление; организационная инерция; буферный запас. Формализовано интегральное уравнение динамики (2), объединяющее резистивные, индуктивные и емкостные составляющие процесса управления. Уравнение позволяет моделировать как установившиеся, так и переходные режимы функционирования системы, что особенно важно при резких изменениях обстановки на пожаре. С использованием аппарата теории графов и введения граничных условий доказана

корректность применения законов Кирхгофа к информационным потокам в организационных структурах. Первый закон выполняется как баланс коммуникационной нагрузки в узлах распределения, второй — как баланс потенциалов в замкнутых циклах управления.

Перспективы дальнейших исследований связаны с несколькими направлениями. Необходимы: эмпирическая верификация разработанной модели на основе анализа реальных пожаров и хронометража действий оперативных подразделений; развитие нелинейных зависимостей в формуле управленческого потенциала с учетом психофизиологических закономерностей принятия решений в условиях стресса; интеграции предложенного аппарата с существующими геоинформационными системами и автоматизированными системами управления гарнизонами пожарной охраны; адаптация разработанной методологии для других типов чрезвычайных ситуаций (наводнения, техногенные аварии, поисково-спасательные операции), где также присутствуют задачи управления потоками ресурсов в условиях неопределенности.

Список источников

1. Parsa V., Santiago A., Laím L. Computational Fluid Dynamics of Compartment Fires: A Review of Methods and Applications // *Applied Sciences*. — 2025. — Vol. 15, № 5. — P. 2342. DOI: 10.3390/app15052342.
2. Pope, Ian & Gupta, Vinny & Xu, Hangyu & Wiesner, Felix & Lange, David & Torero, Jose & Hidalgo, Juan. (2023). Fully-developed compartment fire dynamics in large-scale mass timber compartments. *Fire Safety Journal*. 141. 104022. 10.1016/j.firesaf.2023.104022. - https://www.researchgate.net/publication/374667417_Fully-developed_compartment_fire_dynamics_in_large-scale_mass_timber_compartments
3. Bakhshian E., Martinez-Pastor B. Evaluating human behaviour during a disaster evacuation process: A literature review // *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*. — 2023. — Vol. 10, № 4. — P. 485-507. DOI: 10.1016/j.jtte.2023.04.002.
4. Comfort L., Chang S. Transition in dynamic events: The 2020 lightning complex fires in Northern California as an adaptive system // *Risk Analysis*. — 2025. — Vol. 45, № 12. — P. 4318-4331. DOI: 10.1111/risa.70015.
5. Жданова А.О., Кузнецов Г.В., Стрижак П.А. Малоинерционная идентификация возгораний в помещениях и их подавление с применением обратной связи. — Новосибирск: СО РАН, 2023. — 324 с.
6. Anikin S.N., Danilov M.M., Denisov A.N., Korolev P.S. Modeling of the choice of solutions to management tasks when extinguishing a fire in underground structures // *Computational Nanotechnology*. — 2023. — Vol. 10, № 3. — P. 72-82. DOI: 10.33693/2313-223X-2023-10-3-72-82.
7. Денисов, А. Н. Математическая формализация общей научной концепции детерминированного процесса пожаротушения мобильными средствами / А. Н. Денисов // *Современные проблемы гражданской защиты*. — 2017. — № 4(25). — С. 9-14. — EDN XMJTFR.
8. Денисов, А. Н. Базовые положения теории управления пожаротушением / А. Н. Денисов // *Успехи современной науки*. — 2017. — Т. 6, № 3. — С. 172-175. — EDN YNFORB.
9. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. — М.: Юрайт, 2016. — 701 с.
10. Альтшуль А.Д., Киселев П.Г. Гидравлика и аэродинамика. — М.: Стройиздат, 2019. — 423 с.
11. Мареев, М. А. Моделирование процессов управления, используя метод электрогидравлических аналогий при тушении пожаров на промышленных объектах / М. А. Мареев // *Современные проблемы гражданской защиты*. — 2024. — № 2(51). — С. 161-166. — EDN ISEREB.

Галина Анатольевна Михайлова

Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, Владивосток, Россия (judges64@mail.ru, SPIN 2626-3427, ID:773675)

Никита Александрович Стешенко

Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, Владивосток, Россия (nikitastesenko25@gmail.com)

Трагедия на Чернобыльской атомной электростанции

Аннотация. События трагедии на Чернобыльской атомной электростанции, проанализированные в статье, являются напоминанием всем живущим на земле об одной из незабываемых страниц в истории техногенных катастроф. Авторы акцентируют внимание на хронологии аварии, фамилии участников, привлечении пожарных частей, участии воздушного транспорта, результате их деятельности. Ликвидаторы показывали примеры высочайшего героизма и самоотверженности, невзирая на весь трагизм ситуации.

Ключевые слова: авария, Чернобыльская атомная электростанция, ликвидаторы, лучевая болезнь, уровень радиации.

Galina A. Mikhailova

The Far Eastern Fire and Rescue Academy is a branch of the Saint-Petersburg University of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Vladivostok, Russia

Nikita A. Steshenko

The Far Eastern Fire and Rescue Academy is a branch of the Saint-Petersburg University of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Vladivostok, Russia.

The tragedy at the Chernobyl nuclear power plant

Abstract. The events of the tragedy at the Chernobyl nuclear power plant, analyzed in the article, are a reminder to everyone living on earth of one of the unforgettable pages in the history of man-made disasters. The authors focus on the chronology of the accident, the names of the participants, the involvement of fire brigades, the participation of air transport, and the result of their activities. The liquidators showed examples of the highest heroism and dedication, despite the tragedy of the situation.

Keywords: accident, Chernobyl nuclear power plant, liquidators, radiation sickness, radiation level.

Авария на Чернобыльской атомной электростанции, произошедшая 26 апреля 1986 года, – одна из самых страшных техногенных катастроф мира. Взрыв на четвёртом энергоблоке станции, расположенном около города атомщиков Припять, стал причиной гибели большого количества сотрудников станции, пожарных, принимавших участие в тушении пожара, ликвидаторов, мирного населения. Вклад, который они внесли, неоценим. Обращение к памяти этой трагедии, произошедшей 40 лет назад, актуален. Необходимо знать героев, спасателей, которые внесли достойный вклад, проявили мужество и героизм в решение вопросов ликвидации страшных последствий.

Обращение к изучению периодической печати, опубликованных источников напоминает нам, что произошло в апреле 1986 года на Чернобыльской АЭС.

25 апреля. Изначально, все шло в штатном режиме – руководством ЧАЭС было запланировано остановить 4-й энергоблок для проведения ремонтных работ и испытания

режима включения турбогенератора. Этот режим предназначался для питания насосов в случае отсутствия электроэнергетики.

Следуя программе проведения испытания, в 14:00 была приведена в действие система аварийного отключения реактора. Испытание должно было продолжаться, но был получен запрет на снижение мощности реактора от диспетчера Киевэнерго, который был снят в 23:10. Во время того, как реактор работал на мощности 1600 МВт, происходило нестационарное ксеноновое отравление. В течение 25 апреля пик отравления был пройден, началось разотравление реактора. К моменту получения разрешения на дальнейшее снижение мощности оперативный запас реактивности (ОЗР) увеличился практически до первоначального уровня и продолжал повышаться. Но после возобновления процесса уменьшения мощности вновь активизировалось ксеноновое отравление, замедляя цепную реакцию. Примерно в течение двух часов мощность реактора плавно снизили до предусмотренной программой величины – около 700 МВт. По неизвестной причине мощность продолжала падать, достигнув отметки в 500 МВт.

В 0:28, переключаясь с местной автоматической регулировки на общий регулятор, оператор потерял контроль над мощностью, и она внезапно снизилась до 30 МВт теплового эквивалента, а нейтронный поток вообще пропал. Находящийся на центральном пункте управления персонал оперативно отреагировал, начав постепенное извлечение поглотительных стержней, что позволило восстановить мощность до значений порядка 160-200 МВт. При этом уровень доступной реактивности неуклонно сокращался из-за нарастающего накопления продуктов деления, поэтому инженеры продолжали поднимать стержни ручного регулирования. Когда реактор вышел на отметку 200 МВт, запустили ещё четыре главных циркуляционных насоса, доведя общее число рабочих агрегатов до восьми. Дополнительно включенные насосы повысили скорость протекания теплоносителя, но малое поступление холодной воды создало условия, при которых жидкость прогрелась настолько, что достигла точки закипания.

В 1:23:39 зарегистрирован сигнал аварийной защиты АЗ-5 от нажатия кнопки на пульте оператора. Поглощающие стержни начали движение в активную зону, однако вследствие их неправильной конструкции и низкого оперативного запаса реактивности реактор был не заглушён, а начал «разгоняться». В следующие пару секунд зарегистрированы различные сигналы, которые свидетельствовали о стремительном росте мощности, далее системы регистрации вышли из строя [2, 3].

Результаты этого страшного события закончились трагично: во время взрыва первым погиб Валерий Ходемчук – оператор главных циркулярных насосов. Сотрудник пусконаладочного предприятия Владимир Шашенок получил перелом позвоночника, большое количество ожогов и в 6:00 того же дня умер в Припятской МСЧ № 126. У 134 сотрудников ЧАЭС и членов спасательных команд, находившихся во время взрыва возле четвёртого энергоблока, развилась тяжелая лучевая болезнь, в течение следующих нескольких месяцев 28 из них погибли.

В 1:23 диспетчер ВПЧ-2 (военизированная пожарная часть №2 по охране ЧАЭС) получил сигнал о возгорании. Незамедлительно к станции было направлено три отделения ПЧ. Данные отделения возглавили – лейтенант внутренней службы Владимиром Правик, лейтенант внутренней службы Виктор Кибенок (военизированная пожарная часть №6), майор внутренней службы Леонид Телятников (Припятская пожарная часть №1), принявший руководство тушением пожара на себя и, несмотря на получение огромной дозы облучения в результате тушения, выжил благодаря усилиям врачей и пересадке костного мозга.

Вследствие слаженных действий пожарных под руководством названных выше руководителей подразделений распространение пожара и угроза другим блокам была ликвидирована.

Тем не менее, на оказание помощи были вызваны дополнительные подкрепления из Киева и близлежащих областей. Не все обстояло благополучно: средства индивидуальной защиты, которые имелись у пожарных, не предусматривали защиту от высоких доз радиации.

Из средств индивидуальной защиты у пожарных были: брезентовая боевая одежда пожарного (БОП), рукавицы, каска. У газодымозащитников – противогазы (КИП-5), которые были сняты в первые же минуты по причине того, что температура была запредельной.

В ликвидации пожара участвовало всего 69 сотрудников пожарной охраны и использовалось 14 единиц специальной техники. Высокий уровень радиационного загрязнения был точно подтвержден лишь около 3 часов 30 минут утра, поскольку один из двух имеющихся дозиметров мощностью измерения до 1000 рентген в час перестал функционировать, а второй прибор оказался заблокирован обломками конструкций. Вследствие этого в начальный период развития чрезвычайной ситуации отсутствовала точная информация о действительных уровнях радиации внутри помещений энергоблока и на прилегающей территории. Одновременно оставалась неопределенность в отношении состояния самого реактора, существовала гипотеза, что реактор сохранился неповрежденным и требует экстренного охлаждения. При выполнении дальнейших работ многие сотрудники станции получили большие дозы радиации, в том числе и смертельные.

Все ликвидаторы сыграли огромную роль в устранении последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции. Но особо выделим Леонида Топтунова, Анатолия Баранова. Вячеслава Бражника, показавших примеры высочайшего героизма и самоотверженности.

Леонид Топтунов – старший инженер управления реакторов реактивного цеха № 2. Впервые часы после аварии занимался ее локализацией, в результате чего предотвратил распространение на другие энергоблоки. Умер 14 мая 1986 года от острой лучевой болезни. Получил дозу 1300 бэр.

Анатолий Баранов, старший дежурный электромонтёр электрического цеха, перевёл турбогенераторы 3-го и 4-го энергоблоков с водорода на азот, это позволило не допустить пожар в машинном зале и перекинуться на соседние блоки. Умер 20 мая 1986 года.

Вячеслав Бражник – машинист турбинного цеха. Занимался локализацией аварии, перекрыв маслопровод, где были разорваны дренажи, что способствовало предотвращению распространения пожара. Умер 14 мая 1986 года [4].

27 апреля, на следующий день после аварии, на правительственном уровне было принято решение о том, что нужно срочно задействовать вертолеты, которые должны были скидывать смеси для блокировки пылающего блока ЧАЭС и недопущения распространения радиоактивной пыли и веществ. И в этот же день первую эскадрилью подняли по тревоге и перебросили на Черниговский аэродром. Операцией руководил генерал-майор Н.Т. Антошкин. Всех летчиков, принимавших участие в ликвидации последствий аварии, было принято называть «Ангелы Чернобыля».

2 мая прибыло пополнение из Новополюцка: вертолеты, кабина которых оснащалась свинцовой защитой. У экипажа были химические костюмы и противогазы. В отсек добавили емкости для сброса клейкой жидкости. Основное предназначение – склейка радиоактивной пыли на земле.

Важная роль отводилась экипажу Ми-26 А.Д. Грищенко и Г.Р. Карапетян, перед которыми стояла задача в течение 3 минут закрыть 15-тонный реактор куполом и, таким образом, остановить радиоактивное излучение. Эта и все другие операции выполнялись в нечеловеческих, тяжелых условиях. Возможности техники использовались по максимуму. Для выполнения операции от А.Д. Грищенко и Г.Р. Карапетян требовалась ювелирная техника. И эта задача была выполнена.

В период с 15 августа по 16 сентября пилот Анатолий Демьянович Грищенко ежедневно работал по 15-16 часов: был инструктором, учил военных как доставлять крупногабаритные грузы. Два раза побывал в Чернобыле, собирался в третий раз, но из-за полученного облучения, в 15-17 раз превышающего норму, не смог. Здоровье резко ухудшилось, заболел лейкозом. Он умер в 1990 году после операции по пересадке костного мозга.

2 октября были назначены работы по дезактивации радиационного фона. Вертолет Ми-8 с командой на борту (командир – капитан Владимир Воробьев, бортинженер – старший лейтенант Леонид Христин, штурман – старший лейтенант Александр Юнгкинд, сотрудник наземной службы – старший прапорщик Николай Ганжук) отправился на задачу, но вертолет задел лопастями несущего винта трос крана Demag, в результате чего они разрушились, вертолет упал и сгорел. Весь экипаж погиб. Виктор Гребенюк – кинооператор, зафиксировал факт аварии на своих кадрах. По версии следствия, авария произошла из-за того, что командир вертолета был ослеплен лучами солнца. В декабре 2017 года фрагменты хвостового оперения и рулевого винта Ми-8 были обнаружены в результате демонтажа кровли машинного зала 4-го энергоблока ЧАЭС [4].

Это лишь малая, значимая часть тех подвигов, которые были совершены во время ликвидации последствий аварии на 4-м энергоблоке ЧАЭС.

Список источников

1. Антошкин Н.Т., Лелеков С. Вертолёты над Чернобылем [Электронный ресурс] URL: <http://litlife.club> (дата обращения 10.01.2026).
2. Гурачевский В.Л. Введение в атомную энергетику. Чернобыльская авария и ее последствия. Минск: Институт радиологии, 2014. 176 с.
3. Малеев В.Н. Чернобыль. Дни и годы [Электронный ресурс] // М., «Куна». 2010. URL: https://www.hwinfo.com/Chernobyl/Documents/Rus/letopis_chernobylskoy_kampanii.pdf (дата обращения 12.01.2026).
4. Плохих С. Чернобыль: История ядерной катастрофы. М.: Новое изд-во, 2018. 385 с.
5. Хиггинботам А. Чернобыль. История катастрофы // Альпина нон-фикшн, 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://mybook.ru/> (дата обращения 15.01.2026).

УДК 614.842.8
ББК 68.9

Нгуен Тхе Тай

Институт пожарной безопасности Министерство общественной безопасности
Социалистической Республики Вьетнама, Ханой, Вьетнам (thetait34.36@gmail.com, SPIN
5959-9220, ID: 1136654)

Формализация процессов управления в организационных системах пожаротушения на основе математической логики

Аннотация. Актуальность обусловлена недостаточным уровнем формализации процессов управления при ликвидации пожаров мобильными средствами. Цель заключается в разработке логико-математического аппарата для поддержки решений руководителя тушения пожара. Предложены: модели идентификации обстановки на месте пожара, базирующиеся на законе исключённого третьего; алгоритм выбора рациональных позиций для личного состава с учетом траектории водяной струи и влияния окружающей среды; задача оптимального управления охлаждением резервуара как процесс поддержания равномерного температурного поля. Разработанные модели позволяют автоматизировать анализ обстановки, сократить время принятия решений и формализовать семантические зависимости, возникающие в ходе боевых действий. Теоретическая значимость подтверждается синтезом аппарата математической логики и теории дифференциальных уравнений для описания динамики организационных систем.

Ключевые слова: алгоритм, боевые действия, динамические модели, закон исключённого третьего, идентификация ситуаций, иерархические системы, математическая логика, организационная система, охлаждение, планирование, поддержка принятия решений, тушение, резервуар, ресурсы, управление.

Nguyen The Tai

Institute of Fire Safety of the Ministry of Public Security of Vietnam, Hanoi, Vietnam

Formalization of Management Processes in Organizational Fire Suppression Systems Based on Mathematical Logic

Abstract. The relevance of this paper stems from the insufficient formalization of management processes during mobile fire suppression. The objective is to develop a logical and mathematical framework to support the decisions of the firefighting manager. The following are proposed: models for identifying the situation at the fire site, based on the law of excluded middle; an algorithm for selecting rational personnel positions, taking into account the trajectory of the water jet and environmental influences; and a problem of optimal control of tank cooling as a process of maintaining a uniform temperature field. The developed models allow for automated situational analysis, reduced decision-making time, and formalization of semantic dependencies that arise during combat operations. The theoretical significance is confirmed by the synthesis of mathematical logic and differential equation theory to describe the dynamics of organizational systems.

Keywords: Algorithm, combat operations, asset models, law of excluded middle, situation identification, hierarchical systems, mathematical logic, organizational system, cooling, planning, decision support, extinguishing, reservoir, resource, management.

Современные условия ликвидации пожаров характеризуются высокой динамикой изменения обстановки, неполнотой исходной информации и жесткими временными ограничениями на принятие управленческих решений. Деятельность руководителя тушения пожара (РТП) представляет собой классический пример функционирования сложной

организационной системы, где объектом управления выступает процесс тушения, а субъектом - человек, принимающий решения [1, 2]. Несмотря на значительные успехи в области интеграции систем противопожарной защиты [3 - 5], сфера управления мобильными средствами пожаротушения [6 - 8] до настоящего времени остаётся проблемной областью. Что приводит к необходимости разработки формализованных методов, обеспечивающих рациональное использование ресурсов пожарных и аварийно-спасательных подразделений.

Цель исследования состоит в разработке и обосновании комплекса логико-математических моделей и алгоритмов, формализующих процесс идентификации пожаров и управления ресурсами в организационных системах пожарной охраны. Теоретическая значимость результатов исследования обусловлена развитием методов прикладной математической логики и теории управления применительно к организационным системам специального назначения. Предложенный синтез дискретных логических моделей и непрерывных дифференциальных уравнений расширяет инструментарий системного анализа.

Основная часть

Процесс управления на пожаре рассматриваем как функционирование организационной системы с обратной связью. Состояние системы описывается вектором, характеризующим обстановку на месте пожара (SP). Управляющие воздействия представляют собой постановку задач подразделениям (ZP). Динамика системы формализуется линейным разностным уравнением:

$$SP_{i+1} = MP \cdot SP_i + MY \cdot VYV_i, VYV_i = A(SP_i, ZP), \quad (1)$$

где:

MP – матрица перехода состояния, отражающая внутреннюю динамику системы;

MY – матрица управления, отражающая влияние управляющих воздействий на состояние системы;

A – функция (алгоритм) принятия решений, вырабатывающая управляющие воздействия на основе текущего состояния и задач на месте пожара;

VYV_i – вектор управляющих воздействий на шаге i .

Ключевым элементом поддержки решений выступает идентификация принадлежности текущей ситуации к той или иной типовой задаче. Концептуально этот процесс описывает закон исключённого третьего в классической логике:

$$IZ(P) = (SP \in ZP) \supset (SP \in ZP_1) \vee (SP \notin ZP_1). \quad (2)$$

Выражение (2) фиксирует, что для любой начальной информации SP либо она соответствует конкретной задаче ZP_1 , либо нет. Третьего не дано. Однако для практики пожаротушения такая бинарность избыточна, поскольку ситуации обладают различной степенью соответствия эталонным описаниям. Для количественной оценки вводится функция принадлежности μ : $SP \rightarrow [0, 1]$, позволяющая перейти к нечеткой логике.

Формализация семантического описания задачи требует построения алгоритмов идентификации признаков принадлежности к этапу ведения боевых действий по тушению пожара svP_i .

Алгоритм, реализующий конъюнктивную связку свойств ($svP_1 \wedge svP_2 \wedge svP_3 \wedge svP_4$), соответствует последовательной проверке всех необходимых условий. Такая реализация генерирует описание задачи только при наличии всей совокупности признаков. Альтернативный алгоритм, основанный на дизъюнкции ($svP_1 \vee svP_2 \vee svP_3 \vee svP_4$), позволяет идентифицировать задачу при наличии хотя бы одного из свойств, что расширяет область распознавания, но снижает селективность.

Для учета различной важности признаков формализована взвешенная аналитическая модель:

$$(SP)(SP \in ZP \supset SP \in ZP_i) \equiv \sum_{i=1}^4 vk_i \cdot OS_{svPi}(SP) \geq T, \quad (3)$$

где:

vk_i – весовой коэффициент, определяющий важность или значимость i -го признака при идентификации ситуации сложившейся на месте пожара, $vk_i \in [0,1] \wedge \sum_{i=1}^n vk_i = 1$ (в случае нормализации);

OS_{svPi} – функция принадлежности, которая оценивает степень соответствия начальной информации (SP) к i -му признаку, $[0, 1]$; T – пороговое значение, необходимое для того, чтобы сделать вывод о принадлежности ситуации к определенному классу пожара и/или расчётному параметру, $[0, 1]$ (в случае нормализации) [9].

Модель отражает приоритетность управленческих решений в рамках организационной системы.

Дальнейшее развитие формализации связано с фрагментацией начальной информации на «главную» и «сопутствующую». Введя семантические категории (сказуемое, обстоятельства места «где», «куда», «откуда»), исследователь получает возможность строить сложные логические конструкции, учитывающие лингвистический контекст задачи.

Специфика управления на пожаре требует не только идентификации обстановки, но и реализации конкретных тактических решений. Устойчивость горящего резервуара напрямую зависит от эффективности охлаждения его стенок. Отсутствие охлаждения в течение 5 - 15 минут приводит к деформации стенки до уровня взлива горючей жидкости. Задача управления на боевой позиции заключается в поддержании температуры стенки $Q^*(x)$ на заданном участке $[l_0, l_1]$ на постоянном уровне C с помощью сканирующей или неподвижной струи.

Процесс распространения тепла в стенке резервуара описывается уравнением в частных производных параболического типа:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} - \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} + Pe \frac{\partial Q}{\partial x} + b \cdot Q = F(x), x \in (0, S), t > 0, \quad (4)$$

В уравнении (4) член $-\partial^2 Q / \partial x^2$ отражает процесс охлаждения за счет теплопроводности, $Pe \partial Q / \partial x$ – конвективный перенос, $b \cdot Q$ – источники нагрева, $F(x)$ – управляющее воздействие (интенсивность охлаждения). Управление $F(x, t)$ ограничено по амплитуде пожарного ствола ($0 \leq F \leq F_{max}$) и локализовано в пространстве ($x \in D_f = [a_0, a_1]$), $S = 2\pi R$.

Решение однородного аналога уравнения методом разделения переменных ($Q(x, t) = e^{w \cdot t + p \cdot x}$) позволяет найти характеристические показатели. Для стационарного режима ($\partial Q / \partial t = 0$) решение строится отдельно для трех участков: зоны подхода к охлаждаемому участку $[a_0, l_0]$, самого участка $[l_0, l_1]$ и зоны выхода $[l_1, a_1]$. На участке $[l_0, l_1]$ поддерживается постоянная температура $Q^* = f_3/b$. Интенсивности охлаждения на граничных участках (f_1 и f_2) определяются из условий сшивки решений и обеспечивают плавный переход температуры к требуемому постоянному значению.

Моделирование показало, что сканирующая струя с периодом $T = 128,5$ с и временем контакта в точке 4 с способна обеспечить равномерное охлаждение участка длиной 106 м. При охлаждении от 900°C до 150°C на большей части участка температура устанавливается на уровне $97,4^\circ\text{C}$, что удовлетворяет условию задачи. На границах зоны возникают локальные повышения температуры, однако их протяженность незначительна. Для случая охлаждения от 150°C до 40°C ширина зоны эффективного охлаждения компактной струей составляет всего 0,38 м, тогда как распыленная струя (ширина 3,3 м) создает зону с температурой ниже 27°C .

Сравнение неподвижного и сканирующего режимов выявило преимущество последнего. Неподвижная струя создает высокий температурный градиент на границах пятна орошения, что повышает риск возникновения термических напряжений и растрескивания металла. Увеличение ширины зоны охлаждения с 0,38 м до 3,3 м снижает максимальный

градиент почти в 8 раз. Наиболее интенсивное падение температуры происходит в первые 2-3 минуты, далее процесс выходит на квазистационарный режим.

Заключение

В результате формализованы: логические модели идентификации ситуаций на пожаре; задача идентификации на основе закона исключённого третьего, расширенная за счет введения функций принадлежности и весовых коэффициентов. Это позволяет перейти от бинарной классификации к количественной оценке степени соответствия обстановки эталонным описаниям; модель управления охлаждением. Задача поддержания температурного поля стенки резервуара сведена к решению уравнения теплопроводности с управлением. Выявлены преимущества сканирующей струи перед неподвижной с точки зрения минимизации термических градиентов. Определены временные характеристики процесса охлаждения.

Таким образом, представлен комплекс моделей и алгоритмов, формализующих процессы управления в организационных системах пожаротушения.

Научная значимость работы подтверждается развитием теоретических основ системного анализа применительно к задачам оперативного управления в условиях чрезвычайных ситуаций. Предложенный синтез математической логики и теории дифференциальных уравнений создает методологическую базу для построения адекватных моделей организационных систем.

Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой на основе предложенной модели цифрового двойника объекта нефтеперерабатывающего комплекса. Такой двойник позволит моделировать различные сценарии развития пожаров, оценивать эффективность различных тактических схем и проводить обучение личного состава. Другим перспективным направлением выступает адаптация формализованных правил перемещения и распределения ресурсов для систем управления автономными пожарными роботами и беспилотными летательными аппаратами.

Список источников

1. Денисов, А. Н. Анализ существующей структуры управления силами и средствами на пожаре / А. Н. Денисов, М. В. Шевцов // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2009. – № 3. – С. 79-81. – EDN NTPWTL.
2. Гвоздев, Е. В. Управление организационными рисками на предприятиях нефтегазового комплекса России на основе результатов экспертной оценки / Е. В. Гвоздев // Управленческие науки. – 2025. – Т. 15, № 4. – С. 172-188. – DOI 10.26794/2304-022X-2025-15-4-172-188. – EDN GAUPYF.
3. Таранцев А.А., Марухин П.Н., Пивоваров Н.Ю., Матвеев А.В. Способ подачи огнетушащей жидкости на охлаждение дыхательной арматуры и орошение резервуаров с нефтепродуктами // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России». 2016. №. 3. С. 62-66.
4. Нгуен Т.Т. Алгоритмическое обоснование управленческого решения при ведении боевых действий при пожарах в резервуарах водой и пеной низкой кратности // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2025. № 4 (39). С. 74-85. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2025.20.96.007> (дата обращения 15.01.2026).
5. Моделирование условий выбора при тушении пожаров / А. Н. Мищенко, А. Н. Денисов, М. М. Данилов, Д. В. Генералов // Наукосфера. – 2020. – № 9. – С. 26-34. – EDN BRKSOG.
6. Данилов, М. М. Моделирование пожаротушения мобильными средствами в резервуаре с двойной стенкой / М. М. Данилов, А. Н. Денисов // Технологии техносферной безопасности. – 2014. – № 5(57). – С. 9. – EDN TLPNDN.
7. Денисов, А. Н. Математическая формализация общей научной концепции детерминированного процесса пожаротушения мобильными средствами / А. Н. Денисов // Современные проблемы гражданской защиты. – 2017. – № 4(25). – С. 9-14. – EDN XMJTFR.

8. Нгуен, Т. Т. Ключевые цифровые технологии в области управления пожарной безопасностью в Социалистической Республике Вьетнам / Т. Т. Нгуен, А. Н. Денисов, М. М. Данилов // Кибернетика, информатика, аналитика: модели, инструменты, методы : Сборник материалов III международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Донецк, 25 апреля 2024 года. – Донецк: Донецкий государственный университет, 2024. – С. 120-124. – EDN HDKASD.

9. Генезис развития, современные реалии научно-методического и нормативного правового обоснования понятий «крупный пожар», «сложный (затяжной) пожар» / А. Н. Денисов, А. А. Порошин, М. М. Данилов [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. – 2025. – Т. 34, № 2. – С. 5-19. – DOI 10.22227/0869-7493.2025.34.02.5-19. – EDN XVYUPE.

УДК 614.841.2
ББК 30в6

Николай Максимович Апарин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (n.aparin@academygps.ru, SPIN 6096-7807, ID: 1314419)

Андрей Дмитриевич Нуйкин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (nad2000253@gmail.com)

Виктория Михайловна Давыдова

ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова» РЭУ им. Г.В. Плеханова», Москва, Россия (viktorydavidova13@yandex.ru)

Влияние этажности и конструктивных особенностей зданий на выбор методов эвакуации и средств спасения в условиях пожара

Аннотация. В статье исследуется влияние этажности и конструктивных особенностей зданий на выбор методов эвакуации и средств спасения в условиях пожара. Анализируются особенности малоэтажных, многоэтажных, зданий повышенной этажности и высотных сооружений. Оцениваются существующие спасательные технологии, их применимость в зависимости от высоты и конструкции здания.

Ключевые слова: эвакуация при пожаре, этажность зданий, методы эвакуации, средства спасения.

Nikolay M. Aparin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Andrey D. Nuikin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Victoria M. Davydova

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Plekhanov Russian University of Economics", Moscow, Russia

Analysis of Existing High-Rise Rescue Means and Methods

Abstract. The article examines the influence of the number of storeys and structural features of buildings on the choice of evacuation methods and means of rescue in the event of a fire. It analyzes the characteristics of low-rise, multi-storey, high-rise buildings, and high-altitude structures. The article evaluates existing rescue technologies and their applicability depending on the height and structure of the building.

Keywords: fire evacuation, building height, evacuation methods, and rescue equipment.

Средства и способы спасения из многоэтажных зданий при пожаре включают как инженерные системы, встроенные в конструкцию здания, так и специализированные технические устройства, а также действия пожарно-спасательных служб.

Незадымляемые лестничные клетки — основной путь эвакуации. Они закрыты, герметичны, с принудительной вентиляцией: воздух подаётся извне, а дым откачивается. Двери таких лестничных клеток — противопожарные, с уплотнителями, которые не пропускают дым.



Рисунок 1 – Незадымляемые лестничные клетки

Системы дымоудаления включают вентиляторы, которые автоматически включаются при срабатывании датчиков дыма. Они вытягивают дым из коридоров и лестниц и направляют его наружу через специальные каналы, что даёт людям время на эвакуации



Рисунок 2 – Незадымляемые лестничные клетки

Внутренний противопожарный водопровод предусматривает пожарные краны с шлангами на каждом этаже. Они подключены к водоснабжению здания и позволяют тушить огонь до прибытия пожарных.



Рисунок 3 – Внутренний противопожарный водопровод

Автоматическая пожарная сигнализация с датчиками дыма и температуры передаёт сигнал на диспетчерский пункт и в пожарную часть при обнаружении возгорания. Это позволяет оперативно вызвать спасателей.

Противопожарные преграды (двери, перегородки, стены) ограничивают распространение огня и дыма между помещениями и этажами.

Самоспасатели — средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения от токсичных продуктов горения. Бывают фильтрующие, с химически связанным кислородом и со сжатым воздухом.



Рисунок 4 – Самоспасатель

Лестницы навесные спасательные — вспомогательные лестницы, не предусмотренные проектными решениями при строительстве здания. Служат исключительно для экстренной эвакуации людей из зоны чрезвычайных ситуаций. Могут быть цепными, ленточными, выдвижными, переносными, стационарными. 13



Рисунок 5 – Лестница навесная спасательная

Спасательный трап (желоб) — устройство для скользящего спуска спасаемых по наклонной траектории.



Рисунок 6 – Внутренний противопожарный водопровод

Спасательное прыжковое пневматическое устройство — объёмное устройство, наполненное воздухом или газом под избыточным давлением. Предназначено для гашения энергии прыгающих с высоты людей при пожарах.



Рисунок 7 – Спасательное прыжковое пневматическое устройство

Устройство рукавное пожарное спасательное (УСР) состоит из спасательного рукава и узла его крепления. Предназначено для спасения людей с высотных уровней при пожарах или аварийных ситуациях.



Рисунок 8 – Рукавное пожарное спасательное

Устройство канатно-спускное пожарное — система из каната (ленты) и тормозного устройства для спасения людей и самоспасания пожарных с высотных уровней.



Рисунок 8 – Устройство канатно-спускное пожарное

Специальная огнестойкая накидка защищает кожу от тепловых факторов пожара при эвакуации.



Рисунок 9 – Специальная огнестойкая накидка

Действия пожарно-спасательных служб

Пожарные лестницы и автомеханические лестницы используются для доступа к верхним этажам. В Москве и других крупных городах есть лестницы длиной 30 м (для зданий до 10 этажа), 50 м (до 16 этажа), 90 м (до 30 этажа), а также спецтехника со стрелой длиной 100 м (до 33 этажа).

Пожарные вертолёты применяются при масштабных пожарах, особенно на фасадах с горючим утеплителем. Они могут быть укомплектованы спасательными кабинами, подъёмно-спускными механизмами и другим специальным оборудованием. 1415

Роботы-пожарные и дроны используются для осмотра труднодоступных участков, особенно в небоскрёбах.

Спасательные кабины и капсулы обеспечивают экстренную эвакуацию людей с верхних этажей.

Многоэтажные, малоэтажные, здания повышенной этажности и высотные здания различаются по количеству этажей, конструктивным особенностям и требованиям к пожарной безопасности. Это влияет на методы эвакуации и средства спасения при пожаре.

Таблица 1 – Классификация зданий по этажности

Тип здания	Характеристика
Малозэтажные здания	Обычно имеют 1–3 этажа. Эвакуация чаще всего осуществляется через обычные лестничные клетки. Системы противопожарной защиты могут быть менее сложными, чем в многоэтажных зданиях.
Многоэтажные здания	Имеют от 4 до 25 этажей (в зависимости от нормативных документов). В таких зданиях часто используются незадымляемые лестничные клетки, системы дымоудаления и внутренний противопожарный водопровод.
Здания повышенной этажности	Высота — от 28 м (примерно 10 этажей и выше). Отличаются сложными системами противопожарной защиты: незадымляемые лестничные клетки с подпором воздуха, автоматическую пожарную сигнализацию, системы противодымной защиты, внутренний противопожарный водопровод с пожарными кранами.
Высотные здания	Обычно относятся к зданиям высотой более 75 м (в некоторых классификациях — более 100 м). Характеризуются особой сложностью эвакуации, требуют применения специализированных средств спасения и усиленных мер противопожарной защиты.

Таблица – 2 Средства спасения при пожаре

Тип здания	Основные средства спасения
Малозэтажные здания	Обычные лестничные клетки. — Самоспасатели (фильтрующие или изолирующие) для защиты органов дыхания. — Огнестойкие накидки для защиты от теплового излучения. — В некоторых случаях — ручные лестницы или верёвки для эвакуации через окна
Многоэтажные здания	Незадымляемые лестничные клетки (например, типа Н1 с выходом через балконы или галереи). — Системы дымоудаления с вентиляторами, которые активируются автоматически или дистанционно. — Внутренний противопожарный водопровод с пожарными кранами. — Самоспасатели и огнестойкие накидки. — В случае невозможности эвакуации по лестницам — переход по лоджиям или балконам в смежные секции
Здания повышенной этажности	Незадымляемые лестничные клетки типа Н2 (с подпором воздуха) или Н3 (с входом через тамбур-шлюз). — Системы противодымной

	защиты, включая подпор воздуха и вытяжные вентиляторы. — Внутренний противопожарный водопровод. — Пожарные лестницы на балконах (начиная с 6-го этажа) для эвакуации при невозможности выхода из квартиры. — Средства индивидуальной защиты (самоспасатели, огнестойкие накидки). — Канатно-спусковые устройства, спасательные рукава
Высотные здания	Все средства, применяемые в зданиях повышенной этажности. — Специализированная пожарная техника: автолестницы (высота подъёма до 62 м), подъёмники, вертолёт. — Пневматические спасательные маты (для спуска с высоты до 30 м), натяжные полотна (до 8 м). — Спасательные рукава, которые позволяют эвакуировать несколько человек одновременно. — Системы пожаробезопасных зон — специальные помещения с подпором воздуха и противопожарными преградами

Особенности эвакуации

- В малоэтажных и многоэтажных зданиях эвакуация чаще всего осуществляется самостоятельно по лестницам. Лифты при пожаре использовать запрещено.
- В зданиях повышенной этажности и высотных зданиях эвакуация может быть затруднена из-за быстрого распространения дыма и огня по вертикали. В таких случаях применяют комбинированные методы: самоэвакуацию, вывод людей с помощью спасателей, использование специального оборудования.
- При невозможности эвакуации вниз (например, из-за огня или сильного задымления) в многоэтажных и высотных зданиях рекомендуется выходить на балкон или крышу и ждать помощи, привлекая внимание.

Список источников

1. Петров, В. В. Средства спасения людей при пожаре: классификация и применение / В. В. Петров, А. П. Сидоров // Пожарная безопасность. — 2015. — № 3. — С. 45–52.
2. Иванов, С. Н. Особенности эвакуации из высотных зданий: анализ рисков и технологий спасения / С. Н. Иванов // Безопасность жизнедеятельности. — 2018. — № 4. — С. 23–30.
3. Михалин, В. Н. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре: учебное пособие / В. Н. Михалин, М. В. Винокуров, С. Н. Наконечный [и др.]. — Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. — 167 с.
4. Чуприян, А. П. Профилактика и тушение пожаров в высотных зданиях и зданиях повышенной этажности с вентилируемыми фасадами: учебное пособие / А. П. Чуприян, Б. А. Борзов, А. В. Матюшин. — М., 2016. — 348 с.

УДК 614.842.6
ББК 38.96

Дмитрий Николаевич Рубцов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (rdnpa@mail.ru, SPIN 4733-3379, ID 532446)

Даниил Романович Осипов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (danosip004@mail.ru)

Системы автоматической противопожарной защиты для нефтяных резервуаров с плавающей крышей

Аннотация. В статье проведён анализ конструктивных особенностей и пожарной опасности резервуаров вертикальных стальных с плавающей крышей (РВСПК). Установлено, что наиболее уязвимым местом возникновения пожара является кольцевой зазор между плавающей крышей и стенкой резервуара. Рассмотрены технические решения по автоматической противопожарной защите: для обнаружения пожара рекомендован тепловой линейный извещатель — термокабель; для тушения предусмотрены камеры низкократной пены и система водяного орошения стенки резервуара. Рассмотрены принципы построения системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре на открытых производственных площадках и обоснована необходимость проведения электроакустического расчёта для обеспечения нормативного уровня звукового давления в резервуарном парке.

Ключевые слова: резервуар с плавающей крышей, пожарная опасность, термокабель, пенное пожаротушение, водяное орошение, система оповещения и управления эвакуацией, электроакустический расчёт, пожарная безопасность.

Daniil R. Osipov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Dmitry N. Rubtsov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Parameters of the fire evacuation notification and management system for an oil storage facility

Abstract. The article analyzes the design features and fire hazard of vertical steel tanks with floating roofs (RVSPK). It has been established that the most vulnerable area in terms of fire occurrence is the annular gap between the floating roof and the tank wall. Technical solutions for automatic fire protection are considered: a thermal linear detector (heat cable) is recommended for fire detection; low-expansion foam chambers and a water wall irrigation system are provided for firefighting. The principles of designing a fire evacuation notification and management system for open industrial areas are considered, and the necessity of performing an electroacoustic calculation to ensure the required sound pressure level in the tank farm is substantiated.

Keywords: floating roof tank, fire hazard, heat cable, foam fire suppression, water irrigation, fire evacuation notification system, electroacoustic calculation, fire safety.

Вертикальные стальные резервуары с плавающей крышей (РВСПК) предназначены для хранения нефти и светлых нефтепродуктов. На сегодняшний день РВСПК приобрели значительную популярность в применении в том числе и на территории России [1].

Устройство на резервуарах плавающих крыш необходимо для достижения трёх основных целей: повышения экономического эффекта в результате снижения потерь от

испарения нефти и нефтепродуктов, повышения экологической безопасности и обеспечения пожаровзрывобезопасности[2].

Резервуары с плавающей крышей имеют характерное конструктивное отличие от резервуаров типа резервуара вертикального стального (РВС) и резервуара вертикального стального с понтоном (РВСП) тем, что они не имеют стационарной кровли. Роль крыши выполняет диск, изготовленный из стальных листов, плавающий на поверхности жидкости.

Основные конструктивные элементы РВСПК: стенка, днище, ветровое кольцо, плавающая крыша, уплотняющий затвор с погодозащитным козырьком, катучая лестница.

В рабочем положении плавающая крыша полностью контактирует с поверхностью хранимого продукта. Высота борта плавающей крыши должна превышать уровень продукта не менее чем на 150 мм. Для сбора ливневых вод плавающие крыши имеют уклон к центру.

Для избежание разрядов статического электричества крыши заземляют. Для предотвращения вращения плавающей крыши вокруг своей оси, в резервуаре устанавливают вертикальные направляющие из труб. В крайнем нижнем положении плавающая крыша опирается на стойки высотой 1,8 м, что позволяет рабочим проникать внутрь резервуара и выполнять необходимые работы.

Описанные конструктивные особенности РВСПК определяют специфику его пожарной опасности. Рассмотрим условия образования взрывоопасных концентраций и основные причины аварийных ситуаций.

Паровоздушное пространство в резервуаре с плавающей крышей при нормальных условиях эксплуатации, когда крыша находится на поверхности нефтепродукта отсутствует. Паровоздушное пространство может образоваться при опорожнении резервуара, когда крыша опирается на стойки, а уровень нефтепродукта опускается.

При нормальных условиях эксплуатации наиболее уязвимый участок резервуара, в котором могут создаться условия, способствующие возникновению пожара, является область кольцевого затвора между крышей и корпусом резервуара.

Многие аварийные ситуации на РВСПК приводили к пожарам. Например, пожар в РВСПК с сырой нефтью произошёл 30.08.1993 г. на НПЗ в Милфорд-Хейвене (Великобритания). На крыше РВСПК были пробоины, через которые нефть растекалась плёнкой по скопившейся дождевой воде. Дренажная система крыши оказалась закрытой. Пожар возник от попадания искр на плавающую крышу и продолжался 60 ч. Через 14 ч после его начала произошли три выброса горячей нефти, при этом корпус резервуара в четырёх местах оторвался от днища.

Причины аварийных ситуаций, приводящих к пожару, могут быть разнообразны. В процессе эксплуатации плавающая крыша испытывает неравномерную нагрузку от атмосферных осадков. Затруднение движения крыши по направляющим стойкам наиболее вероятно в зимний период из-за неравномерного распределения снеговой нагрузки. Ветровая нагрузка воздействует на корпус резервуара и на плавающую крышу, вызывая усталостное растрескивание в зоне нахлестных швов, что создаёт пожароопасную ситуацию.

При затоплении плавающей крыши поверхность нефтепродукта оказывается открытой, что приводит к образованию зоны взрывоопасной концентрации паров на всей площади резервуара. Причины затопления: перелив нефтепродукта, спонтанное вскипание жидкости, высокие скорости закачки, смешение различных продуктов.

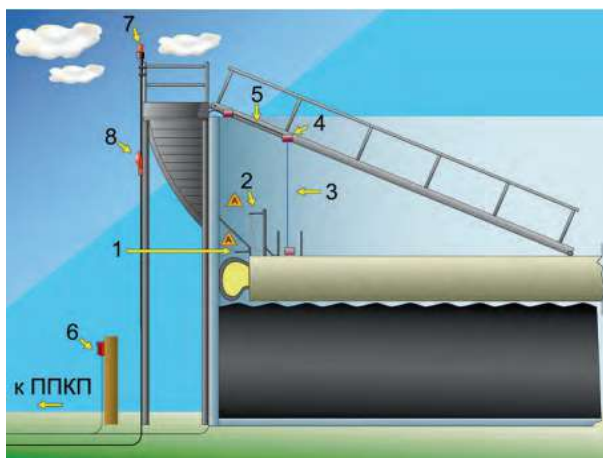
Для обеспечения пожарной безопасности РВСПК решающими направлениями являются исключение условий образования горючей среды и появления в ней источника зажигания. При обязательном использовании автоматизированной системы управления противопожарной защиты с включением систем пожарной сигнализации, системы автоматического пожаротушения и системы оповещения и управления эвакуации людей при пожаре.

Технические средства систем пожарной автоматики следует применять с учётом климатических, механических, электромагнитных и других воздействий в местах их

размещения. При размещении во взрывоопасных зонах технические средства должны иметь взрывозащищённое исполнение.

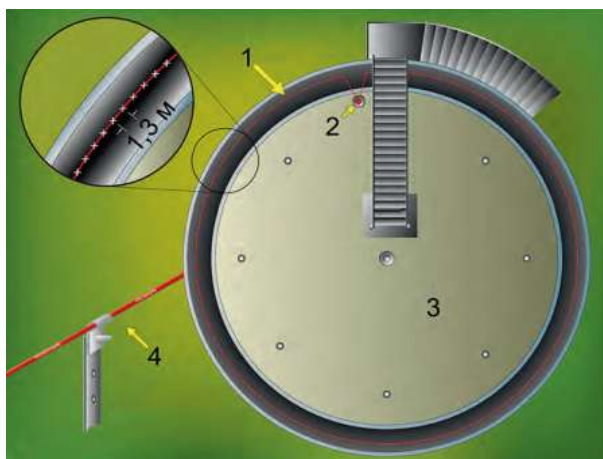
Система пожарной сигнализации должна обеспечивать: своевременное и достоверное обнаружение пожара; сбор, обработку и представление информации дежурному персоналу; взаимодействие с системами противопожарной защиты, автоматизированной системой управления технологическим процессом (АСУ ТП) и инженерными системами объекта.

Как было отмечено, наиболее уязвимым местом возникновения пожара в РВСПК является кольцевой зазор между корпусом резервуара и плавающей крышей. Преобладающей горючей нагрузкой являются пары легковоспламеняющейся жидкости, например бензина. Преобладающими опасными факторами пожара на начальной стадии пожара будут являть мгновенное возникновение открытого пламени, повышенная температура, тепловой поток. В связи с этим наиболее рациональным типом пожарного извещателя можно рекомендовать тепловой линейный пожарный извещатель - термокабель. Температура их срабатывания порядка 65 °С.



1, 2 — термокабель; 3 — пружинный кабель; 4 — монтажные коробки (IP66); 5 — соединительный кабель в трубе; 6 — ручной пожарный извещатель; 7 — световой оповещатель (строб); 8 — звуковой оповещатель.

Рисунок 1 – Разрез вертикального резервуара с плавающей крышей¹



1 — термокабель; 2 — монтажная коробка (IP66); 3 — плавающая крыша; 4 — L-образный кронштейн.

Рисунок 2 – Резервуар с плавающей крышей, вид сверху¹

¹ Protectowire. Overheat and Fire Detection in Floating Roof Tanks. Data Sheet DS-8594. — The Protectowire Company, Inc. — URL: <https://protectowire.com/wp-content/uploads/DS-8594F-0923-Floating-roof-tanks-1.pdf> (дата обращения: 01.03.2026).

При обнаружении пожара системой пожарной сигнализации необходимо оповестить рабочий и инженерный персонал объекта о пожаре и о необходимом начале процесса эвакуации для чего применяется система оповещения и управления эвакуацией. СОУЭ является комплексом технических средств и организационных мероприятий, который направлен на обеспечение быстрой и организованной эвакуации людей во время пожара, аварийной ситуации или бедствия, создающего угрозу их жизни и здоровью. Корректная работа СОУЭ дает возможность каждому присутствующему в опасной зоне человеку быстро её покинуть. Она позволяет не допустить гибель или значительный ущерб здоровью людей во время пожара¹ [3].

В зависимости от комплектации и характеристик системы оповещения и управления эвакуацией предусматриваются разные способы подачи сообщений. Оповещение о пожаре и необходимости срочно покинуть объект может осуществляться путем подачи световых или звуковых сигналов. Часто применяется светозвуковая сигнализация. Для управления эвакуацией используют световые указатели, которые направляют людей. Выполняется дистанционное открытие дверей эвакуационных выходов, трансляции текстовых сообщений для информирования о необходимом направлении движения и предотвращения паники. Кроме этого, предусматривается передача оперативных указаний и речевой информации от диспетчера.

Система обязательно интегрируется с автоматической пожарной сигнализацией (АПС). Она должна активироваться автоматически при срабатывании пожарного извещателя АПС. Наличие взрывоопасных и токсичных веществ, таких как бензин, требует особого внимания по пожарной безопасности и, в частности, к организации эффективной системы оповещения и управления эвакуацией людей (СОУЭ).²

Для оповещения персонала на открытой территории объекта необходимо выполнять акустический расчёт. Актуальность расчёта обусловлена определением необходимого уровня звукового давления в пространстве с целью гарантированного оповещения всех людей, находящихся на территории промышленного объекта. На сегодняшний день не завершено внедрение систем оповещения о чрезвычайных ситуациях, предназначенных для оповещения людей, находящихся в зонах бедствия, а также на территориях, прилегающих к опасным промышленным предприятиям.

На распространения звука в воздухе влияют различные факторы: температура, ветер, влажность. В вечернее время верхние слои воздуха начинают охлаждаться быстрее нижних, направление звука устремляется вверх, утром ситуация меняется. Данный фактор необходимо учитывать, так как он способен появлению так называемых «мертвых зон» - областей с заниженным ожидаемым уровнем звука, требующих дополнительного звукоусиления. Зная точные градиенты или направления звука и ветра, можно получить результирующую скорость звука по правилу векторного сложения. Эффект воздействия ветра на распространение звука становится заметным на больших расстояниях (более 200 м). При совпадении направления ветра с направлением распространения звука при попутном ветре градиент распространения звука устремляется вниз, при встречном ветре наоборот вверх, что особенно актуально учитывать при проектировании СОУЭ в резервуарных парках, расположенных на открытых территориях.

Наиболее часто для озвучивания внешних территорий (открытых площадок) используются рупорные громкоговорители, что также связано с их конструктивным исполнением. Особенностью рупорных громкоговорителей является звуковое давление, а следовательно, и дальность звучания. При расстановке рупорных громкоговорителей актуальной является задача увеличения зоны озвучивания (охвата) территории. Для увеличения зоны охвата при озвучивании, например, открытых площадок можно использовать

² Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». – М.: Российская газета, 2008;

³ СП 155.13130.2014. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности. – М.: ВНИИПО МЧС России, 2014.

круговую расстановку (рупорных) громкоговорителей, монтируемых в одном месте (на столбе, на мачте) и направлены в разные стороны. Данный вид установки является актуальным при необходимости увеличения диаграммы направленности при сохранении громкости (дальности звучания). В качестве примера представлен фрагмент резервуарного парка с применением громкоговорителей (рупоров) фирмы Roxton.

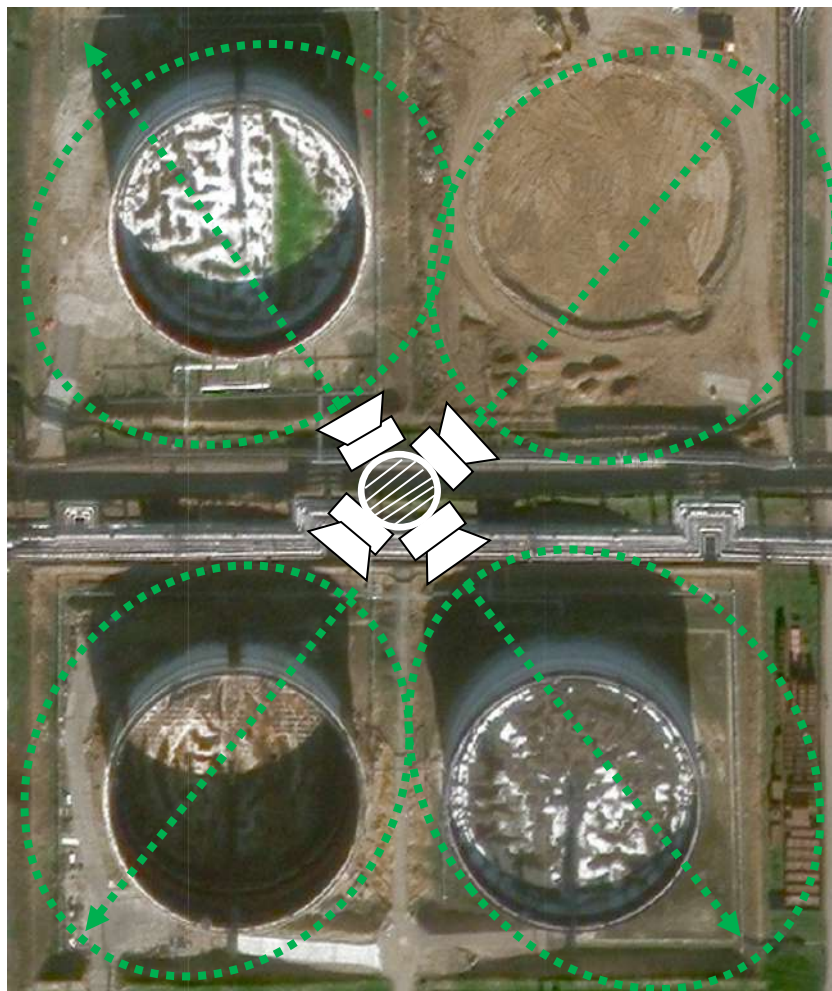


Рисунок 3 – Пример расположения рупорного громкоговорителей¹

При таком расположении рупорных громкоговорителей на воздухе их эффективная должны быть оптимальна, что в целом целесообразно исследовать эмпирическим методом.

Автоматическая установка пожаротушения (АУП) эксплуатируется совместно с системой автоматической пожарной сигнализацией и системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. В соответствии с ч. 2 ст. 47 Федерального закона № 123-ФЗ установка пожаротушения должна обеспечивать: реализацию эффективных технологий пожаротушения с оптимальной инерционностью; срабатывание в течение критического времени свободного развития пожара; необходимую интенсивность орошения; тушение пожара в целях его ликвидации или локализации до введения в действие оперативных сил и средств.

Для резервуаров с плавающей крышей необходимо предусматривать тушение пожара автоматическими средствами пожаротушения при соответствующем объёме резервуара. Камеры низкократной пены необходимо устанавливать на верхнем поясе резервуара соблюдая геометрию подачи пены по внутренней стенке корпуса резервуара непосредственно на

^{1 4} ROXTON HP-01T. Рупорный громкоговоритель. Каталог продукции. — URL: https://www.roxton.ru/951_roxton-hp-01t.htm (дата обращения: 01.03.2026).

область кольцевого зазора. Воздушно-механическая пена обеспечивает быструю локализацию и ликвидацию огня на поверхности легковоспламеняющихся жидкостей. В резервуарах большой вместимости нормативом предусматривается системы подслоного пожаротушения.

Обязательным элементом системы автоматического пожаротушения нефтепродуктовых резервуаров является наличие стационарных установок водяного орошения. Для этих целей применяются как кольца орошения, так и дренчерные оросители специального назначения. Стационарная система орошения предназначена для охлаждения стенки резервуара и подаёт воду автоматически при срабатывании пожарной сигнализации. Интенсивность подачи распылённой воды составляет порядка 0,2 л/м²/с. Водяное орошение резервуаров типа РВСПК осуществляется с наружной стороны через кольца орошения, закреплённые на верхнем поясе стенки резервуара не более чем на 250 мм ниже её верхнего торца корпуса.

При проектировании установок пожаротушения резервуаров с легковоспламеняющимися жидкостями учитываются требования СП 155.13130.2014.

Заключение

В работе проведен экспресс анализ пожарной опасности резервуара вертикального стального с плавающей крышей. Установлено, что наиболее опасным участком резервуара вертикального стального с плавающей крышей является кольцевой зазор между плавающей крышей и стенкой резервуара, где возможно образование паровоздушной смеси. В качестве первичного средства обнаружения пожара оптимальным рекомендуется выбран теплового линейного извещателя — термокабеля, который ведет контроль всего линейного пространства кольцевого зазора резервуара. Для тушения необходимо предусматривать пенокамеры низкократной пены с системой водяного орошения стенки резервуара.

Для качественного проектирования системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре в резервуарном парке необходимо проводить электроакустический расчёт для оценки обеспечения эффективной дальности звучания при соответствующим уровне звукового давления в расчётной точке. В месте с эти в дальнейшей работе считаем целесообразно провести комплекс соответствующих натурных исследований по определению влияния корпусов резервуара на распространение звука системы оповещения в резервуарном парке и оптимальной расстановке рупорных громкоговорителей.

Список источников

1. Рубцов В.В., Сучков В.П., Рубцов Д.Н., Герасимов В.А. Статистические данные об эксплуатации резервуаров с плавающей крышей на территории Российской Федерации // Вестник Академии Государственной противопожарной службы МЧС России. — 2006. — № 5. — С. 44–48.
2. Рубцов Д.Н., Рубцов В.В., Клубань В.С., Молчанов С.В., Рубцов Н.Н. Особенности пожарной опасности нефтяных резервуаров с плавающей крышей // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 9 (165). — С. 56–61.
3. Кочнов О.В. Роль системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре в вопросе минимизации индивидуального пожарного риска // Современные проблемы гражданской защиты. — 2023. — № 4 (49). — С. 136–143.

Роман Викторович Пилецкий

Главное управление МЧС России по Донецкой Народной Республике, Донецк, Россия
(romanpiletskij@mail.ru, SPIN 9886-7896, ID: 1231263)

Алексей Николаевич Денисов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (A.Denisov@academygps.ru, SPIN 1845-4634, ID: 231119)

Организация управления тушением пожаров в регионе с нестабильным режимом функционирования: этапы, вызовы и перспективы (на примере Донецкой Народной Республики)

Аннотация. В статье анализируется уникальный опыт организации пожарно-спасательного дела в Донбассе как в регионе с нестабильным режимом функционирования. Выделены три исторических этапа: становление МЧС ДНР в условиях боевых действий (2014–2022 гг.), его интеграция в структуру МЧС России (2023–2026 гг.) и прогнозируемый период стабилизации. На основе ретроспективного анализа формализованы пять ключевых групп факторов, ограничивающих эффективность пожаротушения: огневое поражение территории, коллапс систем водоснабжения и электроснабжения, институциональные переходные процессы и высокая техногенная нагрузка в регионе. Оцениваются перспективы перехода к устойчивой системе безопасности после завершения активной фазы конфликта.

Ключевые слова: пожар, тушение, боевые действия, поддержка, управление, алгоритм, факторы, нестабильный режим функционирования, объект экономики, регион, Донецкая Народная Республика.

Roman V. Piletskii

Main Directorate of EMERCOM of Russia in the Donetsk People's Republic, Donetsk, Russia

Aleksey N. Denisov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Organization of fire extinguishing management in a region with unstable functioning: stages, challenges and prospects (using the example of the Donetsk People's Republic)

Annotation. The article analyzes the unique experience of organizing fire and rescue operations in Donbass as a region with unstable functioning. Three historical stages are highlighted: the formation of the Ministry of Emergency Situations of the DPR in the conditions of military operations (2014-2022), its integration into the structure of the Russian Ministry of Emergency Situations (2023-2026) and the projected period of stabilization. Based on a retrospective analysis, five key groups of factors limiting the effectiveness of firefighting have been formalized: fire damage to the territory, collapse of water and electricity supply systems, institutional transition processes and high anthropogenic load in the region. The prospects for the transition to a stable security system after the end of the active phase of the conflict are assessed.

Keywords: fire, extinguishing, fighting, support, management, algorithm, factors, unstable mode of operation, economic object, region, Donetsk People's Republic

Донбасс традиционно относится к числу наиболее промышленно развитых и техногенно нагруженных регионов Восточной Европы, что в сочетании с высокой плотностью населения и концентрацией объектов повышенного риска изначально предопределяло критическую важность вопросов пожарной и промышленной безопасности. Стабильное

функционирование экономики и защита жизни людей здесь напрямую зависели от эффективности соответствующих систем.

Провозглашение независимости Донецкой Народной Республики весной 2014 года и последующие события — экономическая и энергетическая блокада, политическая изоляция и полномасштабные боевые действия — вызвали глубокий системный кризис. Были разорваны десятилетиями формировавшиеся интеграционные связи, включая сферу предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Регион с изначально высоким риском техногенных катастроф оказался в условиях, где любое возгорание на фоне разрушенной инфраструктуры, постоянных обстрелов и гуманитарного кризиса могло привести к масштабной трагедии.

Ситуация остается исключительно сложной и после вхождения республики в состав Российской Федерации. Пожарно-спасательные подразделения, действующие в зоне проведения Специальной военной операции, испытывают беспрецедентную нагрузку из-за регулярных обстрелов, разрушений и возгораний на объектах критической инфраструктуры, которая усугубляется острым дефицитом водных ресурсов и нестабильным энергоснабжением. Их работа протекает в беспрецедентных условиях, требующих не только профессионального мастерства, но и постоянной готовности к действиям в обстановке непосредственной опасности.

Эволюция системы гражданской обороны и противопожарной защиты на территории Донецкой Народной Республики с 2014 года охватывает три ключевых этапа (два завершённых и один прогнозируемый), каждый из которых определялся (определяется) внешнеполитической и военной обстановкой:

Первый период (2014–2022 гг.) — создание и становление Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Донецкой Народной Республики (МЧС ДНР).

Создание и становление МЧС ДНР происходило в условиях активных боевых действий, экономической блокады и острейшего дефицита ресурсов. Это был этап выживания и создания системы «с нуля» в режиме дестабилизации всех органов государственной власти и объектов экономики Донецкой Народной Республики.

Второй период (2023–2026 гг.) — системная интеграция Донецкой Народной Республики в систему органов государственной власти Российской Федерации, в ее экономическую, правовую и финансовую системы. После вхождения в состав Российской Федерации начался планомерный процесс преобразования МЧС ДНР в Главное управление Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по Донецкой Народной Республике (Главное управление МЧС России по Донецкой Народной Республике), направленный на унификацию с общероссийской системой по всем параметрам: от правового поля и стандартов работы до управления и материально-технической базы. Данный процесс продолжается на фоне сохраняющихся боевых действий.

Третий, прогнозируемый период (после 2026 г.) — период стабилизации и устойчивого развития, который станет возможным после окончания Специальной военной операции. На этом этапе система получит возможность полностью переориентироваться на плановую профилактику, внедрение современных технологий и построение комплексной системы безопасности в долгосрочной перспективе в условиях мирного восстановления.

Данная статья посвящена анализу уникального опыта, выявлению и анализу ключевых факторов, проблем и перспектив организации пожарно-спасательного дела в Донбассе в эти переломные исторические периоды. Мы отдаем дань памяти пожарным и спасателям, погибшим при исполнении служебного долга, чей героизм и самопожертвование заложили основу для будущего восстановления безопасности региона.

Основная часть

1. Глубокий кризис и формирование «режима нестабильного функционирования» (2014–2015 гг.)

Провозглашение независимости Донецкой Народной Республики весной 2014 года привело к глубочайшему системному кризису. Немедленным следствием стала экономическая и энергетическая блокада со стороны Украины, которая разорвала сложившиеся логистические, производственные, экономические и финансовые связи. Ключевые отрасли экономики региона, ранее интегрированные в общеукраинские системы (энергетики, транспорта, финансов, обеспечения пожарной и промышленной безопасности, гражданской защиты), оказались изолированными и дезорганизованными.

Политический вакуум, образовавшийся после прекращения деятельности украинских институтов, совпал с формированием новых органов власти и был катастрофически усугублён эскалацией вооружённого конфликта. Регион превратился в зону активных боевых действий, где стабильное функционирование экономики, торговли и систем жизнеобеспечения стало невозможным, — состояние, определяемое в исследованиях как «режим нестабильного функционирования» [1, 2].

В этих экстремальных условиях, на фоне боевых действий за Славянск, Иловайск, Донецкий аэропорт и Дебальцево, особую остроту приобрело обеспечение пожарной безопасности. Проблема определялась высокой техногенной насыщенностью Донбасса с его опасными производствами и значительной численностью населения (свыше 4,5 млн человек) и плотностью его проживания. Угрозу конкретизировало наличие 54 химически опасных объектов (ХОО), более половины из которых располагались в жилых зонах и использовали большие объёмы аварийно химически опасных веществ (АХОВ), таких как хлор и аммиак [3]. Любой крупный пожар или прямое боевое воздействие грозили не локальным возгоранием, а техногенной катастрофой с массовыми поражениями.

2. Институциональное становление и «замороженный» конфликт (2015–2022 гг.)

Несмотря на сложнейшую социально-экономическую обстановку и систематические обстрелы, процесс строительства государственности продолжался. При этом особую остроту приобрел вопрос обеспечения пожарной безопасности, учитывая высокую техногенную нагрузку региона и плотность населения. В этой связи постановлением Совета Министров Донецкой Народной Республики от 26 сентября 2014 г. № 35-1¹ было создано МЧС ДНР на которое были возложены задачи по управлению, координации, контролю и реагированию в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах, переданы функции и полномочия Государственной службы Украины по чрезвычайным ситуациям, действовавшие на территории Донецкой области.

«Острая фаза» противостояния была приостановлена после подписания Комплекса мер по выполнению Минских соглашений («Минск-2»), сформировав практически статичную линию боевого соприкосновения.

В соответствии с Положением об МЧС ДНР, утвержденным постановлением Совета Министров Донецкой Народной Республики от 09 апреля 2015 г. № 5-14² на МЧС ДНР были возложены функции по тушению пожаров на объектах всех форм собственности, а также официальный статистический учёт пожаров и их последствий на территории Донецкой Народной Республики, который осуществлялся в период с 2015 г. по 2022 г. согласно постановлению Совета Министров Донецкой Народной Республики от 02 июня 2015 г. № 10-7³.

3. Качественная трансформация угроз и статистика потерь

¹ постановление Совета Министров Донецкой Народной Республики от 26 сентября 2014 г. № 35-1 «О создании Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»;

² постановление Совета Министров Донецкой Народной Республики от 09 апреля 2015 г. № 5-14 «Об утверждении Положения о Министерстве по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Донецкой Народной Республики»;

³ постановление Совета Министров Донецкой Народной Республики от 02 июня 2015 г. № 10-7 «Об утверждении Порядка учёта пожаров и их последствий в Донецкой Народной Республике».

С 2014 года и по настоящее время дестабилизация формирует для системы пожарной безопасности комплекс уникальных, присущих именно этому региону вызовов: резкий рост количества пожаров, часто вызванных попаданием взрывоопасных предметов (рис. 1), системные сбои в критической инфраструктуре и повышенные техногенные риски. В этих условиях стандартные алгоритмы управления пожарно-спасательными подразделениями, рассчитанные на мирную обстановку в других субъектах Российской Федерации, теряют эффективность. Крайней спецификой и трагической особенностью периода стала гибель пожарных (рис. 2) не столько от самих пожаров, сколько от прямых артиллерийских обстрелов, мин и атак беспилотных летательных аппаратов на местах ликвидации возгораний, пожаров и выполнении иных служебных задач. Этот уникальный для современной России фактор риска обуславливает острую необходимость разработки и внедрения принципиально новых алгоритмов действий для регионов с «нестабильным режимом функционирования».



Рисунок 1 – Количество пожаров, подлежащих статистическому учету, а также пожаров, произошедших вследствие попадания взрывоопасных предметов за период с 01.01.2015 по 01.01.2025 гг. на территории Донецкой Народной Республики

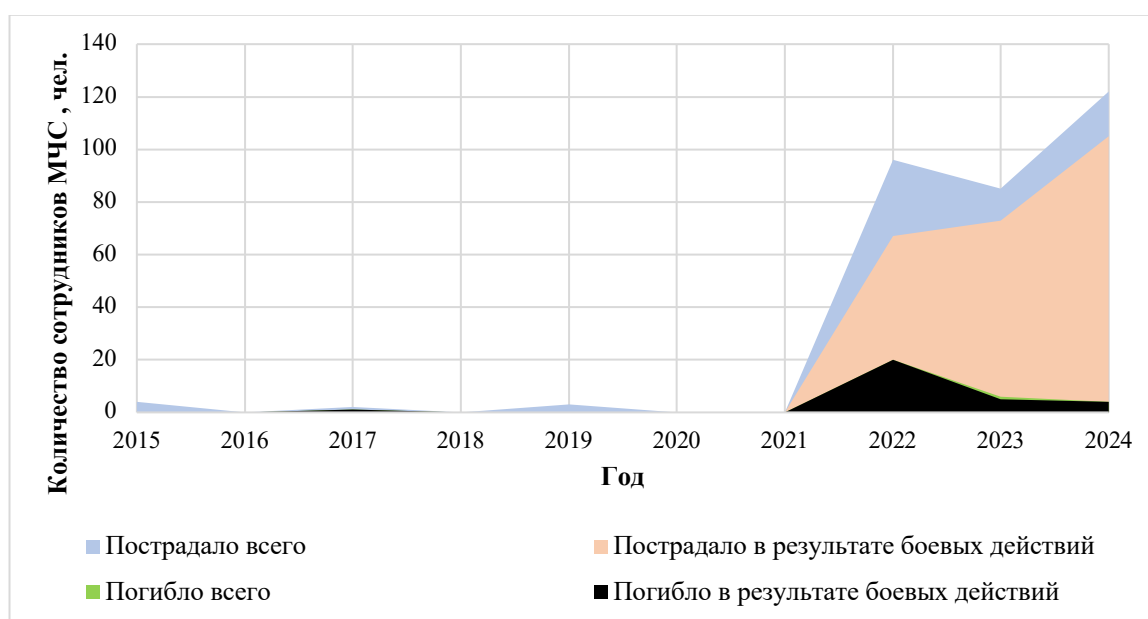


Рисунок 2 – Количество сотрудников МЧС ДНР (МЧС России) погибших (пострадавших) в результате боевых действий при исполнении служебных обязанностей за период с 2015 по 2025 гг.

Данные, представленные на рисунках 1 и 2, основаны на официальных материалах, опубликованных на официальных порталах МЧС ДНР и, позднее, Главного управления МЧС России по Донецкой Народной Республике, а также в информационно-аналитических сборниках [4,5]. Их анализ позволяет выявить трагическую динамику и специфику потерь среди личного состава:

2015–2021 гг. - травмировано 10 сотрудников, 1 погиб. Эти цифры отражают фоновый, но всё же присутствующий риск для пожарно-спасательных служб в зоне перманентно тлеющего конфликта.

2022–2024 гг. - катастрофический рост потерь. За 3 года пострадало 303 сотрудника и погибло 30. При этом 81% пострадавших и 97% погибших стали жертвами не пожаров, а прямого огневого поражения (обстрелов) при исполнении служебных обязанностей. Это доказывает смену парадигмы риска. Ключевой индикатор опасности – не количество пожаров, а их причина и обстановка.

До 2022 года: главная угроза – профессиональные риски при тушении (обрушения, отравления, взрывы). Пожары от ВОП – опасный, но не массовый фактор.

После 2022 года: главная угроза – ведение огня противником по месту работы пожарных расчётов. Служба МЧС де-факто превратилась в подразделения, работающие на переднем крае, где тактическая обстановка значительнее оперативной задачи.

Статистика 2022-2024 гг. не просто фиксирует рост числа жертв. Она свидетельствует о фундаментальном изменении характера службы в Донецкой Народной Республике. Система МЧС столкнулась с беспрецедентным вызовом, когда её сотрудники массово гибнут не от опасностей, присущих их профессии (огонь, задымление, обрушения), а от прицельного огневого воздействия, характерного для зоны активных боевых действий. Это определяет необходимость разработки принципиально иных алгоритмов поддержки принятия управленческих решений при тушении пожаров в условиях комплексных чрезвычайных ситуаций, вызванных активными боевыми действиями и факторами, способствующими дестабилизации функционирования региона в целом.

Этот анализ делает зримыми экстремальные условия, в которых пожарные-спасатели МЧС ДНР, а ныне МЧС России продолжают исполнять служебный долг, демонстрируя беспрецедентное мужество при тушении пожаров, разминировании, ликвидации последствий обстрелов и оказании помощи населению.

4. Системная интеграция в правовое поле Российской Федерации и формализация вызовов

После вхождения Донецкой Народной Республики в состав Российской Федерации 30 сентября 2022 года начался переходный период интеграции. В связи с этим 1 января 2023 года было создано Главное управление МЧС России по Донецкой Народной Республике, а к апрелю-маю завершился перевод основного персонала. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 14 апреля 2023 года № 926-р на территории Республики созданы 17 пожарно-спасательных отрядов и 2 самостоятельные части.

На основе анализа статистики и описаний пожаров за 2021–2024 годы формализованы пять агрегированных групп ключевых факторов, влияющих на эффективность управления [1,2]:

Огневое поражение территории: включает задержку выезда пожарно-спасательных подразделений из-за продолжающихся артиллерийских обстрелов, обстрелов из систем залпового огня, угрозы удара беспилотными летательными аппаратами (в среднем 7 мин.), приостановку боевых действий при повторном обстреле (15-60 мин.), необходимость работы личного состава в средствах бронезащиты (снижение эффективности на 12%);

Коллапс централизованного водоснабжения: неработоспособность гидрантов, необходимость подвоза воды и прокладки магистральных рукавных линий свыше 1 км;

Отсутствие электроснабжения: отключение насосных станций, и как следствие ухудшение проблем с водоснабжением, осложнение работ в тёмное время суток;

Институциональный переходный период: сложности межведомственного взаимодействия из-за реорганизации и унификации систем управления;

Близость химически опасных объектов: постоянный риск техногенных катастроф, где дефицит воды (основного ресурса для тушения и нейтрализации АХОВ) делает эффективное реагирование практически невозможным.

Выводы

Проведённый анализ ретроспективы и текущей ситуации позволяет сформулировать следующие выводы в контексте организации управления тушением пожаров в Донецкой Народной Республике, как в регионе с нестабильным режимом функционирования.

Выделенные три этапа (становление, интеграция, перспектива стабилизации) демонстрируют эволюцию управленческих моделей — от экстренного создания системы «с нуля» в условиях боевых действий до её планомерной унификации с общероссийской, что является уникальным организационным опытом.

Деятельность пожарно-спасательных подразделений на всём протяжении этих этапов протекает в условиях комплексных чрезвычайных ситуаций, вызванных активными боевыми действиями и нестабильности, где традиционные задачи тушения неразрывно связаны с прямыми боевыми рисками, что подтверждается трагической статистикой потерь.

Формализованные пять групп ключевых факторов (огневое поражение, коллапс инфраструктуры, переходные процессы, техногенные риски) системно описывают вызовы, ограничивающие эффективность управления. Их комплексное влияние требует адаптации существующих или разработки новых моделей и алгоритмов поддержки принятия управленческих решений при планировании и тушении пожаров в регионах с нестабильным режимом функционирования.

Перспектива перехода к устойчивой системе безопасности достижима лишь после завершения активной фазы конфликта и должна базироваться на интеграции этого уникального опыта в нормативную и практическую базу МЧС России для работы в особых условиях.

Список источников

1. Пилецкий, Р. В. Анализ ключевых факторов принятия управленческих решений при тушении пожаров в регионах с нестабильным режимом функционирования / Р. В. Пилецкий, А. Н. Денисов, А. В. Матюшин // Технологии техносферной безопасности. – 2025. – № 1(107). – С. 21-35. – DOI 10.25257/TTS.2025.1.107.21-35. – EDN XJECTT.
2. Пилецкий Р.В., Денисов А.Н. Синергетический эффект факторов при формировании управленческих решений при планировании и тушении пожаров в нестабильном регионе // Системы безопасности – 2025: материалы тридцать четвертой междунар. науч.-техн. конф. (Москва, 27 ноября 2025 г.). В 2 ч. Ч. 1. М.: Академия ГПС МЧС России, 2025. С. 65–71.
3. Пилецкий Р. В., Денисов А. Н., Данилов М. М. Поддержка принятия управленческого решения по постановке водяной завесы при осаждении облака аварийно химически опасных веществ // Технологии техносферной безопасности. 2024. № 2(104). С. 73-85. <https://doi.org/10.25257/TTS.2024.2.104.73-85>. EDN DQVMAY.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году : информационно-аналитический сборник / В. С. Гончаренко, Т. А. Чечетина, В. И. Сибирко [и др.]. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. – 110 с. – EDN BSONFO.
5. Пожары и пожарная безопасность в 2024 г. Статистика пожаров и их последствий: информационно-аналитический сборник / А. А. Козлов, П. В. Полехин, М. В. Шевцов [и др.]. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2025. – 112 с. – EDN PIKMXJ.

УДК 614.842.65
ББК 35.10н68

Надежда Сергеевна Пустовалова

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (nadezhda.05.96@mail.ru, SPIN 2412-0048, ID: 1146836)

Богдан Васильевич Гавкалюк

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России им. Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева», Санкт-Петербург, Россия (nngu-gbv@yandex.ru, SPIN 6390-5867, ID: 562607)

Сергей Владимирович Тарасов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (sergey.tarasov11@mail.ru, SPIN 2602-9128, ID: 1128079)

Дмитрий Юрьевич Пигусов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (d.pigusov@mail.ru, SPIN 8473-6519, ID: 833466)

Алгоритм прогнозирования и оценки обстановки на пожарах в жилых и общественных зданиях для проведения спасательных работ

Аннотация. В статье раскрыты вопросы прогнозирования и оценки обстановки для принятия управленческих решений в рамках обеспечения и проведения спасательных работ на пожарах в гражданских зданиях. Рассмотрены этапы прогнозирования и основные выводы по оценке обстановки на пожарах. Представлен алгоритм прогнозирования и оценки обстановки на пожарах в гражданских зданиях при проведении спасательных работ, позволяющий руководителю тушения пожара (РТП) сократить время на определение требуемого количества сил и средств для проведения спасательных работ, и оптимально их использовать на пожаре, что обеспечивает сохранение жизни и здоровья граждан, а также участников тушения пожара.

Ключевые слова: спасательные работы, спасение людей, тактический план, алгоритм прогнозирования и оценки обстановки.

Nadezhda S. Pustovalova

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Bogdan V. Gavkalyuk

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

Sergey V. Tarasov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Dmitri Yu. Pigusov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

An algorithm for predicting and assessing the situation of fires in residential and public buildings for rescue operations

Abstract. The article discusses the issues of forecasting and assessing the situation for making managerial decisions in the framework of providing and conducting rescue operations on fires in civilian buildings. The stages of forecasting and the main conclusions on the assessment of the situation on fires are considered. An algorithm for predicting and assessing the situation on fires in civilian buildings during rescue operations is presented, which allows the fire extinguishing manager (RTP) to reduce the time needed to determine the required number of forces and means for rescue operations, and to use them optimally in a fire, which ensures the preservation of life and health of citizens, as well as participants in firefighting.

Keywords: rescue operations, rescue of people, tactical plan, algorithm for forecasting and assessing the situation.

Главной задачей в тушении пожаров в соответствии с нормативными правовыми актами Российской Федерации является спасение людей на пожарах ¹.

Перед подразделениями пожарной охраны при тушении пожаров в гражданских зданиях (объектах защиты), стоит один из ключевых и сложных вопросов, который заключается в организации и проведении спасательных работ на высоком уровне в кратчайшие сроки ², в том числе на объектах защиты в зонах военных конфликтов [1].

Для решения данного вопроса руководителю тушения пожара (РТП) требуется определить требуемое количество и состав сил и средств на месте пожара, обеспечить их своевременное привлечение и оптимальное использование.

Основой в принятии управленческого решения РТП в организации и проведении спасательных работ на пожаре является прогнозирование и оценка обстановки.

Алгоритм прогнозирования и оценки обстановки на пожарах РТП (оперативным должностным лицом) для организации и проведения спасательных работ включает в себя несколько этапов.

Первый этап – заблаговременное прогнозирование последствий развития пожара и в первую очередь влияние опасных факторов пожара (ОФП) на жизнь и здоровье людей, находящихся в гражданских зданиях (объектах защиты). Данный прогноз осуществляется на основе анализа информации (сведений), полученных оперативным должностным лицом при изучении района выезда, оперативно-тактической характеристики объекта защиты, в ходе разработки планов тушения пожаров объекта, при проведении пожарно-тактических занятий на объекте, а также в ходе анализа и разбора пожаров с личным составом подразделений пожарной охраны.

Второй этап – прогнозирование оперативным должностным лицом обстановки на месте пожара на основе анализа:

- сведений о пожаре и обстановки на объекте защиты, предоставляемых диспетчером (радиотелефонистом) при поступлении сообщения о пожаре, полученных от заявителя;
- информации от администрации объекта при следовании к месту пожара напрямую по средствам связи или через пункт связи части (ПСЧ), центральный пункт пожарной связи (ЦППС);
- данных, изучаемых оперативным должностным лицом в пути следования к месту пожара, содержащихся в плане тушения пожаров объекта защиты.

На втором этапе прогнозирования исследованию подлежат особенности развития пожара, его масштаб, степень опасности для людей и гражданского здания, границы опасных зон пожара в здании, характер воздействия ОФП (токсичных продуктов, температуры пожара, теплового излучения, взрыва, обрушение) на людей и конструкции здания, а также прогноз их распространения ³.

Третий этап – выявление и оценка обстановки на месте пожара по результатам разведки на основании полученных достоверных данных (сведений).

Полученные данные необходимы РТП для уточнения ранее принятых управленческих решений на проведение спасательных работ в гражданском здании (жилом или общественном).

¹ Федеральный закон от 21.12.1994 №69-ФЗ (ред. от 07.07.2025) «О пожарной безопасности»; Приказ МЧС России от 16.09.2024 №777 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ».

² Отчеты по НИР «Анализ действий пожарной охраны при тушении крупных пожаров и проведении связанных с ними аварийно-спасательных работ на территории Российской Федерации». ВНИИПО, 2020 - 2024гг.

³ Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ (ред. от 25.12.2023) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Основными выводами из оценки обстановки на пожаре для РТП являются [2-4]:

1. характер зон пожара;
2. состояние и поведение конструкций здания;
3. место и размер пожара;
4. наличие угрозы людям;
5. места нахождения людей, требующих проведения спасательных работ;
6. наличия угрозы взрыва и обрушения конструкций;
7. направления распространения пожара и наличия его угрозы на другие объекты;
8. объемы и условия проведения спасательных работ (тушение пожара);
9. потребность в силах и средствах для проведения спасательных работ, локализации (ликвидации) пожара в возможно короткие сроки;
10. количество, укомплектованность, обеспеченность и готовность к действию сил и средств подразделений пожарной охраны в пожарно-спасательном гарнизоне, последовательность их наращивания и ввода (применения) на проведение спасательных работ;
11. препятствующие факторы ведения спасательных работ и необходимые меры (действия) для их упразднения (ликвидации) или снижения до минимально возможного уровня;
12. основные наиболее целесообразные пути, способы и технические средства для проведения спасательных работ на пожаре.

На основе выводов из оценки обстановки принимается управленческое решение о проведении спасательных работ на пожаре.

Основу решения составляет тактический план (замысел) действий на пожаре.

В тактическом плане (замысле) определяются:

- цель предстоящих действий по спасению людей на пожаре;
- боевой участок (боевые позиции) сосредоточения и применения сил и средств подразделений пожарной охраны на пожаре;
- последовательность выполнения задач на пожаре;
- организация управления подразделениями пожарной охраны и взаимодействия между ними и администрацией объекта защиты, службами жизнеобеспечения.

При оценке обстановки анализируются только те элементы, которые необходимы для принятия управленческих решений.

Алгоритм прогнозирования и оценки обстановки на пожаре в гражданских зданиях (на примере класса функциональной пожарной опасности Ф 1.3) при проведении спасательных работ (далее – алгоритм) представлен в таблице 1 ¹.

Таблица 1 – Алгоритм прогнозирования и оценки обстановки на пожаре в зданиях класса функциональной пожарной опасности Ф 1.3.

№ п/п	Критерии прогнозирования и оценки обстановки на пожаре	Параметры критерия прогнозирования и оценки обстановки на пожаре, подлежащие анализу
1	Оперативно-тактическая характеристика объекта	Параметры, характеризующие объект защиты

¹ Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 19 мая 2022 г. N 389/пр "Об утверждении СП 118.13330.2022 "СНиП 31-06-2009 Общественные здания и сооружения".

Приказ МЧС от 24 апреля 2013 г. N 288 "Об утверждении свода правил СП 4.13130 "Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям" (с изменениями и дополнениями).

Свод правил СП 54.13330.2022 "СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные" (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 13 мая 2022 г. N 361/пр) (с изменениями и дополнениями).

Приказ МЧС России от 27 июля 2020 г. N 559 «Об утверждении свода правил СП 10.13130 "Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования».

№ п/п	Критерии прогнозирования и оценки обстановки на пожаре	Параметры критерия прогнозирования и оценки обстановки на пожаре, подлежащие анализу
1.1	Класс функциональной пожарной опасности	Ф 1.3
1.2	Функциональное назначение и этажность объекта защиты	Многоквартирные жилые дома, общежития квартирного типа, одно и многоэтажные
1.3	Конструктивное исполнение и размеры объекта пожара, объемно-планировочные решения	Основной строительный материал (кирпич, камень, гипсоблоки, шлакоблоки, железобетон и дерево), размеры в плане, наличие стилобата, вентилируемых или горючих фасадов; атриумов, тип планировки; при пожаре на кровле – её тип и материалы
1.4	Системы противопожарной защиты объекта	Наличие и исправность систем: противодымной вентиляции и дымоудаления здания, насосов-повысителей внутреннего противопожарного водопровода, пожарных кранов, системы оповещения и управления эвакуацией, сухотрубов, лифтов для транспортировки пожарных подразделений, наличие незадымляемых лестничных клеток и их тип, наличие автоматических установок пожаротушения и их особенности, наличие противопожарных преград, их тип, расстояния до соседних объектов и пр.
1.5	Энергетическое и газовое обеспечение	Наличие газового оборудования и трассировка коммуникаций, электрического оборудования и максимальное напряжение в сети, тип электрического ввода в здание, возможные способы отключения питания, наличие трансформаторных и распределительных установок, наличие и устройство блочно-модульных (крышных) котельных и т.п.
2	Характеристика зон пожара:	Особенности формирования опасных факторов пожара и сопутствующих им проявлений
2.1	Внешние признаки пожара	Откуда идёт дым и его характеристики (цвет, плотность) и (или) открытое горение, чем сопровождается (запах, искрение, головни, хлопки, электрические дуги), температурная деформация легких металлических конструкций и т.д.
2.2	Состояние и поведение конструкций здания	Степень нагрева, деформации, угроза обрушения, разрушения (падения) отдельных элементов
2.3	Место и размер пожара	Место возникновения пожара, его примерная площадь (протяженность периметра, фронта) пожара, зона (объем) задымления, вероятные направления распространения опасных факторов пожара
3	Наличие угрозы людям	Есть (нет), количество людей, нуждающихся в помощи

№ п/п	Критерии прогнозирования и оценки обстановки на пожаре	Параметры критерия прогнозирования и оценки обстановки на пожаре, подлежащие анализу
4	Наличие угрозы взрыва	Наличие явной или косвенной возможности взрыва баллонов, емкостей и т.д.
5	Предполагаемые направления распространения пожара, наличие угрозы распространения пожара на другие объекты, по территории	Возможность перехода огня в помещения и на этажи объекта, угроза перехода огня на другой объект, по территории вблизи места пожара и т.д.
6	Состояние коммуникаций	Отключён объект от подачи газа или нет, обесточен объект или нет, отключены или нет элементы системы противопожарной защиты, принятые меры по отключению
7	Определение достаточности сил и средств для локализации (ликвидации) пожара	Запрос у диспетчера пожарной связи о количестве высланных сил и средств к месту вызова (пожара), подтверждение (снижение, повышение) ранга пожара, необходимость привлечения дополнительных сил и средств (отделений на основных и специальных пожарных автомобилях), вызов служб жизнеобеспечения, вызов сил РСЧС, ожидаемое время их прибытия к месту вызова
8	Точность определения запрашиваемых или следующих к месту пожара сил и средств	Превышение сил и средств от расчётного количества на тушение пожара (снижение уровня противопожарной защищенности населённого пункта и объектов защиты)

Знания по применению алгоритма в практической деятельности позволяет РТП сократить время на определение требуемого количества сил и средств для проведения спасательных работ, а также оптимально использовать их на пожаре, что обеспечивает сохранность жизни и здоровья людей, а также участников тушения пожара.

Список источников

1. Тарасов, С. В. Организация и обеспечение безопасности участников разведки пожара в рамках специальной военной операции (СВО) / С. В. Тарасов, Д. Ю. Пигусов, Н. С. Пустовалова // Гражданская оборона на страже мира и безопасности : Материалы IX Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны. В 5-ти частях, Москва, 28 февраля 2025 года. – Москва: Академия государственной противопожарной службы, 2025. – С. 207-214.
2. Пожарная тактика: учебник в 2-х ч., Ч. 1/ Б.В. Гавкалюк [и др.]; под общ. ред. О.А. Зыбиной. СПб.: С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2024. 288 с.
3. Повзик Я.С., Ключ П.П., Матвейкин А.М. Пожарная тактика: Учеб. для пожарно-техн. училищ – М.: Стройиздат, 1990. – 335 с.
4. Богданов М.И., Кокорев Действия сил и средств на пожаре. Учебное пособие. Ч.1 -СПб.: УМЦ при ГУК МВД РФ, 1994. – 56 с.

УДК 614.841.2
ББК 43.488

Алсу Альбертовна Саляхутдинова

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», Казань, Россия (1alsushka4@mail.ru, SPIN 1290-3203, ID: 1301763)

Екатерина Ивановна Алексеева

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», Казань, Россия (EIAlekseeva@kai.ru, SPIN 2870-8044, ID: 1096798)

Проблемы тушения лесных пожаров на особо охраняемых природных территориях

Аннотация. В работе исследуются актуальные вопросы организации ликвидации возгораний в лесных массивах, обладающих статусом особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Выявлены существующие коллизии между нормами пожарной безопасности и природоохранными режимами. На материале национального парка «Мари Чодра» выполнено сравнительное математическое моделирование тактических сценариев борьбы с огнем. Полученные данные подтверждают, что задержка в привлечении профессиональных аварийно-спасательных формирований приводит к кратному росту площади выгорания. Обоснована потребность в корректировке ведомственных регламентов для обеспечения автоматического выдвижения сил пожарно-спасательных гарнизонов при фиксации факта возгорания на заповедных землях.

Ключевые слова: лесные пожары, особо охраняемые природные территории, пожарная безопасность, межведомственное взаимодействие, моделирование тушения, экологический ущерб

Alsu A. Salyakhutdinova

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia

Ekaterina I. Alekseeva

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia

Problems of extinguishing forest fires in specially protected natural areas

Abstract. The paper examines current issues regarding the organization of fire suppression in forest areas designated as specially protected natural areas (SPNA). Conflicts between fire safety regulations and environmental protection regimes are identified. Comparative mathematical modeling of tactical fire fighting scenarios was performed using the Mari Chodra National Park as a case study. The obtained data confirm that delays in involving professional emergency rescue units lead to a multiple increase in the burn area. The need to adjust departmental regulations to ensure the automatic dispatch of fire and rescue garrison forces upon detection of ignition in protected lands is substantiated.

Keywords: forest fires, specially protected natural areas, fire safety, interagency cooperation, extinguishing modeling, environmental damage

Неконтролируемое горение растительности относится к числу наиболее серьезных угроз для устойчивости биосферы, особенно в пределах заповедных зон, где приоритетом является сохранение эталонных экосистем [1]. Национальные парки, государственные заповедники и природные заказники выполняют функцию резерватов биоразнообразия, однако их высокая экологическая ценность сопряжена с повышенной уязвимостью перед пирогенным воздействием. Специфика обеспечения техносферной безопасности в таких локациях диктует необходимость применения особых тактических приемов, поскольку

стандартные методы борьбы с огнем могут нанести непоправимый вред охраняемым объектам.

Ключевая дилемма заключается в поиске компромисса между скоростью локализации очага и сохранностью природного ландшафта, что существенно сужает арсенал доступных средств пожаротушения. Согласно мониторингу лесопожарной обстановки, осуществляемому Рослесхозом и МЧС России, ежегодное количество возгораний в стране варьируется от 10 до 30 тысяч случаев, причем доля особо охраняемых природных территорий в общей статистике в отдельные периоды достигает 15%. Последствия таких инцидентов выражаются не только в утрате древесных ресурсов, но и в деградации почвенного покрова, гибели редких видов фауны и флоры, а также в существенных экономических потерях.

Координация действий по ликвидации возгораний на землях природно-заповедного фонда возложена на Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Однако действующий алгоритм реагирования имеет ряд ограничений: на территориях национальных парков запрещены или ограничены многие методы, допустимые в эксплуатационных лесах (например, встречный отжиг, использование тяжелой землеройной техники). Деятельность регулируется Федеральным законом «Об особо охраняемых природных территориях» и локальными планами тушения, что создает зависимость от согласований с администрацией парка.

Существующая нормативно-правовая база отличается разрозненностью: регламенты распределены между различными ведомственными актами, что порождает правовые коллизии и снижает оперативность принятия решений. В частности, текущие инструкции не гарантируют принципа немедленного реагирования: привлечение основных сил федеральной противопожарной службы часто откладывается до момента перерастания инцидента в категорию крупной чрезвычайной ситуации. Хотя при прямой угрозе населенным пунктам задействуются ресурсы МЧС, любые тактические действия требуют согласования с руководством ООПТ, что создает критический временной лаг.

Для количественной оценки влияния организационных факторов на результативность ликвидации возгораний было выполнено математическое моделирование развития гипотетического пожара на примере национального парка «Марий Чодра» в Республике Марий Эл (рисунок).



Рисунок – Карта-схема национального парка Марий Чодра

В ходе исследования были сопоставлены два тактических сценария: базовый вариант, предполагающий ликвидацию силами только администрации парка без оперативного запроса помощи, и оптимизированный вариант, предусматривающий немедленный вызов подразделений пожарно-спасательного гарнизона при получении первичной информации о задымлении. Расчет тактико-технических параметров (площадь фронта, периметр, потребность в огнетушащих веществах) производился на основе методик, изложенных в «Справочнике руководителя тушения пожара» [2].

При реализации базового сценария время прибытия первых расчетов лесоохраны составляет около 39 минут с момента обнаружения. Анализ ресурсов показывает их недостаточность: в наличии имеются лишь две автоцистерны, способные одновременно обслуживать 4 пожарных ствола. Общий запас воды в цистернах не превышает 4,6 м³, чего достаточно лишь для нескольких минут непрерывной работы при требуемой интенсивности подачи. Расчетная потребность для локализации фронта составляет порядка 52 л/с, что многократно превышает возможности парка. Кроме того, отсутствие достаточного количества рукавных линий не позволяет организовать бесперебойное водоснабжение от ближайшего водоисточника (озеро Яльчик), удаленного на 1,5 км.

Время свободного горения определяется по формуле:

$$\tau_{\text{св}} = \tau_{\text{сообщ.}} + \tau_{\text{сбора}} + \tau_{\text{след.}} + \tau_{\text{Б.Р.}}, \quad (1)$$

где:

$\tau_{\text{сообщ.}}$ – время сообщения, мин;

$\tau_{\text{сбора}}$ – время сбора, мин;

$\tau_{\text{след.}}$ – время следования, мин;

$\tau_{\text{Б.Р.}}$ – время боевого развертывания, мин.

Площадь пожара к моменту прибытия рассчитывается как:

$$S_{\text{п}} = 0,5 \cdot \pi \cdot R^2, \quad (2)$$

где:

$R=L$ – расстояние, пройденное фронтом пожара.

Требуемый расход воды определяется:

$$Q_{\text{тр}} = S_{\text{тр}} \cdot J_{\text{тр}}, \quad (3)$$

где:

$Q_{\text{тр}}$ – требуемый расход огнетушащего вещества, л/с;

$S_{\text{тр}}$ – площадь тушения, м²;

$J_{\text{тр}}$ – требуемая интенсивность подачи огнетушащих веществ, л/м²·с.

Из-за дефицита сил и времени, затрачиваемого на ожидание решения о привлечении дополнительных ресурсов МЧС (минимум 45 минут), площадь пожара возрастает более чем в 4,5 раза, превышая отметку в 1 гектар. Площадь зоны активного тушения увеличивается в 2,2 раза, а потребность в стволах возрастает с 14 до 35 единиц. Инцидент переходит в категорию крупного, трудноконтролируемого пожара (таблица). Зарубежные исследования также подтверждают, что успех тушения напрямую зависит от факторов («детерминант») первичной атаки и достаточности ресурсов [3], а также от скорости первичного реагирования на возгорание [4].

Таблица – Сравнительный анализ параметров пожара

Параметр	На 39 минуте	На 90 минуте	Увеличение
Пройденное расстояние, L	34 м	85 м	+45 м
Площадь пожара, $S_{\text{п}}$	1814 м²	11343 м²	+8 831 м² (+352%)

Площадь тушения, $S_{\text{туш}}$	494 м ²	1295 м ²	+706 м² (+120%)

В оптимизированном сценарии, предполагающем параллельное выдвижение сил гарнизона, группировка формируется в расширенном составе. Это обеспечивает возможность одновременной работы 16 и более стволов, что создает 50-процентный избыток мощности относительно требуемого. Использование пожарной насосной станции и рукавного автомобиля позволяет решить задачу водоснабжения, осуществляя забор воды из озера на дистанции 1,5 км. Сравнительный анализ продемонстрировал преимущества данного подхода: уменьшение площади выгорания в 4–5 раз относительно базового сценария; гарантированная локализация на ранней стадии, исключая угрозу населенным пунктам; наличие оперативного резерва для ротации личного состава; снижение времени активного горения, что минимизирует нагрузку на экосистему.

Результаты моделирования свидетельствуют о том, что текущая практика ожидания эскалации пожара перед задействованием профессиональных гарнизонов является экономически и экологически неэффективной. Требуется разработка унифицированных методических рекомендаций и актуализация нормативных актов. Ключевым предложением выступает законодательное закрепление обязанности привлечения сил пожарно-спасательных гарнизонов при фиксации ландшафтных пожаров на ООПТ по первому сообщению, независимо от удаленности от жилой застройки. Это позволит устранить правовой пробел, вынуждающий пожарные расчеты ожидать официальной заявки от администрации парка.

Целесообразно издание совместного приказа МЧС и Минприроды, регламентирующего допустимые методы тушения с дифференциацией по функциональным зонам, порядок принятия решений при угрозе инфраструктуре и критерии использования авиации. Рекомендуется формирование совместных оперативных штабов с участием представителей ведомств и руководства ООПТ для обеспечения непрерывного информационного обмена. Важным элементом подготовки является проведение совместных тактических учений, отрабатывающих взаимодействие без применения тяжелой техники, запрещенной в заповедных зонах.

В планы тушения конкретных территорий следует включать специализированную технику повышенной проходимости и средства подачи воды на большие расстояния. Применение гелеобразующих составов вместо химических реагентов способно снизить антропогенную нагрузку на почву [5]. Приоритетным направлением остается профилактика, включающая создание противопожарных разрывов, патрулирование с привлечением волонтеров и развитие систем авиамониторинга.

Проведенное исследование позволяет заключить, что основной проблемой ликвидации возгораний на ООПТ являются организационно-правовые барьеры, сдерживающие оперативное реагирование. Действующая система часто предполагает задействование основных сил МЧС на поздних стадиях, что ведет к кратному росту ущерба. Переход к системе раннего реагирования с автоматическим привлечением сил гарнизонов позволяет сократить площадь возгорания в несколько раз и исключить угрозу населенным пунктам. Реализация предложенных рекомендаций по гармонизации нормативной базы и оптимизации межведомственного взаимодействия создаст комплексный заслон на пути распространения огня, обеспечит сохранение природного потенциала особо охраняемых природных территорий и минимизирует риски для жизни и здоровья граждан.

Список источников

1. Гринько О. И. Влияние лесных пожаров на лесную экосистему / О. И. Гринько, О. И. Григорьева, И. В. Григорьев // Вестник Арктического государственного агротехнологического университета. 2023. № 3 (11). С. 45–72.

2. Теребнев, В. В. Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений / В. В. Теребнев. – Москва: Пожарная книга, 2004. – 256 с.
3. Thompson, M. P. Determinants of initial attack success for wildland fires [Текст] / M. P. Thompson, D. E. Calkin, M. A. Finney, K. M. Gebert, M. S. Hand // International Journal of Wildland Fire. – 2013. – Vol. 22. – № 6. – P. 741–749.
4. Plucinski, M. P. The initial response to wildfires [Текст] / M. P. Plucinski // Australian Journal of Emergency Management. – 2014. – Vol. 29. – № 3. – P. 3–8. – ISSN 1324-1540.
5. Панкин, К. Е. Совершенствование мероприятий по борьбе с лесными низовыми пожарами в лесостепной и степной зонах Поволжья: автореф. дис. канд. сельск. наук: 06.03.01 / Панкин Кирилл Евгеньевич. – Саратов, 2021. – 24 с.

Василий Викторович Лыжов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России»,
Москва, Россия (89066204949@yandex.ru)

Александр Владимирович Смагин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России»,
Москва, Россия (smaginav@inbox.ru, SPIN 2606-6984, ID: 579860)

Владимир Васильевич Теребнев

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России»,
Москва, Россия (V.Terebnev@academygps.ru, SPIN 4663-8674, ID: 449807)

Оценка тактических возможностей сил газодымозащитной службы пожарно-спасательного гарнизона при проведении спасательных работ в дошкольных образовательных учреждениях ЦАО г. Москвы

Аннотация. В статье рассматриваются тактические возможности сил газодымозащитной службы (ГДЗС) при проведении спасательных работ в зданиях дошкольных образовательных учреждений (ДОУ) в условиях пожара. Актуальность исследования обусловлена активным строительством трёхэтажных зданий ДОУ, что обостряет проблему обеспечения безопасности детей, не способных к самостоятельной эвакуации с верхних этажей. Проведена оценка факторов, влияющих на эффективность действий газодымозащитников. В ходе экспериментальных исследований проведена детальная хронометрия двух основных способов эвакуации: по внутренним лестничным маршам и с использованием ручных пожарных лестниц (трехколенной и штурмовой) через оконные проёмы. Для моделирования использованы антропометрические манекены детей различных возрастных групп. Полученные данные позволяют определить оптимальные тактические решения и дать практические рекомендации для действий подразделений ГДЗС в ДОУ.

Ключевые слова: газодымозащитная служба, спасение людей, дошкольные образовательные учреждения, пожарная безопасность, эвакуация

Vasily V. Lyzhov

FGBOU VO "Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia",
Moscow, Russia

Alexander V. Smagin

FGBOU VO "Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia",
Moscow, Russia

Vladimir V. Terebnev

Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow,
Russia

Assessment of the tactical capabilities of the gas and smoke protection service of the fire and rescue garrison during rescue operations in preschool educational institutions in the Central Administrative District of Moscow

Abstract. The article discusses the tactical capabilities of the gas and smoke protection service (GDS) in conducting rescue operations in preschool educational institutions (PEI) during fires. The relevance of the study is due to the active construction of three-storey PEE buildings, which exacerbates the problem of ensuring the safety of children who are unable to evacuate from the upper floors independently. The article evaluates the factors that affect the effectiveness of gas and smoke

protection personnel. During the experimental studies, a detailed chronometry of two main evacuation methods was conducted: using internal staircases and manual fire ladders (three-knee and assault ladders) through window openings. Anthropometric mannequins of children of various age groups were used for modeling. The obtained data allow us to determine the optimal tactical solutions and provide practical recommendations for the actions of gas and smoke protection units in preschool educational institutions.

Keywords: gas and smoke protection service, rescue.

В современной градостроительной практике наблюдается активное строительство крупных жилых комплексов, что закономерно влечёт за собой увеличение числа дошкольных образовательных учреждений (ДОУ). Для эффективного размещения детей в условиях плотной городской застройки, особенно в Центральном административном округе г. Москвы, ДОУ часто возводятся в трёхэтажном исполнении. Это решение, увеличивая вместимость учреждений, одновременно создаёт значительные риски и усложняет задачи по спасению детей младшего возраста в случае возникновения пожара. Неспособность дошкольников к самостоятельной и быстрой эвакуации, их психофизиологические особенности делают пожары в таких объектах социально чрезвычайно опасными.

В данных условиях особая роль отводится силам пожарно-спасательного гарнизона, в первую очередь подразделениям газодымозащитной службы (ГДЗС), обеспечивающим проведение разведки, поиск и спасение людей в задымлённой среде. Эффективность действий пожарно-спасательных подразделений в ДОУ определяется не только уровнем профессиональной подготовки личного состава, но и степенью тактической адаптации к специфике данного типа объектов. В связи с этим актуальной является задача оценки тактических возможностей и разработки оптимальных методов работы звеньев ГДЗС при проведении спасательных работ в дошкольных образовательных учреждениях.

Методология исследования.

Целью данного исследования являлась сравнительная оценка тактических вариантов эвакуации детей из ДОУ с верхних этажей в условиях, моделирующих пожарную обстановку. Экспериментальная часть работы проводилась на базе специальной пожарно-спасательной части № 57 ЦАО г. Москвы. Для обеспечения достоверности моделирования были изготовлены специализированные манекены, точно воспроизводящие антропометрические характеристики детей двух, четырёх и шести лет, что позволило объективно оценить временные и физические параметры спасательных операций.

В ходе эксперимента были детально изучены и проанализированы два основных тактических приёма:

1) эвакуация по путям эвакуации (коридору и внутренней лестнице) силами звена ГДЗС, включающая ручную переноску манекенов;

2) эвакуация с использованием ручных пожарных лестниц (выдвижной трехколенной и штурмовой) через оконные проёмы здания с передачей манекенов по цепочке.

Результаты эксперимента:

1) эвакуация по горизонтальным путям эвакуации (коридорам). Исследование проводилось в два этапа. На первом этапе оценивались возможности переноски детей по горизонтали. За фиксированное время (2 минуты) одним газодымозащитником было возможно перенести: двухлетних детей - 3 человека (пройденное расстояние 120 м), четырёхлетних - 2 человека (130 м), шестилетних - 1 человека (130 м).

На втором этапе проводилось замер временных показателей спасения максимального количества детей с третьего этажа по вертикали (по внутренней лестнице здания). Среднее время спуска одного ребёнка с третьего этажа составило: для двухлетнего - 96 с., для четырёхлетнего - 82 с., для шестилетнего - 72 с. Процесс подтвердил высокую физическую нагрузку на звено ГДЗС и необходимость слаженных действий при преодолении лестничных пролётов.

2) спасение с использованием ручных пожарных лестниц. Были опробованы несколько схем с использованием выдвижной трехколенной и штурмовой лестниц в результате чего установлено, что наиболее эффективным способом является схема с двумя трехколенными лестницами, установленными параллельно в одно окно третьего этажа. Пожарные располагались на них в шахматном порядке (3 и 2 человека), один принимал детей на земле, один находился в окне для передачи. Данная схема показала высокую эффективность: время передачи одного ребёнка по цепочке до земли составило: двухлетнего - 18 с., четырёхлетнего - 15 с., шестилетнего - 10 с. Схема с одной лестницей была признана неработоспособной, так как не позволяла безопасно передавать детей между пожарными, расположенными друг за другом.

На рисунке 1 представлен пример спасения детей по данной схеме.



Рисунок 1 – Спасение детей с 3-го этажа здания детского сада по двум параллельно установленным выдвижным пожарным лестницам

Схема со штурмовой лестницей со второго этажа. Пожарный в окне второго этажа передавал ребёнка пожарному на лестнице, который затем спускался с ним на землю. Время операции составило: для двухлетнего - 21 с., для четырёхлетнего - 23 с., для шестилетнего - 25 с. Сам способ необходимо назвать малоэффективным, так как пожарный вынужден с каждым ребенком спускаться по этой лестнице на землю, а затем подниматься наверх, чтобы взять другого ребенка для начала спасения. Одна из отработанных схем спасения детей с помощью штурмовой пожарной лестницы показана на рисунке 2.

Схема передачи ребёнка со второго этажа по штурмовой лестнице через крышу автоцистерны. Способ признан потенциально возможным, но требующим максимально свободной крыши автомобиля и сопряжённым с повышенным риском травматизма как для спасаемых, так и для пожарных. Пример спасения ребенка по этой схеме показан на рисунке 3.



Рисунок 2 – Пример отработки способа спасения детей через окно 3-го этажа здания детского сада с помощью штурмовой и выдвижной пожарных лестниц



Рисунок 3 – Пример отработки способа спасения детей через окно 2-го этажа здания детского сада с помощью автоцистерны и лестницы палки

Как отмечено выше, наиболее эффективным способом спасения детей является схема установки в одно окно 3-го этажа здания детского сада сразу же двух выдвижных пожарных лестниц. Другие способы, которые отработаны в рамках этого исследования, менее эффективны, а некоторые способы не работоспособны вовсе – крайне травмоопасны.

Как показывает практика, одним из способов спасения детей в ДОУ является применение сил ГДЗС. Необходимо признать, что спасать детей применяя только силы ГДЗС малоэффективно, так как требуется сосредоточение на месте пожара сразу же большого количества газодымозащитников для того чтобы за минимальное количество заходов в здание вынести детей. Вместе с этим, одновременная работа сразу же большого количества газодымозащитников может создавать заторы из них на маршрутах работы звеньев ГДЗС, что опять же увеличит время спасательной операции и может подвергнуть спасаемых воздействию опасных факторов пожара.

Выводы

Сравнительный анализ полученных результатов наглядно выявил преимущества и недостатки каждого метода в контексте различных сценариев развития пожара (локализация очага, степень задымлённости лестничных клеток, доступ к фасадам).

Эвакуация по внутренним маршам остаётся базовым и часто единственно возможным способом при сильном задымлении или отсутствии доступа к фасаду. Однако она является наиболее трудозатратной и медленной для звена ГДЗС, особенно при спасении детей младшего возраста.

Применение пожарных лестниц, в частности, схема с двумя трехколенными лестницами, продемонстрировало возможность многократного сокращения времени эвакуации с верхних этажей (до 10-18 секунд на человека против 1-1,5 минут по лестничной клетке). Этот способ может быть тактически оправдан и высокоэффективен, если лестничные клетки заблокированы, а конструкция здания и обстановка позволяют безопасно установить лестницы и организовать цепочку спасателей.

На основе этих данных сформулированы практические рекомендации. Ключевым фактором является предварительная разведка и оценка рисков, позволяющая руководителю тушения пожара принять оптимальное решение о выборе или комбинации способов эвакуации. Результаты исследования способствуют совершенствованию методик подготовки газодымозащитников, сокращению общего времени спасательной операции и минимизации рисков как для воспитанников ДОУ, так и для личного состава пожарно-спасательных подразделений.

Список источников

1. Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Федеральный закон РФ от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
3. Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
4. Приказ МЧС России от 16.09.2024 г. № 777 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ».
5. Приказ МЧС России от 27.06.2022 г. № 640 «Об утверждении Правил использования средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения личным составом подразделений пожарной охраны».
6. Коршунов И.В., Смагин А.В., Теребнев В.В., Бондаренко М.В., Фроленков С.В. Организация работы сил газодымозащитной службы в документах оперативного планирования боевых действий на пожаре // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2025. № 1. С. 65-73.
7. Теребнев В.В., Коршунов И.В., Смагин А.В., Андреев Д.В. Подготовка газодымозащитника: Учебное пособие. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2022. – 466 с.

Андрей Петрович Кирьян

ФГКУ «Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС России», Донецк, Россия
(a.kiryan@igps.80.mchs.gov.ru, SPIN 7096-8499; ID: 1269500)

Виктория Валентиновна Лебедева

ФГКУ «Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС России», Донецк, Россия
(v.lebedeva@80.mchs.gov.ru, SPIN 9777-7155, ID: 1208502)

Ирина Геннадиевна Старикова

ФГКУ «Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС России», Донецк, Россия
(i.starikova@80.mchs.gov.ru, SPIN 6993-9230; ID: 855840)

Влияние химических реагентов на огнетушащую способность воды

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по оценке влияния жидкого натриевого стекла, карбамида, сульфата и фосфата калия, карбоната кальция, циануровой кислоты, диаммонийфосфата и сульфата железа (III)-аммония на огнетушащую способность воды. Установлено, что наиболее эффективное влияние на тушение модельного очага горения оказывают водные композиции, содержащие 10 масс. % жидкого натриевого стекла и 5 масс. % сульфат калия. Получена аналитическая зависимость, устанавливающая влияние содержания жидкого натриевого стекла на огнетушащую способность воды. Результаты исследования позволяют выбрать наиболее рациональные добавки-модификаторы к воде для эффективного тушения пожаров класса А (твердые горючие материалы) и В (горючие жидкости). Разработанная экспериментальная методика и лабораторная установка могут использоваться для оценки эффективности тушения модельных очагов пожара водными композициями на этапе создания их рецептур.

Ключевые слова: пожарная безопасность, водорастворимые добавки, жидкое стекло, ингибирующая способность, рецептура состава, сульфат калия, тушение пожаров.

Andrey P. Kiryan

Federal State Institution «NII «Respirator» of EMERCOM of Russia», Donetsk, Russia

Victoria V. Lebedeva

Federal State Institution «NII «Respirator» of EMERCOM of Russia», Donetsk, Russia

Irina G. Starikova

Federal State Institution «NII «Respirator» of EMERCOM of Russia», Donetsk, Russia

The effect of chemical reagents on the extinguishing capacity of water

Abstract. The article presents the results of studies evaluating the effect of liquid sodium glass, carbamide, sulfate and potassium phosphate, calcium carbonate, cyanuric acid, diammonium phosphate and ferrous (III)ammonium sulfate on the extinguishing capacity of water. It has been established that the most effective effect on extinguishing a model gorenje is provided by aqueous compositions containing 10 wt. % liquid sodium glass and 5 wt. % potassium sulfate. An analytical relationship has been obtained that establishes the effect of the content of liquid sodium glass on the extinguishing capacity of water. The results of the study make it possible to choose the most rational additives-modifiers to water for effective fire extinguishing of class A (solid combustible materials) and B (combustible liquids). The developed experimental technique and laboratory setup can be used to evaluate the effectiveness of extinguishing model fires with aqueous compositions at the stage of creating their formulations.

Keywords: fire safety, water-soluble additives, liquid glass, inhibitory ability, formulation of the composition, potassium sulfate, fire extinguishing

Современные технологии пожаротушения предусматривают применение тонкораспыленной воды, эффективность действия которой обусловлена повышенным охлаждающим эффектом за счет проникающего действия частиц непосредственно на очаг горения [1]. Однако плохая смачиваемость и низкая вязкость воды приводят к повышению ее расхода и времени тушения пожара. Для повышения огнетушащей способности воды применяют химические добавки – реагенты. Информация, доступная в научно-технической литературе [2–4], свидетельствует о перспективности применения химических реагентов для модификации физико-химических и огнетушащих свойств воды. Известно, что улучшенными параметрами тушения обладает вода, модифицированная жидким стеклом [5]. Несмотря на большое число опубликованных работ относительно различных ингибиторов горения, объем сведений об их огнетушащей способности невелик. Анализ существующей научной проблемы определил цель настоящего исследования – провести экспериментальные исследования и последующую оценку влияния химических реагентов на повышение огнетушащей способности воды.

В качестве объекта исследования выбраны:

- жидкое натриевое стекло ($\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$, где n – силикатный модуль);
- карбамид ($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$);
- сульфат калия (K_2SO_4);
- фосфат калия (KH_2PO_4);
- карбонат кальция (CaCO_3);
- диаммонийфосфат в форме удобрения ($\text{H}_4\text{H}_2\text{PO}_4$);
- сульфат железа (III)-аммония ($\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$).

Исследования проводили согласно разработанной методике, которая предусматривала эксперименты по тушению модельного очага горения водными композициями, содержащими 10–60 масс. % жидкого стекла для установления его наиболее оптимального процентного содержания [6, 7]. Последующая серия экспериментов включала сравнительные исследования по оценке огнетушащей способности водных композиций, содержащих оптимальное соотношение жидкого стекла и химических реагентов. Оценка огнетушащей способности исследуемых композиций выполняли на лабораторной установке (рисунок 1).

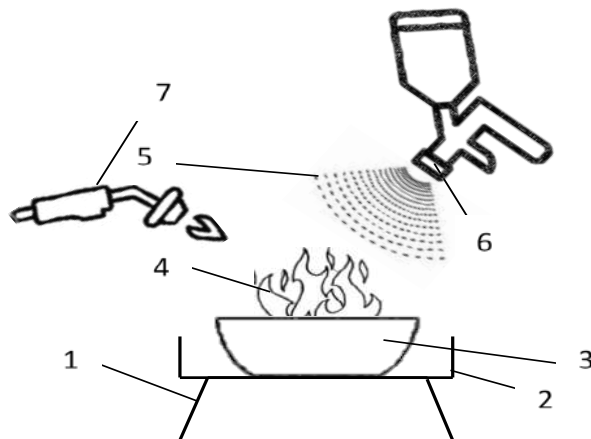


Рисунок 1– Установка для оценки огнетушащей способности водных композиций в лабораторных условиях

1 – подставка; 2 – поднос; 3 – емкость для бензина; 4 – пламя; 5 – распыленная вода с химической добавкой; 6 – мелкодисперсный распылитель; 7 – газовая горелка

Водные композиции набирали в распылитель (6) объемом 100 мл. На подставку (1) с подносом (2) устанавливали металлическую емкость (3), в которую наливали 2 мл бензина и поджигали при помощи газовой горелки (7). Распылитель подносили на расстоянии 200 мм к емкости и производили распыление композиции (5) до полного тушения пламени (4), момент

которого регистрировали визуально. В качестве горючего вещества использовали автомобильный бензин.

Количественным критерием огнетушащей способности композиций выбрано количество распылений, израсходованных на полное прекращение горения модельного очага. Огнезащитную эффективность композиций оценивали сравнением с результатом тушения пламени технической водой без применения антипиренов. Результаты исследования позволили установить зависимость огнетушащей способности воды (количество распылений композиции, затраченных на полное тушение пламени) n от содержания в ней жидкого стекла m , масс. %, в диапазоне концентраций 10–60 масс. %. Экспериментальные значения с высокой достоверностью (коэффициент корреляции 0,92) аппроксимированы полиномиальной зависимостью третьего порядка (рисунок 2).

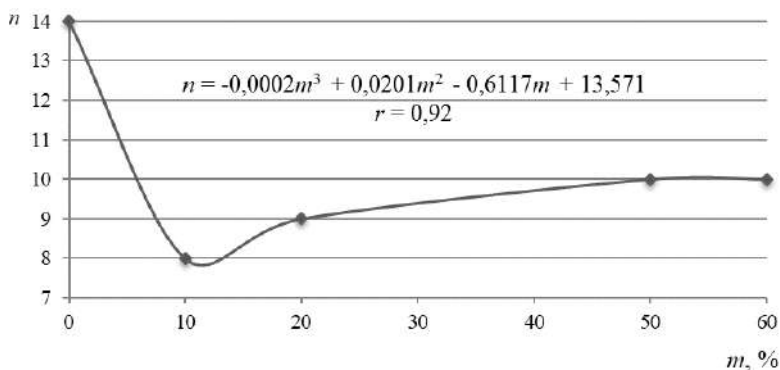


Рисунок 2 – Зависимость огнетушащей способности воды от содержания жидкого

Установлено, что массовое содержание жидкого стекла в воде, при котором достигается наименьшее количество распылений (8 раз), следовательно, и повышение огнетушащей способности воды (в 1,8 раз по отношению к воде без добавок), составляет 10 масс. %.

Для выбора наиболее эффективного антипирена, повышающего огнетушащую способность воды, модифицированной 10 масс. % жидкого стекла, были проведены дополнительные исследования. Наиболее эффективное влияние на тушение очага горения оказала добавка в композицию сульфата калия за счет образования тонкой поверхностной пленки, препятствующей поступлению кислорода воздуха к очагу горения, и последующего затухания пламени. Незначительный эффект тушения отмечен для карбамида, карбоната кальция и фосфата калия. Тушение очага горения композициями, содержащими аммоний железа (III)-сульфат и диаммонийфосфат (в форме удобрения) происходило с задержкой, в связи с недостаточным растворением солей в воде. Для сравнения и оценки огнетушащей способности композиций на основе 10 % водного раствора жидкого стекла с добавками различных антипиренов, а также воды без добавок антипиренов построена гистограмма (рисунок 3)

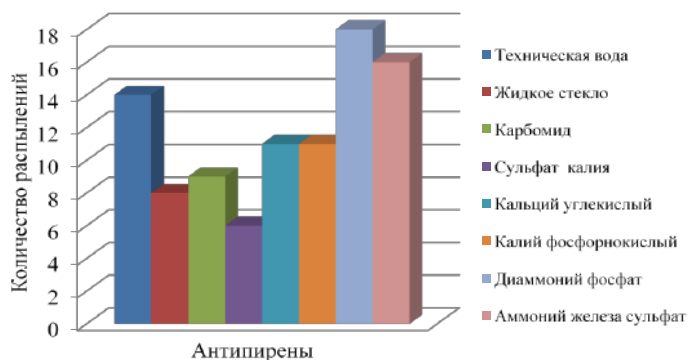


Рисунок 3 – Влияние антипиренов на огнетушащую способность композиций

Как видно из гистограммы, введение 10 масс. % жидкого стекла и 5 масс. % сульфата калия повысило огнетушащую эффективность воды в 1,8 и 2,3 раза соответственно.

Таким образом, водный раствор с концентрацией жидкого стекла 10 масс. % и сульфата калия 5 масс. % обладает огнетушащими свойствами, значительно превышающими огнетушащие характеристики воды без химических добавок.

Перспективным направлением дальнейших исследований видится оптимизация огнетушащих свойств композиции путем варьирования процентного содержания сульфата калия в диапазоне массовых концентраций 2–8 масс. %.

Список источников

1. Засыпка, П. А. Этапы развития системы автоматического пожаротушения тонкораспыленной водой. Зарубежный опыт / П. А. Засыпка // Теория и практика современной науки. – 2020. – № 2(56). – С. 78–81.
2. Лебедева, Н. Ш. Исследование физических и огнетушащих свойств пен с целевыми добавками / Н. Ш. Лебедева, Н. А. Таратанов // Современные проблемы гражданской защиты. – 2021. – № 4(41). – С. 85–93.
3. Пустовалов, И. А. Добавки для повышения эффективности тонкораспыленной воды при тушении пожаров нефтепродуктов / И. А. Пустовалов, А. В. Иванов // Техносферная безопасность. – 2024. – № 1(42). – С. 2–11.
4. Пустовалов, И. А. Экспериментальное исследование огнетушащей способности модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой, модифицированной астраленами / И. А. Пустовалов // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. – 2021. – Т. 30. – № 5. – С. 84–97. DOI: 10.22227/0869-7493.2021.30.05.84-97
5. Павлов, М. М. Жидкофазные огнетушащие составы на основе жидкого стекла / М. М. Павлов, А. И. Янц // Международный научный журнал «Инновационная наука». – 2017. – № 08. – С. 28–29.
6. Лебедева, В. В. Влияние антипиренов на повышение огнетушащей способности воды / В. В. Лебедева, М. К. Томилов // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2024 – № 2(61). – С. 103–111.
7. Лебедева, В. В. Влияние физических свойств водных композиций на их огнетушащую способность / В. В. Лебедева, М. К. Томилов // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2024. – № 3(61). – С. 32–40.

Николай Петрович Копылов

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (np.nanpb@mail.ru, SPIN 4876-5717, ID: 695655)

Андрей Павлович Инчиков

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (apinchikov@vniipo.ru, SPIN 7102-5597, ID: 756715)

Александр Евгеньевич Кузнецов

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (a.kuznecov@vniipo.ru, SPIN 8966-0176, ID: 836688)

Елена Юрьевна Сушкина

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (sushkina@vniipo.ru, SPIN 6891-4848, ID: 446619)

Виктория Ивановна Новикова

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (ous@vniipo.ru, SPIN 5090-2439, ID: 1128158)

Огнезащитная эффективность добавки к воде «Лес-01» при защите объектов от ландшафтных пожаров

Аннотация. Проведен анализ применения добавок к воде для предотвращения перехода ландшафтного пожара на здания и сооружения, экспериментально исследована эффективность добавки «Лес-01» при защите модельных очагов пожара (штабелей древесины) от воспламенения при воздействии теплового потока, генерируемого верховым лесным пожаром.

Ключевые слова: ландшафтный пожар, антипирлирующие добавки к воде, защита объектов от перехода ландшафтного пожара.

Nikolaj P. Kopylov

All-Russian Research Institute for Fire Protection of EMERCOM of Russia, Balashikha, Russia

Andrey P. Inchikov

All-Russian Research Institute for Fire Protection of EMERCOM of Russia, Balashikha, Russia

Alesander E. Kuznetsov

All-Russian Research Institute for Fire Protection of EMERCOM of Russia, Balashikha, Russia

Elena Yu. Sushkina

All-Russian Research Institute for Fire Protection of EMERCOM of Russia, Balashikha, Russia

Viktoriya I. Novikova

All-Russian Research Institute for Fire Protection of EMERCOM of Russia, Balashikha, Russia

Fire-retardant effectiveness of the «Les-01» water additive in protecting objects from landscape fires

Abstract. The application of additives to water to prevent the transition of a landscape fire to buildings and structures was analyzed, and the effectiveness of the «Les-01» additive was experimentally studied in protecting model fire sources (wood piles) from ignition when exposed to the heat flow generated by a crown fire.

Keywords: landscape fire, water-based fire retardants, and protection of objects from landscape fire.

Для защиты населенных пунктов и различных объектов от перехода на них ландшафтных пожаров рекомендуется останавливать фронт горения на безопасном расстоянии от зданий и сооружений, или, если этого не удастся сделать – защищать их от теплового воздействия факела пламени и предотвращать воспламенение горючих материалов на охраняемой территории от горящих искр и головней¹.

Остановка распространения ландшафтного пожара обеспечивается созданием заградительных полос и тушением его горящей кромки. Заградительные полосы отделяют охваченную горением площадь от остальной территории.

Защита от воспламенения зданий, сооружений при воздействии на них теплового излучения от факела пламени и падающих искр и головней достигается предварительной обработкой территории перед фронтом горения огнезащитными составами.

Для решения этих задач рекомендуется применять специализированные добавки к воде, которые классифицируются по типам: смачиватели, загустители, антипирены, комбинированные составы, состоящие из смеси веществ первых трех типов [1].

Наиболее полно в настоящее время изучено тушение горючих материалов при ландшафтных пожарах водными растворами химических соединений [2, 3]. В [4] обобщены исследования по поиску эффективных добавок к воде и объяснению механизма их взаимодействия с древесиной – основным горючим материалом при лесных пожарах. В [1] приведены результаты сравнительных экспериментальных исследований при тушении модельных очагов лесных пожаров водными растворами с использованием смачивателя «Файрекс» (0,3 % масс.), антипирена - бишофита ($MgCl_2$) (8 % масс.), загустителя – бентонита (2, 5, 10 % масс.), антипирена – ОС-5 на основе диаммоний фосфата (4 % масс.), комбинированного состава (антипирена + загустителя) «Лес-01» (2,5; 5; 12 % масс.). Наилучший по эффективности тушения (в 2,5 раза по сравнению с водой) показал состав «Лес-01» при концентрации в воде 2,5 % масс. Этот состав создан на основе антипирена полифосфата аммония $(NH_4PO_3)_n$, $n > 1000$ с добавкой глинистого загустителя.

Огнезащитное действие 10 % водных растворов бишофита и диаммоний фосфата при защите объектов от лесного пожара с интенсивностью тепловыделения $i=13,1$ МВт/м² исследовалось в [5]. Было показано, что примененные добавки обеспечили защиту модельных зданий IV-V степени огнестойкости, обработанных за 4 часа до эксперимента и расположенных на расстоянии более 10 м. На расстоянии 5 м необработанный модельный очаг (штабель древесины) загорелся на 12 минуте, обработанные диаммоний фосфатом и бишофитом штабели загорелись на 2,5 мин и 3 мин позже при максимальном значении теплового потока $q=40$ кВт/м². Эти добавки показали свою эффективность при скорости ветра меньше 15 м/с.

Для оценки огнезащитной эффективности добавки «Лес-01» был проведен специальный эксперимент.

Схема эксперимента предполагала использовать модельный очаг размером 1х2 м высотой 0,9 м (далее – очаг) с мощностью тепловыделения 3,3 МВт/м², что соответствует малоинтенсивному верховому лесному пожару, а также 3 модельных очага размером 0,7х1 м, высотой 0,9 м (далее – образцы), как показано на рис. 1.

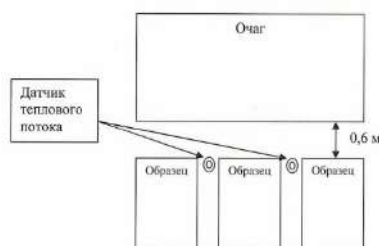


Рисунок 1 – Размещение модельных очагов (в плане)

¹ Проблемы совершенствования пожаротушения в лесах и на предприятиях лесной промышленности // Материалы служебного совещания-семинара. Г. Братск, 1-13 мая 1989 г. М.: ГУПО МВД СССР. 1989. 157 с.

Один из образцов обрабатывался 2,5%-м раствором «Лес-01», второй образец обрабатывался 5%-м раствором «Лес-01». Обработка проводилась с применением ручного ствола от АЦ, на всю глубину очага в течение 30 секунд. Третий образец оставался необработанным.

Осуществлялась выдержка обработанных модельных очагов в течение суток, огневые испытания проводились в сухую погоду.

Между образцами размещались датчики тепловых потоков (см. рис. 1), внутри очага и образцов размещались термопары одинаковым образом.

Поджог очага осуществлялся от поддона с дизельным топливом.

Фиксировалось время начала возгорания каждого из образцов и время их полного охвата пламенем.

По результатам выполненного эксперимента произведен сравнительный анализ времени начала возгорания каждого из образцов (обработанного 2,5%-м раствором «Лес-01», обработанного 5%-м раствором «Лес-01» и необработанного) от теплового излучения горящего очага и времени их полного охвата пламенем.

Результаты проведенных исследований сведены в таблицу.

Таблица – Результаты исследований

Образец	Время начала возгорания, мин.	Время полного охвата пламенем, мин.
Без обработки	3,70	19,45
Обработанный 2,5%-м раствором «Лес-01»	5,35 (+1,65 от б/о)	22,57
Обработанный 5%-м раствором «Лес-01»	7,82 (+ 4,12 от б/о)	26,47

Максимальная плотность теплового потока, зафиксированная перед возгоранием образцов составила 45,3 кВт/м², что соответствует лучистому тепловому потоку при лесном верховом пожаре.

Графики показаний датчиков тепловых потоков и термопар приведены на рис. 2 и 3.

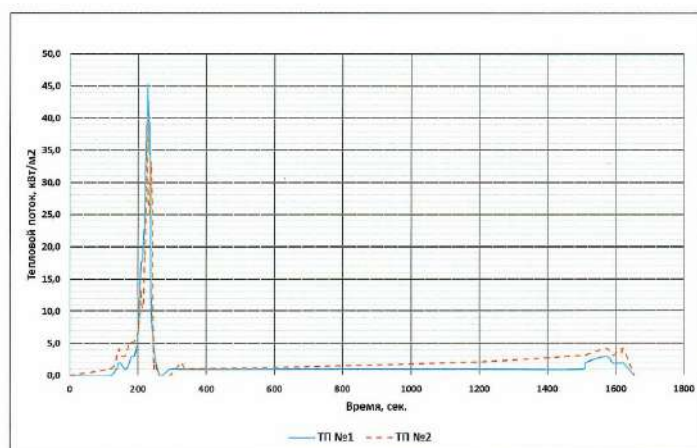


Рисунок 2 – График показаний датчиков тепловых потоков

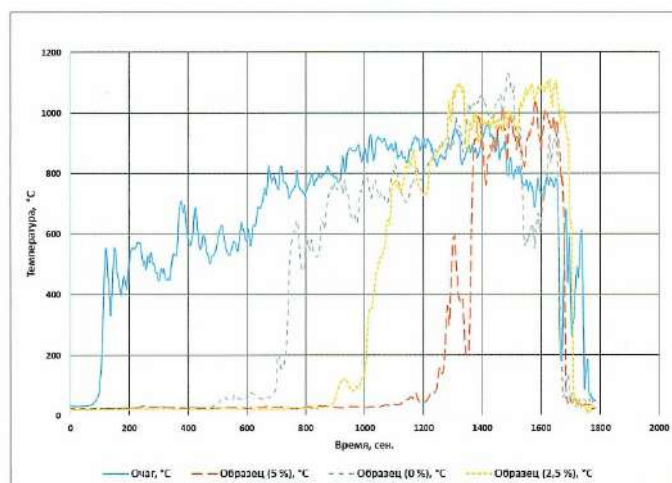


Рисунок 3 – График показаний термопар внутри очага и образцов

На рис. 4 показано начало эксперимента.



Рисунок 4 – Начало эксперимента

Выводы

1. Сравнительный анализ механизма возгорания модельных очагов, обработанных 2,5%-м и 5%-м растворами «Лес-01» после суточной выдержки и необработанного, показал, что время воспламенения от очага загорания с падающим тепловым потоком плотностью не менее $45,3 \text{ кВт/м}^2$ увеличивается по мере увеличения концентрации «Лес-01» и превосходит время загорания необработанного образца соответственно на 1,65 мин и 4, 12 мин.

2. Для защиты объектов от воспламенения при воздействии теплового потока мощностью $\sim 50 \text{ кВт/м}^2$, генерируемого ландшафтными пожарами, целесообразно использовать растворы «Лес-01» с концентрацией более 5% масс.

Список источников

1. Глушков Д.О., Копылов Н.П., Кропотова С.С., Кузнецов Г.В., Стрижак П.А. Локализация и подавление горения лесных материалов с применением авиации. Новосибирск. Издательство СО РАН. 2020. 336 с.

2. Evans D.D., Emmons H.W.// Fire Res. 1977 № 1. P. 57-69/

3. Дунда Е.Е., Телицын Г.П. О пределе огнегасящей эффективности водных растворов химических соединений // Горение и пожары в лесу: сб. тр. Красноярск. ИЛиД им. В.Н. Сукачева. 1978. С. 103-104.
4. Копылов Н.П., Кузнецов А.Е., Сушкина Е.Ю., Карпов В.Н., Яшин В.В. Возможные направления выбора ингибирующих и антипирлирующих добавок к воде при авиационном способе тушения лесных пожаров // Актуальные проблемы пожарной безопасности. Тез докл. М.: ВНИИПО. 2018. С. 189-192
5. Копылов Н.П., Сушкина Е.Ю., Кузнецов А.Е., Новикова В.И. Экспериментальная оценка влияния лучистого теплообмена на переход лесного верхового пожара на населенные пункты // Пожарная безопасность. 2021. № 2(103). С. 19-25

УДК 614.849
ББК 30в6

Владимир Александрович Минаев

Московский университет МВД России им. В. Я. Кикотя, Москва, Россия (mlva@yandex.ru, SPIN 3204-9239, ID: 61731)

Александр Владимирович Мокшанцев

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (mok-av@yandex.ru, SPIN 2276-4010, ID: 730998)

Василий Вячеславович Тимохин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (timokhin.vv@mail.ru, SPIN 3175-6370, ID: 1115708)

Григорий Ньюргуневич Алексеев

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (alekseev-gn@yandex.ru)

**Моделирование динамики распространения лесных пожаров на основе
модифицированного клеточного автомата с учётом рельефа и метеорологических
условий**

Аннотация. В статье представлены результаты разработки и валидации алгоритма прогнозирования распространения лесных пожаров на основе модифицированного клеточного автомата. В рамках исследования предложена модификация классической модели клеточного автомата, где функция перехода дополнена вероятностной формулой с эмпирическими коэффициентами влияния ветра и рельефа.

Ключевые слова: лесной пожар, клеточный автомат, прогнозирование распространения, геоинформационная система.

Vladimir A. Minaev

Kikot Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Moscow, Russia

Alexander V. Mokshantsev

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Vasily V. Timokhin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Grigory N. Alekseev

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

**Modeling the dynamics of forest fire spread based on a modified cellular automaton, taking
into account the terrain and meteorological conditions**

Abstract. The article presents the results of the development and validation of an algorithm for predicting the spread of forest fires based on a modified cellular automaton. In the framework of the study, a modification of the classical cellular automaton model is proposed, where the transition function is supplemented by a probabilistic formula with empirical coefficients of wind and terrain influence.

Keywords: forest fire, cellular automaton, propagation prediction, geographic information system

Лесные пожары представляют собой одну из наиболее разрушительных природных катастроф, ежегодно уничтожая миллионы гектаров лесных массивов и нанося существенный экономический ущерб. За последнее десятилетие площадь лесных насаждений, погибших в

результате лесных пожаров в Российской Федерации, составила порядком 1 637 тыс. га, из них 1 397 тыс. га хвойных пород [1].

Современные информационные системы мониторинга (платформы «Каскад», «ИСДМ-Рослесхоз», «Лесной дозор» [2,3]) эффективно решают задачу обнаружения термических аномалий, однако обладают критическим ограничением: они не обеспечивают оперативного прогнозирования динамики распространения фронта огня. Существующие физико-математические модели (например, на основе уравнений Ротермела [4,5]) требуют детальных входных данных – трёхмерного распределения ветра, влажности лесных горючих материалов по фракциям, теплоты сгорания, – которые в условиях оперативной работы недоступны для обширных территорий. В результате такие модели применяются не для принятия решений в реальном времени.

Альтернативный подход – модели на основе клеточных автоматов (далее – КА) – предлагает приемлемый компромисс между вычислительной эффективностью и адекватностью прогноза. Однако классические реализации КА учитывают преимущественно влияние ветра, игнорируя рельеф местности, который в условиях пересечённого ландшафта может изменять скорость распространения огня [6,7]. Для преодоления данного ограничения в настоящей работе предложен модифицированный алгоритм клеточного автомата, в котором функция перехода дополнена рельефной компонентой. Формализация модели сохраняет классическую структуру КА:

$$KA = \langle G, S, N, f, T \rangle, \quad (1)$$

где:

G – решётка ячеек заданного размера (расчётная область);

S – множество состояний ячейки (не затронута огнём, горит, выгорела, негорючая поверхность);

N – окрестность радиусом $r = 1$ (8 соседних ячеек);

f – функция перехода;

T – дискретное время (с шагом 1 час).

Каждой ячейке c_{ij} в момент времени t сопоставляется вектор атрибутов g_{ij} :

$$g_{ij} = \langle H_{ij}, W_{ij}, B_{ij} \rangle, \quad (2)$$

где:

H_{ij} – высота точки;

W_{ij} – ветровой параметр;

B_{ij} – рельефный параметр.

Функция перехода определяет вероятность перехода ячейки из состояния S_0 в состояние S_1 по формуле:

$$P = P_0 \times K_w \times K_h \times (1 - B), \quad (3)$$

где:

P_0 – базовая вероятность возгорания в зависимости от типа растительности;

K_w – ветровой коэффициент;

K_h – рельефный коэффициент;

B – параметр, учитывающий дополнительные факторы влияния рельефа.

Ячейка переходит в состояние «горит» при выполнении условия $P > 0,5$.

Алгоритм реализован в виде плагина для открытой платформы Next GIS QGIS на языке Python 3.8 + с использованием библиотек PyQGIS для интеграции с геоинформационной средой, NumPy для векторизованных математических вычислений и GDAL для обработки цифровой модели рельефа. Процесс симуляции выполняется в три этапа: инициализация расчётной сетки вокруг точки возгорания с присвоением атрибутов каждой ячейке на основе пересечения со слоями лесного фонда, ЦМР и гидрографии; последовательный перебор точек в окрестности с применением функции перехода; обновление состояний (ячейки, горящие более двух шагов, переходят в состояние «выгорела»).

Блок-схема предлагаемого алгоритма прогнозирования распространения лесного пожара представлена на рисунке 1.

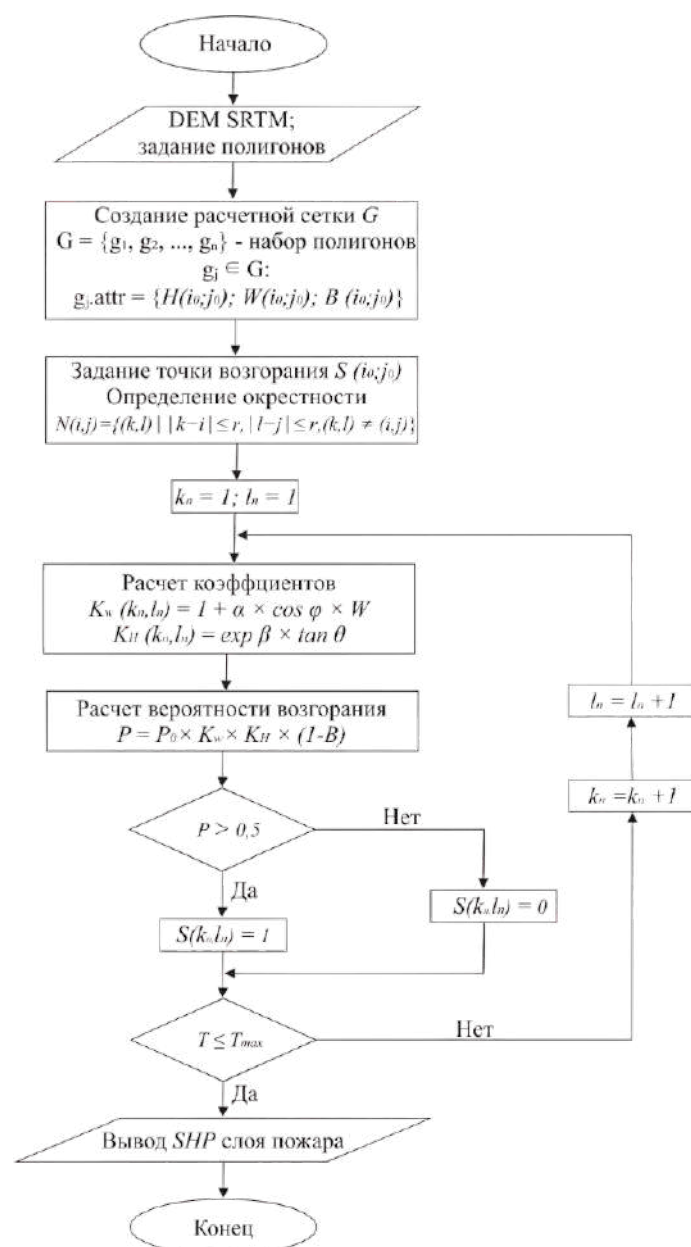


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма прогнозирования распространения лесного пожара

Валидация алгоритма проведена на модельном сценарии с переменным рельефом и сильным ветром. Результаты моделирования подтвердили физическую адекватность разработанной модели: алгоритм корректно смоделировал распространение огня со скоростью 1,8 км/ч по направлению ветра. Визуализация прогнозных периметров на момент возгорания, 1, 3 и 6 часов выполнена в виде тематических векторных слоёв с цветовой схемой состояний (желтый – не затронута, красный – горит, чёрный – выгорела). На рисунках 2-5 показаны указанные этапы моделирования.

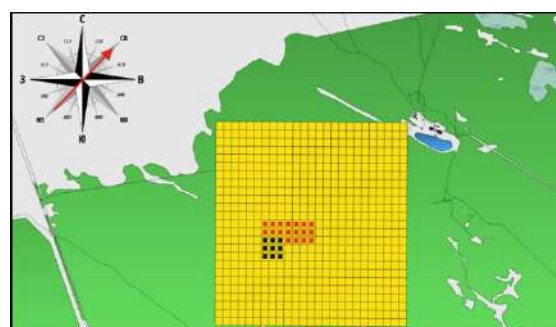


Рисунок 2 – Расчетная сетка и очаг пожара

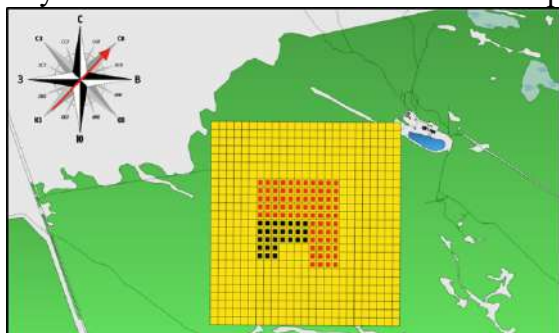


Рисунок 3 – Распространение через 1 час

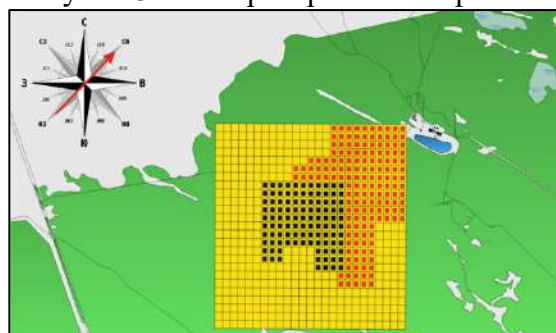


Рисунок 4 – Распространение через 3 часа

Рисунок 5 – Распространение через 6 часов

Преимущества предложенного подхода заключаются в следующем:

- обеспечивается оперативность расчётов (время прогнозирования на 24 часа менее 180 секунд), что критически важно для принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций;
- модель учитывает специфику ландшафта через интеграцию с цифровой моделью рельефа, что повышает точность прогноза;
- использование открытой платформы гарантирует автономность и отсутствие затрат на лицензирование коммерческого программного обеспечения.

Таким образом, предлагаемый алгоритм позволяет перейти к активному прогнозированию развития пожарной обстановки, обеспечивая основу для оптимизации расстановки сил и средств тушения, планирования эвакуации населения и минимизации социально-экономических последствий природных пожаров.

Список источников

1. Каракулова, О. А. Лесные пожары в России: Виды, причины, статистика / О. А. Каракулова, Т. С. Февральская // Современные тенденции развития науки: проблемы и перспективы в контексте глобальных вызовов: сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции, Анапа, 06 января 2025 года. – Анапа: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе, 2025. – С. 32-40. – EDN FOMNEN.
2. Белов, А. А. Об интеллектуальных средствах мониторинга и прогнозирования природных чрезвычайных ситуаций на примере лесных пожаров / А. А. Белов, А. С. Боровский // Компьютерная интеграция производства и ИПИИ-технологии: матер. VIII Всерос. науч.-практ. конф., Оренбург, 16–17 ноября 2017 г. / Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: Оренбургский гос. ун-т, 2017. – С. 174–177. – EDN XGOXAQ.
3. Долгов, А. А. Программно-аппаратные комплексы (автоматизированные системы) защиты населенных пунктов и объектов экономики от природных пожаров / А. А. Долгов, Д. С. Ковалева // Новые подходы к управлению рисками техногенных катастроф и стихийных бедствий. Теория и практика: матер. Круглого стола в рамках Междунар. салона средств обеспечения безопасности «Комплексная безопасность – 2018», Ногинск, 08 июня 2018 г. – Ногинск: Всерос. науч.-исслед. ин-т по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2018. – С. 60–64. – EDN UVVGTX.
4. Богословский, Р. А. Математическое моделирование распространения лесных пожаров / Р. А. Богословский, А. М. Королева // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности: Сборник трудов XXXV Международной научно-практической конференции, Химки, 26 февраля 2025 года. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России им. генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2025. – С. 28-33. – EDN TSHIDK.
5. Анойкин, Р. К. Анализ математических моделей, используемых для прогнозирования низовых лесных пожаров / Р. К. Анойкин // Технологии гражданской

безопасности. – 2020. – Т. 17, № 2(64). – С. 58-60. – DOI 10.54234/CST.19968493.2020.17.2.64.10.58. – EDN RZCUAW.

6. Влияние эффектов обтекания на динамику природного пожара в условиях неоднородности рельефа / А. Д. Постнов, Д. А. Масленников, Л. Ю. Катаева, С. А. Лоцилов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – С. 869. – EDN RVDAQH.

7. Катаева, Л. Ю. Численное моделирование динамики пожара с учетом рельефа местности и внешнего поля скоростей / Л. Ю. Катаева, Д. А. Масленников, И. Е. Белоцерковская // Пожаровзрывобезопасность. – 2012. – Т. 21, № 12. – С. 49-58. – EDN PKNIVR.

УДК 614.849
ББК 30в6

Владимир Александрович Минаев

Московский университет МВД России им. В. Я. Кикотя, Москва, Россия (mlva@yandex.ru, SPIN 3204-9239, ID: 61731)

Александр Владимирович Мокшанцев

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (mok-av@yandex.ru, SPIN 2276-4010, ID: 730998)

Василий Вячеславович Тимохин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (timokhin.vv@mail.ru, SPIN 3175-6370, ID: 1115708)

Григорий Ньюргунович Алексеев

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (alekseev-gn@yandex.ru)

Оптимизация мониторинга лесных территорий с применением адаптивных маршрутов беспилотных авиационных систем

Аннотация. В статье представлены результаты разработки алгоритма оптимизации воздушного мониторинга лесных территорий с использованием беспилотных авиационных систем. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности мониторинга обширных лесных массивов, где традиционные методы наземного патрулирования оказываются недостаточно эффективными. В рамках исследования предложен алгоритм планирования маршрутов с использованием адаптивной сетки с переменным разрешением и интеграцией данных о рельефе и приоритетных зонах.

Ключевые слова: беспилотная авиационная система, планирование, адаптивная сетка, цифровая модель рельефа, мониторинг, геоинформационная система.

Vladimir A. Minaev

Kikot Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Moscow, Russia

Alexander V. Mokshantsev

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Vasily V. Timokhin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Grigory N. Alekseev

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Optimization of monitoring of forest areas using adaptive routes of unmanned aircraft systems

Abstract. The article presents the results of the development of an algorithm for optimizing aerial monitoring of forest areas using unmanned aircraft systems. The relevance of the study is due to the need to increase the effectiveness of monitoring vast forests, where traditional methods of ground patrol are not effective enough. As part of the study, an algorithm for route planning using an adaptive grid with variable resolution and integration of terrain and priority zone data is proposed.

Keywords: unmanned aircraft system, planning, adaptive grid, digital terrain model, monitoring, geoinformation system.

Лесные массивы Российской Федерации занимают около 46 % территории страны и представляют собой стратегический природный ресурс, требующий постоянного мониторинга [1]. За последнее десятилетие площадь лесных насаждений, погибших в результате лесных

пожаров в Российской Федерации, составила порядком 1 637 тыс. га, из них 1 397 тыс. га хвойных пород [2]. Ключевым фактором, определяющим масштаб последствий пожара, является время его обнаружения: возгорание, выявленное на ранней стадии при минимальной площади, может быть локализовано в кратчайшие сроки, в то время как позднее обнаружение приводит к значительному увеличению площади горения и требует привлечения авиации и дополнительных сил с многократным ростом материальных затрат.

Современные системы мониторинга, основанные на дистанционном зондировании земли (далее – ДЗЗ), обеспечивают обнаружение термических аномалий, однако не решают задачу оптимального планирования маршрутов беспилотных авиационных систем (далее – БАС) для детального мониторинга. Кроме того, применение ДДЗ ограничено разрешающей способностью, периодичностью пролётов и зависимостью от метеоусловий.

БАС представляют собой перспективную технологию для повышения эффективности лесного мониторинга. По сравнению с пилотируемой авиацией они обеспечивают снижение стоимости одного часа полёта, возможность работы в сложных метеоусловиях и автономное выполнение задач без участия оператора. Таким образом, целью данного исследования являлась разработка алгоритма планирования маршрутов БАС, обеспечивающего максимальное покрытие зоны с учетом рельефа местности и технических ограничений беспилотного воздушного судна.

Алгоритм планирования маршрутов БАС реализован в соответствии с последовательностью шагов, представленной на блок-схеме (рисунок 1).

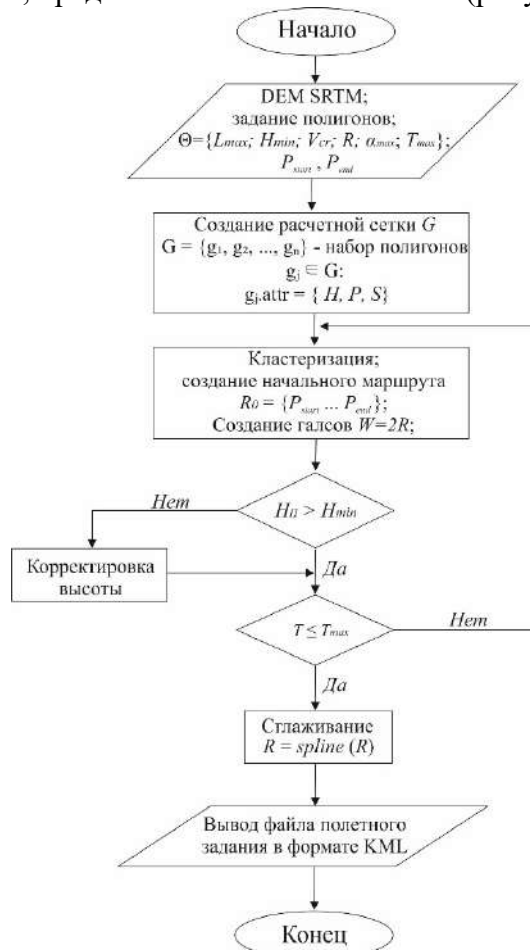


Рисунок 1 – Алгоритм планирования маршрутов БАС

Процесс начинается с загрузки исходных данных: цифровой модели рельефа, задания полигонов приоритетных зон и определения параметров БАС (1):

$$\theta = \{L_{max}; H_{min}; V_{cr}; R; \alpha_{max}; T_{max}\}, \quad (1)$$

где:

L_{max} – максимальная дальность полёта (км);

H_{min} – минимальная безопасная высота полёта над рельефом (м);

V_{cr} – крейсерская скорость (м/с);

R – эффективный радиус обзора бортовой камеры на высоте H_{min} ;

α_{max} – максимально допустимый угол крена для съёмки;

T_{max} – максимальное время полёта.

Следующим этапом является создание расчётной сетки G , где каждый полигон g_i получает следующие атрибуты:

$$g_i = \{H_i; P_i; S_i\}, \quad (2)$$

где:

H_i – средняя высота ячейки по ЦМР;

P_i – приоритет ячейки (рассчитывается как взвешенная сумма пересечений ячейки с приоритетными полигонами);

S_i – сложность рельефа (максимальный уклон ячейки).

Сетка строится с переменным разрешением в зависимости от уровня пожарной опасности: в приоритетных зонах (лесные массивы вблизи населенных пунктов и инфраструктуры) применяется высокая детализация (30 м), а в менее критичных зонах разрешение снижается до 100 м. Это позволяет оптимизировать вычислительные ресурсы при работе с обширными территориями без потери точности в критически важных зонах.

Далее осуществляется кластеризация пространства и создание начального маршрута R_0 , определяющего последовательность посещения ключевых точек. Одновременно формируются галсы (полосы обзора) в соответствии с выражением (3):

$$W = 2R, \quad (3)$$

где:

R – радиус обзора камеры на заданной высоте;

P_i – приоритет ячейки (рассчитывается как взвешенная сумма пересечений ячейки с приоритетными полигонами);

На этапе оптимизации и проверки ограничений для каждой точки маршрута проверяется условие по требуемой безопасной высоте полёта (4):

$$H_{п} > H_{min} \quad (4)$$

– рассчитывается общая длина маршрута L и время полёта T (5):

$$T = \frac{L}{V_{cr}} \quad (5)$$

Если $L > L_{max}$ или $T > T_{max}$, маршрут разбивается на несколько независимых вылетов с возвратом.

На этапе постобработки производится упрощение траектории: резкие углы и повороты в маршруте галса сглаживаются с использованием алгоритмов интерполяции, чтобы получить плавную траекторию, удобную для автопилота БАС. Формируется итоговый файл маршрута, с последующей конвертацией в стандартный формат, считываемый наземной станцией управления (далее – НСУ) БАС. На карту геоинформационной системы наносится итоговый маршрут и зона покрытия.

Валидация алгоритма проведена на модельном сценарии, отражающем типичный ландшафт труднодоступной территории: равнинная тайга площадью 3500 м × 1940 м с минимальной антропогенной нагрузкой. В качестве типовой платформы использован БАС самолетного типа «Геоскан-701» с тактико-техническими характеристиками, представленными в таблице 1.

Таблица – Тактико-технические характеристики БАС «Геоскан-701»

№ п/п	Параметр	Значение	Единица измерения
1.	Максимальная взлётная масса	25	кг
2.	Дальность полёта	1000	км

3.	Максимальная продолжительность полёта	10	ч
4.	Крейсерская скорость	25	м/с
5.	Рабочая высота полёта	150-3500	м
6.	Радиус действия (при прямой видимости)	250	км
7.	Ширина полосы обзора (на высоте 300 м)	~ 800	м
8.	Способ посадки	парашют	-

Результаты валидации подтвердили работоспособность алгоритма: сформирован маршрут по схеме параллельного галсирования («змейка») с 7 галсами, обеспечивающий полное покрытие целевой зоны при заданном перекрытии 60 %. Общая длина маршрута составила 26,8 км, что укладывается в технические ограничения БАС.

Результаты валидации модуля планирования маршрутов БАС (с пояснительными подписями отдельных фрагментов полетного задания) наглядно представлены на рисунке 2, демонстрирующем сформированный маршрут для выбранного сценария.

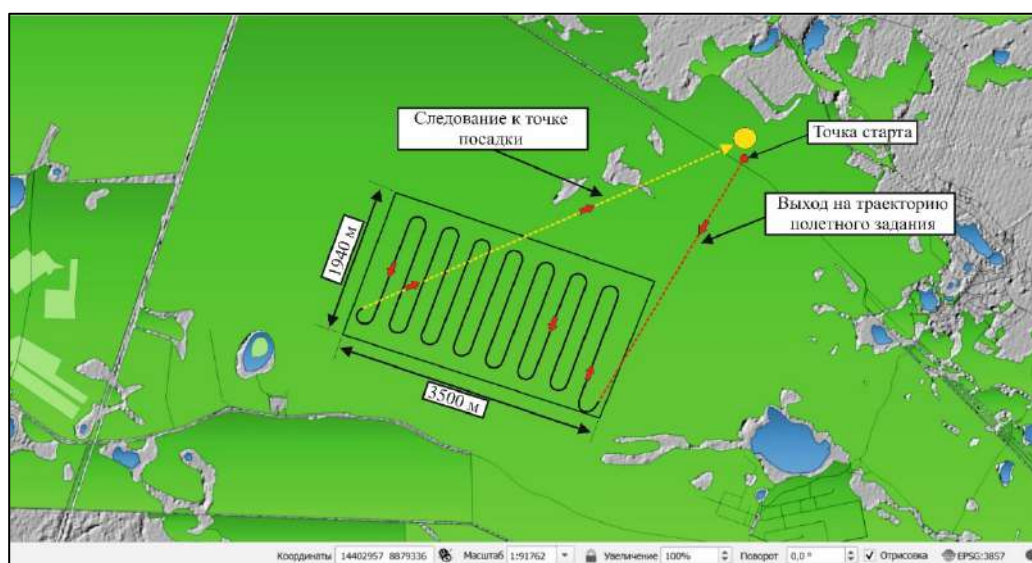


Рисунок 2 – Построение маршрута для выполнения полетного задания БАС самолетного типа «Геоскан 701»

Преимущества разработанного подхода заключаются в следующем:

- учет рельефа обеспечивает безопасность полета и повышает эффективность мониторинга за счет оптимального выбора высоты;
- схема «змейка» минимизирует количество поворотов, что увеличивает время полета за счет экономии энергии и позволяет обследовать большую площадь за один вылет;
- адаптивная сетка позволяет сократить время расчета маршрута, по сравнению с равномерной сеткой, при сохранении качества покрытия.

Необходимо отметить интеграцию представленного алгоритма в геоинформационную систему Next GIS QGIS с интуитивно понятным интерфейсом, что обеспечивает доступность для пользователей со средним уровнем компьютерной грамотности [3,4]. Пользователь может задать параметры БАС, выбрать приоритетные зоны и получить оптимальный маршрут в виде готового файла для импорта на НСУ БАС. Визуализация маршрута и зон покрытия в среде Next GIS QGIS позволяет оперативно оценить логику планирования и принять обоснованные решения без необходимости глубокого погружения в математические детали алгоритма.

Таким образом, разработанный алгоритм представляет собой решение, способное существенно повысить оперативность обнаружения лесных возгораний и оптимизировать использование ресурсов БАС. Дальнейшие исследования будут направлены на интеграцию прогнозных моделей распространения пожаров в процесс планирования маршрутов для

динамической корректировки траектории полетного задания в условиях изменяющейся обстановки.

Список источников

1. Топтунова, В. А. Лесные пожары в России / В. А. Топтунова // Инновационные процессы в сельском хозяйстве: сборник статей XV Международной научно-практической конференции, Москва, 20–21 апреля 2023 года. – Москва: Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, 2023. – С. 37-42. – EDN LFTZOC.
2. Каракулова, О. А. Лесные пожары в России: Виды, причины, статистика / О. А. Каракулова, Т. С. Февральская // Современные тенденции развития науки: проблемы и перспективы в контексте глобальных вызовов: сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции, Анапа, 06 января 2025 года. – Анапа: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе, 2025. – С. 32-40. – EDN FOMNEN.
3. Левичев, О. А. Технология обработки геопространственных данных при мониторинге лесных пожаров в свободной кроссплатформенной геоинформационной системе «QGIS» / О. А. Левичев, Е. В. Орешкина, Н. В. Новоселова // Совершенствование тактики действий спасательных воинских формирований МЧС России: сб. тр. XXXV Междунар. науч.-практ. конф., Химки, 26 февраля 2025 г. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России им. генерал-лейтенанта Д. И. Михайлика, 2025. – С. 29–37. – EDN HBRNOI.
4. Седов, Д. В. О возможностях геоинформационной системы дистанционного мониторинга при расследовании лесных пожаров на примере территории Республики Саха (Якутия) / Д. В. Седов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2025. – № 4(154). – DOI 10.60797/IRJ.2025.154.73. – EDN CLELOG.

Александр Анатольевич Третьяков

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России», г. Санкт-Петербург, Россия (alextre1973@mail.ru, SPIN 9915-8246, ID: 4455667)

Обоснование проблем и направлений совершенствования системы управления пожарными подразделениями

Аннотация. В статье рассматриваются основные проблемы системы управления пожарными подразделениями и возможные пути её совершенствования. В современных условиях состояние и развитие управления справедливо расценивается как один из важнейших показателей боевой готовности пожарной охраны, уровня её организационного и технического совершенства. Повышение тактических возможностей пожарных подразделений становится возможным на основе совершенствования управления боевыми действиями, применения современных методов решения управленческих задач, комплексной оценки эффективности боевых действий.

Ключевые слова: защита населения, чрезвычайные ситуации, пожарная опасность объектов, пожарно-спасательные подразделения.

Substantiation of the problems and directions of improvement of the fire department management system

Alexander A. Tretyakov

St. Petersburg University of the Ministry of Emergency Situations of Russia, St. Petersburg, Russia

Abstract. The article discusses the main problems of the fire department management system and possible ways to improve it. In modern conditions, the state and development of management is rightly regarded as one of the most important indicators of the combat readiness of the fire department, the level of its organizational and technical excellence.

Keywords: public protection, emergencies, fire danger of facilities, fire and rescue units.

Обеспечение защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера и пожаров является одной из важнейших задач государственной политики Российской Федерации в области национальной безопасности и обеспечения устойчивого развития страны [1].

Устойчивый рост пожарной опасности объектов, ухудшение технического состояния пожарной техники и средств тушения, рост количества погибших на пожарах в стране, отсутствие необходимого количества кадровых пожарных - профессионалов ставят перед пожарно-спасательной службой МЧС России сложные задачи повышения эффективности боевой деятельности в сфере борьбы с пожарами, снижения материального ущерба и гибели людей от пожаров [2]. К числу основных направлений научной деятельности в современных условиях, способствующих решению поставленных задач, можно отнести:

- определение научно обоснованных норм штатов пожарно-спасательных подразделений и их рациональной дислокации;
- определение оптимальных методов управления силами и средствами при тушении крупных и сложных пожаров;
- определение экономической эффективности пожарной защиты объектов;
- разработка новых и совершенствование существующих способов и приёмов ведения боевых действий на пожарах;

— исследование тактических возможностей и эффективности боевых действий пожарных подразделений.

И не случайно для тактики тушения пожаров важными становятся вопросы, связанные с разработкой показателя уровня реализации тактических возможностей и критерия эффективности боевых действий подразделений, с получением научно-обоснованных (нормативных) величин по таким параметрам как скорость, площадь, время тушения пожара и сопутствующих процессу тушения других видов параметров [3].

Важность и необходимость исследования тактических возможностей подразделений вызвана и непосредственными запросами практики, так как отсутствие специальных оценочных показателей по тактическим возможностям и эффективности боевых действий подразделений не позволяет производить качественную оценку их работы на каждом пожаре, не стимулирует их труд, а это вызвано отсутствием:

- научно-обоснованной теории, описывающей процесс боевых действий;
- критериев, определяющих оценку эффективности боевых действий;
- данных о факторах, влияющих на изменение работоспособности пожарных на пожаре;
- комплексных данных о составляющих действий, выполняемых участниками тушения пожаров.

При отсутствии этих данных, невозможно научно и обоснованно осуществлять оценку и эффективность боевых действий на пожаре.

Повышение тактических возможностей пожарных подразделений становится возможным на основе совершенствования управления боевыми действиями, применения современных методов решения управленческих задач, комплексной оценки эффективности боевых действий. В настоящее время основным направлением исследований пожарной тактики является выявление закономерностей, присущих процессам подготовки и проведения операций пожаротушения и связанных с ними спасательных работ. Важность и необходимость изучения тактических возможностей подразделений обусловлена также непосредственными практическими запросами, поскольку отсутствие специальных показателей оценки тактических возможностей и эффективности боевых действий подразделений не позволяет качественно оценить их работу при каждом пожаре [4].

Опыт показывает, что надежное управление подразделениями пожарной охраны – один из основных факторов достижения успехов тушения пожаров. Чем сложнее становились структура и техническая оснащенность подразделений пожарной охраны, условия и способы ведения тактико-технических действий, тем более высокие требования предъявляются к управлению.

Следовательно, совершенствование управления пожарными подразделениями должно вестись постоянно, ибо нет предела научно-техническому прогрессу, повышению тактических возможностей пожарно-технического вооружения (ПТВ), пожарной техники и подразделений. Всегда актуальной будет задача приведения управления в соответствие с постоянно возрастающими требованиями к нему, поскольку управление, отставшее в своем развитии, начинает сковывать тактические возможности подразделений пожарной охраны вместо того, чтобы открывать простор для эффективного использования их потенциальных возможностей в условиях тушения пожаров. Возникают специфические требования к управлению и в связи с развитием новых технических средств тушения. Большое влияние на требования к управлению оказывает и необходимость научного предвидения на базе современных методов прогнозирования развития обстановки, что невозможно без хорошей организации разведки на пожаре и знания обстановки [5].

Современные требования к управлению силами и средствами на пожаре обуславливаются многими факторами. Их совокупность позволяет сделать вывод о том, что управление силами и средствами на пожаре должно отвечать таким требованиям, как устойчивость, оперативность и качество. Выполнение этих требований должно рассматриваться в их взаимосвязи и зависимости. Это и составляет одну из главных задач

теории при исследовании путей совершенствования управления подразделениями пожарной охраны. Здесь важно будет вскрыть и глубоко проанализировать каждое из требований к управлению подразделениями, оценить состояние современных форм, средств и методов управления и их соответствие предъявляемым требованиям. Только на базе системного анализа условий, требований и возможностей, а также комплексного подхода к решению возникающих проблем можно правильно определить пути дальнейшего совершенствования управления силами и средствами на пожаре. При этом сами требования к управлению могут носить различный характер. Требования к управлению силами и средствами на пожаре могут быть общего и частного характера [6].

Требования общего характера касаются управления в целом. Они имеют отношение к структуре и технической оснащенности систем управления, формам организации и методам управленческой деятельности с широким использованием средств оргтехники.

Частные требования касаются отдельных сторон управления, определенных элементов системы управления, форм и методов их функционирования. Частные требования обычно вытекают из общих и носят соподчиненный характер. В них отражаются взаимосвязь и взаимозависимость отдельных сторон или элементов управления силами и средствами на пожаре.

При анализе требований к управлению надо стремиться к выявлению их совокупности, взаимосвязи и соподчиненности. Только при этом условии можно установить систему требований и критериев для оценки эффективности их выполнения. Значение опыта тушения определяется тем, что пожар – суровая и высшая школа проверки готовности пожарных подразделений и правильности теоретических аспектов тушения пожаров. Вместе с тем, только в ходе тушения пожара с достаточной полнотой можно выявить и оценить тактические возможности сил и средств при ведении тактико-технических действий. Следовательно, изучение в сопоставлении истинных взглядов и результатов тушения пожаров позволяет найти лучшие пути совершенствования состава, организационной структуры и тактики использования подразделений [7].

Сейчас, как известно, во многом изменились средства борьбы с пожарами, а под их влиянием характер и способы тактико-технических действий. Поэтому в ходе тушения пожаров еще в большей мере, чем прежде, потребуется неоднократно уточнять, изменять и развивать взгляды на применение пожарных подразделений.

Органы управления к изучению и распространению опыта тушения пожаров готовятся заблаговременно. Объем и содержание их данной работы непостоянны и зависят от вида тактико-технических действий, полученной задачи и реальных условий выполнения. Но в любых условиях их усилия распределяются так, чтобы как можно полнее и объективнее решить основные задачи, которые состоят и в том, чтобы выявить состояние готовности подразделений и какими способами необходимо ее поддерживать; тактические свойства ПТВ, техники и принципы их использования; состав, техническое оснащение и организационную структуру подразделений, новые способы ведения и обеспечения тактико-технических действий, их сильные и слабые стороны; систему, методы и средства управления подразделениями; возможности и способы действий пожарных подразделений по тушению пожаров; влияние новых средств борьбы с пожарами на способы действий подразделений пожарной охраны. Решаются эти и другие задачи так, чтобы в итоге изучения и учета, данных опыта исключить просчеты в тушении пожаров [8].

Успех изучения опыта тушения пожаров также зависит, во-первых, от наличия необходимого количества достоверных сведений о нем и, во-вторых, от подхода к их истолкованию и оценке. Работа по изучению опыта тушения пожаров непосредственно в подразделениях – один из основных способов. Он применяется как до начала тушения пожаров, так и после их завершения. Нужный эффект этот способ дает, однако, только при надлежащей подготовке тех лиц, которые будут докладывать результаты тушения. Им даются четкие указания, какие вопросы изучить на месте, какие источники (материалы) и как использовать, к какому сроку обобщить и оформить добытые сведения, кому и когда их доложить. Надо также всегда

учитывать, что применение новой пожарной техники, новых способов и приемов ведения тактико-технических действий ранее других испытывают на себе подразделения, непосредственно ведущие тушение. Именно у них накапливается передовой опыт действий, на сборе и изучении которого и сосредоточиваются усилия выделенных для этой цели сотрудников.

Таким образом, эффективность практики управления подразделениями в решающей степени зависит от глубины теоретической разработки вопросов управления в общей системе пожарной безопасности. Эта зависимость особенно остро проявляется в настоящее время, когда новые средства и способы ведения боевых действий на пожаре предъявили к управлению и новые, более высокие требования, практическое выполнение которых немыслимо без научной теории управления пожарными подразделениями.

Список источников

1. Иванов А.Н. и др. Анализ современного состояния обеспечения комплексной безопасности в структуре МЧС России на территории Арктической зоны // Актуальные проблемы и перспективы развития мировой науки и техники: состояние, проблемы и пути решения: материалы XV Международной научно-практической конференции. – Ставрополь, 2023. – С. 174-176.
2. Демьянов В.А. и др. Спасательные и противопожарные службы на страже Арктики // Технические и естественно-научные достижения современности: актуальные вопросы и разработки: Сборник научных статей. – Волгоград, 2024. – С. 169-171.
3. Третьяков А.А. Перспективы развития пожарной техники, применяемой для ведения пожарно-спасательных операций и разведки в условиях повышенной опасности и в ограниченном пространстве // Научно-исследовательские публикации. – 2023. – № 3/2023. – С. 82-84.
4. Мельников Г.О. и др. Реализация комплексного подхода к спасательным работам МЧС России в Арктике // Рефлексия. – 2023. – № 6/2023. – С. 25-28.
5. Мельник А.А. и др. Проблемы и пути решения обеспечения надежности использования пожарной и аварийно-спасательной техники, технических средств, оборудования МЧС России в Арктическом регионе // Русский лед - 2024: Материалы Международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург: СПб УГПС России, 2024. – С. 20-25.
6. Руднев Е.В. и др. Инновационный подход к спасательным работам в Арктической зоне Российской Федерации // Фундаментальные и прикладные исследования в условиях геополитической нестабильности: материалы XXIII Всероссийской научно-практической конференции. – Ростов-на-Дону, 2023. – С. 92-95.
7. Турсенев С.А. и др. Анализ состояния сил и средств аварийно-спасательных формирований федеральных органов исполнительной власти в Арктическом регионе и перспективы развития // Мировые научные дискуссии в эпоху цифровизации: от теории к практике: материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Москва, 2023. – С. 258-260.
8. Марков И.С. и др. Особые решения в организации спасательных работ МЧС России в условиях Арктики // Мировые стратегии развития науки и образования в новой реальности: междисциплинарные исследования: материалы I Международной научно-практической конференции. – Москва, 2024. – С. 178-180.

Евгений Николаевич Тужиков

ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России», Екатеринбург, Россия (fireman87@bk.ru, SPIN 4094-2190, ID: 759898)

Канат Алтынбекович Кушеров

ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России», Екатеринбург, Россия (kusherovk19@mail.ru)

Роль IT-технологий в повышении пожарной безопасности: опыт разработки программы для ЭВМ в МЧС России

Аннотация. В статье рассматриваются основные аспекты применения IT-технологий в деятельности МЧС России на примере разработанной авторским коллективом программы для ЭВМ «Оценка и прогнозирование состояния пожарной безопасности на объектах здравоохранения». Особое внимание уделено вопросам проектирования, внедрения и эксплуатации программ для ЭВМ в целях мониторинга чрезвычайных ситуаций, управления ресурсами и, в конечном итоге, состоянием пожарной безопасности на территории.

Ключевые слова: программа для ЭВМ, МЧС России, автоматизация, мониторинг ЧС, пожарная безопасность.

Evgeny N. Tuzhikov

Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg, Russia

Kanat A. Kusherov

Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg, Russia

The role of it technologies in improving fire safety: experience in developing a computer program in the Russian ministry of emergency situations

Abstract. The article discusses the main aspects of the application of IT technologies in the activities of the Russian Ministry of Emergency Situations on the example of the computer program «Assessment and forecasting of fire safety at healthcare facilities» developed by the author's team. Special attention is paid to the design, implementation, and operation of computer programs for monitoring emergencies, managing resources, and ultimately, the state of fire safety in the territory.

Keywords: computer program, Russian Ministry of Emergency Situations, automation, emergency monitoring, fire safety.

В современных условиях обеспечение деятельности МЧС России требует интеграции множества разнородных информационных систем и технологий и средств: системы видеонаблюдения, сенсорные сети, базы данных, средства связи, аналитические платформы, инструменты прогнозирования, а также программное обеспечение (далее – ПО). В таких условиях традиционный подход к построению IT-инфраструктуры оказывается неэффективным.

Программа для ЭВМ (далее – Программа) представляет собой представленную в объективной форме совокупность данных и команд, предназначенных для функционирования ЭВМ и других компьютерных устройств в целях получения определённого результата¹.

Программы для ЭВМ обеспечивают:

Управление ресурсами компьютера;

Обработку данных;

¹ Ст. 1261 Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая) от 18.12.2006 N 230-ФЗ // Парламентская газета, № 214-215, 21.12.2006.

Пользовательский интерфейс;
Хранение данных;
Коммуникацию пользователей;
Безопасность данных;
Автоматизацию данных [1]

Актуальность темы проведенного исследования заключается в том, что:

- в условиях импортозамещения остро ощущается потребность в разработке отечественных IT-продуктов;
- назрела острая необходимость в сокращении сроков внедрения критически значимых информационных систем и инструментов в деятельность МЧС России;
- многократно увеличились объемы информационных данных и необходимость в их централизованной обработке.

Цель исследования: определить ключевые характеристики, преимущества и недостатки Программ, а также оценить возможность их применения в деятельности МЧС России.

Информационные технологии (IT) играют ключевую роль в повышении эффективности управления процессами, автоматизации расчётов, хранении и обработке больших объёмов данных [2]. Их применение позволяет ускорить принятие управленческих решений, минимизировать человеческий фактор и обеспечить высокий уровень точности при анализе рисков и прогнозировании различных сценариев.

Специальные программы и программно-аппаратные комплексы (далее – ПАК) предназначены для интеграции программного обеспечения (далее – ПО) и технических средств в единую систему, обеспечивающую мониторинг, контроль и управление объектами в режиме реального времени. Использование специальных программ и ПАК повышает надёжность функционирования системы управления в МЧС России, способствует своевременному выявлению угроз и позволяет эффективно обеспечивать безопасность и устойчивость инфраструктуры.

Далее будем рассматривать роль IT-технологий в повышении пожарной безопасности на примере полученного нами опыта при разработке Программы «Оценка и прогнозирование состояния пожарной безопасности на объектах здравоохранения».

1. Спецификация и сущность разработанной Программы

Разработанная Программа предназначена для автоматизированной оценки пожарных рисков на объектах здравоохранения с последующим анализом динамики показателей и прогнозированием их изменения во времени (рис. 1). Программа реализует функции сбора, обработки, хранения и визуализации данных, обеспечивая поддержку принятия решений в сфере обеспечения пожарной безопасности.

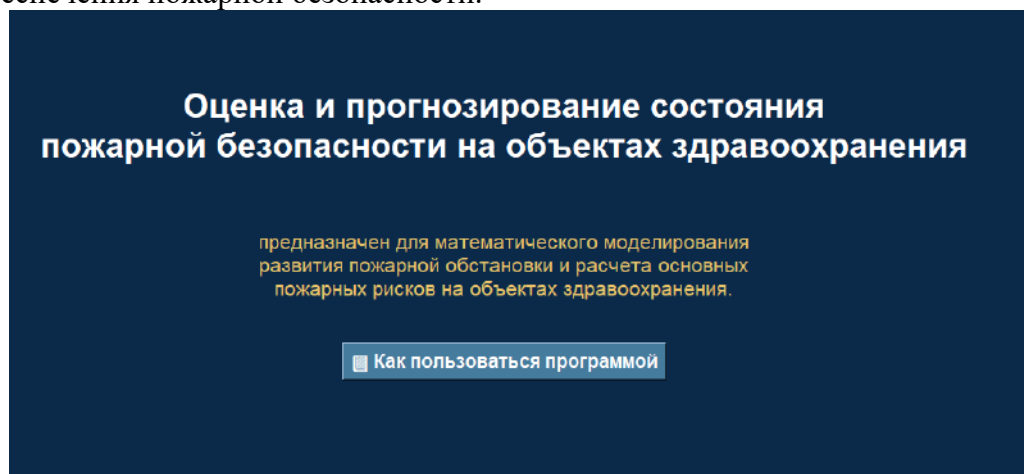


Рисунок 1 – Главное рабочее окно Программы

Программа позволяет:

- рассчитать основные пожарные риски для объектов здравоохранения;

- выявлять тенденции изменения состояния пожарной безопасности на основе ретроспективных данных;
- строить графики и диаграммы, отражающих динамику основных пожарных рисков по выбранному временному интервалу;
- прогнозировать уровень основных пожарных рисков на перспективный период;
- формировать аналитическую информацию для специалистов в области пожарной безопасности, а также для всех заинтересованных.

Программа представляет собой интегрированную систему, включающую:
 вычислительный модуль расчёта основных пожарных рисков: R1, R2, R3 (рис. 2);
 модуль анализа временных рядов и прогнозирования (рис. 2);
 модуль визуализации данных (графики, диаграммы, отчёты) (рис. 3);
 база данных (далее – БД) для хранения статистических и расчётных показателей (рис.

5);

пользовательский интерфейс для ввода исходных данных и просмотра результатов.

Рисунок 2 – Окно вывода данных по расчёту пожарного риска R1 и прогнозирования

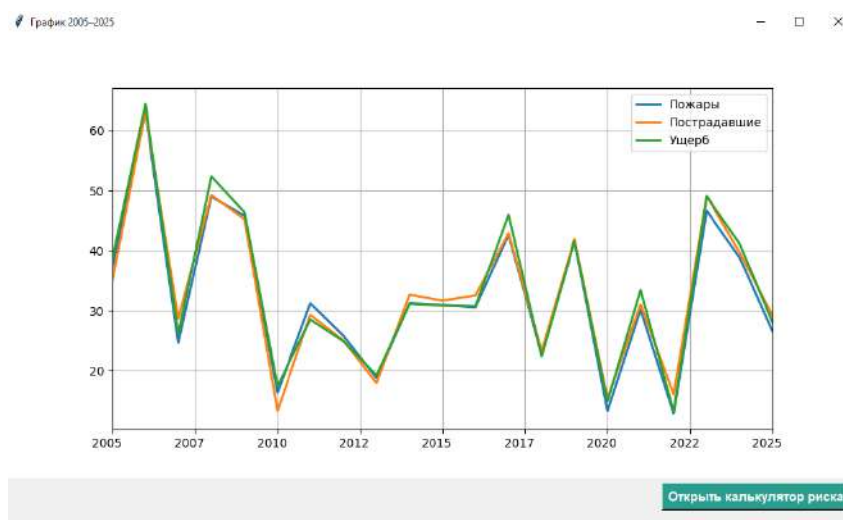


Рисунок 3 – Окно визуализации полученных данных

К функциональным возможностям Программы относятся:

- ввод характеристик объектов здравоохранения (площадь, этажность, класс функциональной пожарной опасности, численность людей и др.);
- ввод и сохранение статистических данных о пожарах и инцидентах в БД;
- автоматизированный расчёт показателей пожарного риска;
- построение линейных графиков, столбчатых диаграмм и линий трендов;
- прогнозирование основных пожарных рисков на основе регрессионной математической модели;
- сохранение и экспорт результатов в виде таблиц и отчётов.

В основу для разработки Программы легли:

методика расчёта основных пожарных рисков¹;

нормативные документы в области пожарной безопасности²;

официальные отчёты и сборники статистических данных по пожарам МЧС России³.

В таблице представлены основные характеристики Программы.

Таблица – Характеристики программы

№ п/п	Наименование структурной части ПАК	Наименование параметра,	Описание реализованного решения
1	Программная часть	Язык программирования	Python
		Используемые библиотеки приложений	NumPy, Pandas, Matplotlib, Scikit-learn, Tkinter (или PyQt)
		Тип приложения	Настольное аналитическое приложение
2	База данных	Реляционная	Таблица объектов здравоохранения; Таблица статистики пожаров; Таблица результатов расчётов рисков; Таблица прогнозных значений

Практическая значимость Программы заключается в возможности использования:

специалистами МЧС России при анализе состояния пожарной безопасности на объектах различного назначения;

заинтересованными лицами при разработке мероприятий по снижению уровня пожарного риска на объектах различного назначения;

в учебных и научных целях.

Программа позволяет перейти от статической оценки состояния пожарной безопасности к динамическому анализу и прогнозированию, что соответствует современным требованиям цифровизации и риск-ориентированного подхода в системе МЧС России.

Таким образом, видятся следующие преимущества от внедрения, представленной Программы в деятельность МЧС России:

1. Совместимость и надежность: все компоненты протестированы и оптимизированы, что снижает риск сбоев и конфликтов;

¹ Приказ МЧС России от 14 ноября 2022 г. №1140 «Об утверждении методики определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности» // Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>, 21.03.2023;

² Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 года №123-ФЗ // Российская газета, № 163, 01.08.2008 // Собрание законодательства РФ, 28.07.2008, № 30 (ч. 1), ст. 3579;

³ Пожары и пожарная безопасность в Российской Федерации: информационно-аналитические сборники за 2013–2023 гг. / ФГБУ ВНИИПО МЧС России. — М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2014–2024.

2. Централизованные поддержка и сопровождение: обновления ПО и базы данных, мониторинг обеспечиваются одним вендором;

3. Оптимизация под конкретные задачи МЧС России: максимальная производительность для анализа ЧС, прогнозирования и реагирования;

4. Повышенная информационная безопасность: своевременные обновления ПО минимизируют уязвимости.

Перспективы применения IT-технологий в деятельности МЧС России видятся в следующем:

- создание гибридных архитектур, объединяющих универсальные компоненты и специализированные программы и ПАК;

- разработка интеллектуальных систем автоматической настройки и оптимизации работы программ и ПАК;

- внедрение технологий анализа больших данных (Big Data) и машинного обучения для прогнозирования ЧС;

- повышение кибербезопасности: аппаратные и программные механизмы защиты, централизованное обновление, защищённые каналы связи;

- интеграция с IoT и ГИС для более точного позиционирования, мониторинга и анализа объектов.

Таким образом, программы для ЭВМ и ПАК являются ключевым инструментом технологической информационной трансформации МЧС России. Их внедрение позволяет автоматизировать многие функциональные процессы, повышает надежность и снижает эксплуатационные риски.

Список источников

1. Программное обеспечение компьютера. [Электронный ресурс]. URL: <https://repetitor.1c.ru/informatics/programmnoe-obespechenie-kompyutera/> (дата обращения 14.02.2026).

2. Мусаев У.З. Роль информационных технологий в повышении эффективности управления бизнес-процессами в компаниях // Современные научные исследования и инновации. 2023. № 10 [Электронный ресурс]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2023/10/100907> (дата обращения: 11.02.2026).

УДК 004.65:614.84
ББК 16.351

Евгений Николаевич Тужиков

ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России», Екатеринбург, Россия (fireman87@bk.ru, SPIN 4094-2190, ID: 759898)

Канат Алтынбекович Кушеров

ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России», Екатеринбург, Россия (kusherovk19@mail.ru)

Проектирование баз данных как ключевой элемент развития информационных систем МЧС России: обеспечение пожарной безопасности и управление чрезвычайными ситуациями

Аннотация. В статье рассматриваются фундаментальные аспекты баз данных (далее – БД) как одного из ключевых компонентов современных информационных систем, применяемых в деятельности МЧС России. Особое внимание уделено вопросам проектирования баз данных для автоматизированных систем управления пожарной безопасностью, мониторинга объектов и реагирования на чрезвычайные ситуации. Представлен ход проектирования и разработки БД на примере: «База данных по пожарам и последствиям от них на объектах здравоохранения Российской Федерации (БД Пожары-Мед)».

Ключевые слова: база данных, СУБД, реляционная модель, NoSQL, проектирование, МЧС России.

Evgeny N. Tuzhikov

Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg, Russia

Kanat A. Kusherov

Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg, Russia

Database design as a key element in the development of information systems for the Russian ministry of emergency situations: ensuring fire safety and managing emergency situations

Annotation. The article discusses the fundamental aspects of databases (hereinafter referred to as DB) as one of the key components of modern information systems used in the activities of the Russian Ministry of Emergency Situations. Special attention is paid to the issues of designing databases for automated fire safety management systems, monitoring facilities and responding to emergencies. The course of database design and development is presented using the example: «Database on fires and their consequences at healthcare facilities in the Russian Federation (Pozhary-Med database)».

Keywords: database, DBMS, relational model, NoSQL, design, Ministry of Emergency Situations of Russia.

В современных условиях цифровой трансформации деятельности МЧС России эффективность управления ЧС напрямую зависит от качества и организации работы с информацией. Сбор, хранение, обработка и анализ данных являются ключевыми элементами любой автоматизированной системы, включая системы мониторинга пожароопасных объектов, учёта ресурсов подразделений, учёта происшествий и прогнозирования возможных ЧС.

База данных (БД) — организованное электронное хранилище информации. Каждая база создается по определенной структуре и правилам — они позволяют оптимизировать поиск информации, обеспечить сохранность и защищенность данных [1].

Они обеспечивают:

- централизованный учёт и хранение информации;
- защиту данных от потери и искажения;
- быстрый доступ к критически важной информации;
- интеграцию с другими системами, включая ГИС, IoT-сенсоры и аналитические платформы [2].

Актуальность исследования обусловлена следующими факторами:

- рост объёмов информации о происшествиях, объектах и ресурсах;
- необходимость высокой скорости обработки данных;
- требования к отказоустойчивости и надёжности систем;
- интеграция с современными технологиями анализа больших данных (Big Data)

и машинного обучения.

Таким образом, БД выступает как инструмент информационного обеспечения научной, экспертной и аналитической деятельности в области пожарной безопасности, повышая эффективность обработки информации и качество принимаемых решений.

Задачи исследования:

- Провести классификацию БД и рассмотреть их основные типы;
- Проанализировать методы проектирования БД и нормализации данных;
- Описать порядок проектирования и разработки авторской БД;
- Рассмотреть современные тенденции проектирования и реализации БД и их

применение для мониторинга и анализа ЧС;

На примере авторской БД рассмотреть возможные сценарии ее применения в деятельности МЧС России.

Классификация и типы баз данных

Классификация БД проводится по множеству признаков [2], однако основным является модель данных, определяющая способ организации информации.

1. Иерархические БД Данные организованы в виде дерева с корневым элементом и отношениями «родитель–потомок». Используются в системах, где требуется строгая структура и последовательность, например:

учёт оборудования в диспетчерских центрах;

учёт аварийно-опасных объектов по регионам.

2. Сетевые БД Эволюция иерархической модели, где дочерние элементы могут иметь несколько родителей. Применяются в сложных сценариях взаимодействия подразделений и ресурсов, например:

управление ресурсами подразделений МЧС России;

отслеживание взаимосвязанных объектов инфраструктуры.

3. Реляционные БД (RDBMS) Данные представлены в виде таблиц с уникальными ключами и связями между таблицами. Наиболее распространены в государственных информационных системах, таких как:

автоматизированные системы учёта происшествий [3];

системы управления персоналом и техникой [4];

аналитические платформы для прогнозирования пожаров и ЧС [5].

4. Нереляционные БД (NoSQL) Включают документно-ориентированные, колоночные, графовые и ключ-значение базы. Применяются для:

хранения потоковых данных с датчиков и IoT-устройств;

анализа больших данных в реальном времени;

интеграции с облачными системами и распределёнными платформами [6].

Основными целями проектирования БД являются:

– систематизация и структурирование информации о научных исследованиях, испытаниях и разработках в сфере пожарной безопасности;

– ведение учета объектов исследований, технических средств, оборудования и программно-аппаратных комплексов (далее – ПАК);

- накопление и анализ данных о пожарах, ЧС и их последствиях;
- обеспечение поддержки принятия управленческих и научно-обоснованных решений;
- формирование отчётной, аналитической и статистической информации для руководства и профильных подразделений МЧС России.

Современные тенденции применения БД в деятельности МЧС России:

Гибридные решения SQL и NoSQL;

Распределенные базы для отказоустойчивости;

Интеграция с облачными платформами и IoT;

Применение машинного обучения для анализа ЧС.

Реляционная модель основана на таблицах (отношениях), где строки – записи (кортежи), а столбцы – атрибуты (поля).

Основные свойства реляционной таблицы представлены в таблице.

Таблица – Основные свойства реляционной таблицы

Наименование свойства	Величина, характеристика
Вид значений	Ячейки содержат атомарные значения
Тип данных	Одинаковый для всех значений одного столбца
Наименование столбца	Каждый столбец имеет уникальное имя
Наименование строк	Строки уникальны
Порядок строк и столбцов	Не влияет на логику данных
Первичный ключ (ПК)	Уникально идентифицирует запись
Внешний ключ (FK)	Связывает таблицы, обеспечивая целостность данных
Типы связей	«Один-ко-многим», «один-к-одному», «многие-ко-многим» (через промежуточные таблицы)
Примеры применения в МЧС России	Связь между пожарным постом и сотрудниками; связь между объектом и зарегистрированными инцидентами

Проектирование и разработка БД «Пожары-Мед»

БД является основой для разрабатываемой нами программы для ЭВМ «Оценка и прогнозирование состояния пожарной безопасности на объектах здравоохранения» (далее – Программа). В БД хранятся все исходные данные, используемые в работе программы: сведения об объектах, статистические данные по пожарам, параметры для расчётов и результаты анализа.

БД позволяет удобно хранить информацию, быстро ее обрабатывать и использовать для расчета основных пожарных рисков и анализа их изменения во времени, а также для построения математической модели зависимости выходных параметров (результаты пожаров) от входных параметров (факторы, влияющие на выходные: количество пожаров, ущерб от пожаров и др.).

База разрабатывалась специально для решения практических задач, связанных с оценкой состояния пожарной безопасности и основных пожарных рисков на объектах здравоохранения, а также прогнозирования количества пожаров и последствий от них в краткосрочной перспективе. Цель ее создания – автоматизировать сбор, хранение, обработку и вывод информации, необходимой для расчетов и анализа.

Также при разработке БД учитывались задачи МЧС России, связанные с цифровизацией и переходом к риск-ориентированному подходу. В настоящее время в МЧС России большое внимание уделяется использованию IT-технологий и анализу данных для повышения уровня пожарной безопасности [7].

Проектирование и разработка БД осуществлялись поэтапно. Сначала были определены вид, смысловое содержание и формат кодирования (передачи) информации необходимые для

работы Программы. После этого были выделены основные таблицы: объекты защиты, пожары, причины пожаров, последствия пожаров, а также таблицы с результатами расчетов.

Исходные данные (информация) для БД взяты из открытых официальных источников¹ [8];

В БД собрана открытая информация: параметры зданий и сооружений, количество пожаров, пострадавших и т.п.

Не учитывались данные описательного характера, которые сложно формализовать и использовать в расчетах (текстовые экспертные оценки, субъективные мнения, общие описания без чисел). Это сделано для того, чтобы результаты работы Программы были более объективными и воспроизводимыми.

Для БД использовались данные за период с 2005 по 2024 годы. Такой временной диапазон позволяет проследить динамику показателей пожарной опасности во времени и выявить основные тенденции.

Фрагмент БД представлен на рисунке.

№	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
2	в в общем	35,1	33,2	36,2	33,1	34,1	36,8	35	33,5	33,1	36,9	35	34,8	35,5	34,4	34,1	35,7	34,8	34	33,7	34,2	34,6
3	II степени	60	60,5	61	61,5	62	62,5	63	63,5	64	64,5	65	65,5	66	66,5	67	67,5	68	68,5	69	69,5	70
4	конструкт	23	26,9	24,2	26,2	26,4	24,8	27	27,4	27,7	26,5	26,1	28,6	29,9	28,5	27,6	29,2	27,6	29,6	28,7	30,4	28,7
5	ность объе	43,8	44,5	46,3	46,3	46,2	48,2	44,8	46,2	46,3	49,1	48,6	48,5	48,3	49,6	47,8	47,1	50,2	47,3	49,4	48,5	51
6	возраст з	40	40	40	40	41	41	41	41	42	42	42	42	43	43	43	43	44	44	44	44	45
7	рительный	14,7	12,1	15,5	11,6	14,3	10,2	10,8	10	8,9	10,9	8,8	8	7,5	7,8	6,4	8,5	8,7	7,9	5	4,1	6,6
8	с кирпичн	30,4	28,6	27,7	28,8	28,2	29,8	27,3	26	27,9	24,7	25,2	24,2	26,9	26,1	22,8	22,8	22,8	22	22,1	21,4	20,1
9	с ж/б пер	27,4	26,4	26,6	24	25,1	24,8	22,9	23,4	24,9	23,6	25,5	25,1	21,3	24,8	23,4	20,4	20,5	20,9	22	19,3	19,3
10	й с горюче	20,6	19,5	21,3	21,7	19,8	20,8	21	21	22,1	23,4	25,9	25,4	27	27,2	24,2	27,6	27,6	28,6	29,5	30,3	27,9
11	ения фаса	33,1	34,4	33,2	33,4	34,4	33,5	35,9	35,3	34,6	37	36,4	35,2	34,5	33,8	36,7	34	34,3	36,2	35,7	33,9	34,6
12	иных поме	31	31,7	30,9	30,8	30,2	29,3	31,6	30,9	30,2	27	29,9	28,6	25,8	25,8	26,8	25,4	27,5	24,5	26,7	26,6	23,2
13	щечность	29,8	31,8	29,9	29,5	32,6	29,9	30,6	30,8	30,7	33,5	30,6	33,7	34	30,9	33,1	31	34,2	35,1	35,3	33,1	34,3
14	ловых изве	42,5	42,8	45,8	43,4	44	44,4	44,1	45,2	46,8	48,1	47,3	47,6	47	49	48,3	48,2	49,1	49,1	48,4	50,7	51,3
15	пешной ср	23,7	24,2	23,5	22,5	25,2	24,6	26,3	25,1	23,4	24,5	24,9	27,3	25,9	26	28,6	25,1	25,7	28,7	28	26,5	
16	щечность	45	45	45,3	43,3	45,5	43,2	42,3	42,7	42,1	44,5	45,2	42,2	43,6	42,3	43	44,6	43,9	43,8	45,5	43	45,6
17	СОУЗ 3-5	14,2	16,3	16	13,4	13,9	15,2	11,6	12,1	12,1	12,7	10,4	12,8	9,1	9	8,7	10,9	6,9	9,2	6,9	7,2	6,7
18	ность систе	30,9	31,7	34,3	33,4	34,6	33,2	35,5	32,3	34,8	34,1	34,5	36,7	35,3	36,4	37,2	34,3	36,5	37	36,8	37,4	39,2
19	ного туше	12,7	15,9	13	13,3	14,3	15,1	13,4	12,7	12,8	12,3	15,5	14	12,5	15,5	15,7	15,4	12,3	13,6	13,6	14	14,3
20	иводимос	46	48,5	48,3	48	46,9	47,7	48	50,2	48,1	51	49,6	52,7	50,3	51,2	51,6	52,3	52	53	54,7	54,1	54,5
21	правность	39,4	40,2	41,8	42	42,5	39,9	40,9	40,6	42,7	42,4	43,4	43,1	43,5	40,3	40,3	44,1	43,5	41	43,2	42,8	42,9
22	зружного	27,7	30,3	29,4	32	30,9	30	31,8	34,6	33,8	34,6	33,1	36	33,8	34,2	35,1	38,4	37,7	38,8	36,5	40,2	40,4
23	первичн	36,6	39,3	40,1	37	39	38,8	37,7	39,8	38,6	38,9	38,3	38,6	39,6	41	38,2	38,1	38,4	40,8	38,9	40,6	40,4
24	на пульт	15,9	18,1	15,9	15,2	13,8	16,5	13,7	13	13,7	11,4	11,7	11,3	13,7	9,6	11,3	9,9	11,1	7,8	9,7	10,5	9
25	ол-во люд	24,3	25,1	23,9	23,4	25,1	21,4	23,6	24,2	23	22,4	22,7	22,8	21,6	21,4	19,3	17,9	17,7	18	19,9	17,4	18,2

Рисунок – Фрагмент базы данных «База данных по пожарам и последствиям от них на объектах здравоохранения Российской Федерации (БД Пожары-Мед)»

БД критически важны для работы автоматизированных систем управления, ПАК и решения других информационно-аналитических задач МЧС России. Правильное проектирование, выбор модели и соблюдение нормализации при разработке БД обеспечивают надёжность, масштабируемость и эффективность итогового продукта.

Возможным вариантом применения разработанной БД в деятельности МЧС России будет внедрение в Программу «Оценка и прогнозирование состояния пожарной безопасности на объектах здравоохранения», которая предназначена для определения основных проблем в области обеспечения пожарной безопасности на объектах здравоохранения.

Таким образом, нами выявлены ключевые преимущества и ограничения различных моделей БД, определены принципы проектирования, а также рекомендации по внедрению гибридных решений для систем мониторинга и прогнозирования ЧС.

БД остаются одними из критически важных элементов цифровой инфраструктуры МЧС России. Успешная реализация проектов требует тщательного выбора оптимальной модели данных, строгого соблюдения принципов проектирования и учёта специфики работы органов чрезвычайного реагирования. Перспективными направлениями дальнейшего развития технологий и инструментов в рассматриваемой области являются распределённые

¹ Пожары и пожарная безопасность в Российской Федерации: информационно-аналитические сборники за 2013–2023 гг. / ФГБУ ВНИИПО МЧС России. — М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2014–2024.

системы, гибридные транзакционно-аналитические решения и интеграция с облачными и IoT-системами.

Список источников

1. Базы данных: основные типы и их особенности [Электронный ресурс]. URL: <https://cloud.ru/blog/osnovnyye-tipy-baz-dannykh> (дата обращения: 06.02.2026).
2. База данных [Электронный ресурс]. URL: <https://blog.click.ru/glossary/baza-dannykh/> (дата обращения: 06.02.2026).
3. Концепция автоматизированной системы учёта и анализа аварий [Электронный ресурс]. URL: <https://eam.su/konceptiya-avtomatizirovannoj-sistemy-uchyota-i-analiza-avarij.html> (дата обращения: 06.02.2026).
4. Система управления персоналом: современные подходы и технологии для повышения эффективности HR-стратегий [Электронный ресурс]. URL: <https://kontakt.ru/sistema-upravleniya-personalom-sovremennye-podxody-i-tehnologii> (дата обращения: 06.02.2026).
5. Чрезвычайные ситуации [Электронный ресурс]. URL: <https://terratech.ru/solutions/extreme-situation/> (дата обращения: 06.02.2026).
6. NoSQL в чистом виде [Электронный ресурс]. URL: <https://martinfowler.com/books/nosql.html> (дата обращения: 06.02.2026).
7. Кмета К.Г. Цифровые технологии в надзорно-профилактической деятельности органов ГПН // Вестник науки №2 (71) том 3. С. 623 - 628. 2024 г. ISSN 2712-8849 // [Электронный ресурс] URL: <https://www.вестник-науки.рф/article/13056> (дата обращения: 06.02.2026).

УДК 641.841.2
ББК 30В6

Pham Quoc Hung

University of Fire Prevention and Fighting of the Ministry of Public Security of Vietnam
(Phamquochung133@gmail.com, SPIN 4567-4052, ID: 1136450)

Nguyen Minh Tan

University of Fire Prevention and Fighting of the Ministry of Public Security of Vietnam
(nguyenminhtan@gmail.com)

Pham The Quang

University of Fire Prevention and Fighting of the Ministry of Public Security of Vietnam
(quangd26a@gmail.com)

International cooperation experiences of countries in preventing and responding to emergency situations - issues posed for Vietnam in the coming time

Abstract. Climate change increases the frequency and severity of natural disasters, significantly impacting the socio-economic development of nations. In this context, international cooperation in emergency response has become an essential requirement to minimize loss of life and property. This article analyzes the international cooperation experiences of several countries to propose solutions for enhancing cooperation in emergency prevention and response in Vietnam.

Keywords: Experiences; international cooperation; emergency situations; Vietnam.

Фам Куок Хынг

Институт пожарной безопасности МОБ Вьетнама

Нгуен Минь Тан

Институт пожарной безопасности МОБ Вьетнама

Фам Тхе Куанг

Институт пожарной безопасности МОБ Вьетнама

Международный опыт сотрудничества стран в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций - задачи для Вьетнама на предстоящий период

Аннотация. Изменение климата увеличивает частоту и серьезность стихийных бедствий, оказывая большое влияние на социально-экономическое развитие стран. Перед лицом этой реальности международное сотрудничество в реагировании на чрезвычайные ситуации становится насущной необходимостью для минимизации человеческих жертв и материального ущерба. В статье анализируется международный опыт сотрудничества ряда стран, на основе которого предлагаются пути укрепления сотрудничества в области предупреждения и реагирования на чрезвычайные ситуации во Вьетнаме.

Ключевые слова: Опыт; международное сотрудничество; чрезвычайная ситуация; Вьетнам

1. Introduction

Natural disasters and catastrophic incidents or accidents are considered among the most serious destabilizing factors, hindering humanity's sustainable development. Storms, floods, inundation, landslides, droughts, wildfires, earthquakes, tsunamis, accidents, incidents, fires, explosions, etc., have caused thousands of deaths. Disasters can cover the territory of several nations, and their consequences are transboundary in nature. Recent disasters, such as floods occurring across most of Pakistan, widespread power outages in Cuba, the hottest summer recorded in Europe in hundreds of years, major storms causing significant damage in the U.S., and the earthquake disasters in Turkey, Syria, and Myanmar, have recorded over 50,000 fatalities and total damages exceeding

\$105 billion. According to the Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (Brussels), from 1990 to the end of 2023, economic losses caused by natural disasters increased sixfold, with the maximum annual loss in 2020 exceeding the 1990 value by 29 times, while global GDP only increased fourfold. According to the United Nations, annual global losses from natural disasters reach up to \$300 billion and are forecast to increase to \$360 billion by 2030.

In this context, responding to emergencies always requires countries to cooperate closely through existing mechanisms or establish new ones as needed to support each other in handling, responding to, and overcoming the consequences of catastrophes and natural disasters to minimize losses of life and property, and provide humanitarian aid to the people to stabilize and develop the economy [1, 2]. Therefore, international cooperation in preventing and responding to national emergencies is an inevitable and urgent trend today, decisively contributing to enhancing humanitarian capacity and emergency prevention and response.

2. International Cooperation of Nations and Vietnam in Preventing and Responding to Emergencies

International Cooperation is the joint action of subjects of international law in any field of mutual interest, aimed at harmonizing perspectives, coordinating actions, resolving shared critical issues, and reaching mutually acceptable decisions.

- International cooperation experiences of some countries regarding emergency prevention and response

In Europe, the European Union launched the Union Civil Protection Mechanism (UCPM). Established in 2001, the UCPM involves 20 member states, including 10 from the EU (France, Italy, Malta, Romania, Serbia, and Moldova...), and 10 non-EU countries. The UCPM's operation is simple: when a natural or man-made disaster occurs in a country and severely affects the population, that country has the right to propose intervention measures. The deployment of the rescEU system is ensured by the Emergency Response Coordination Centre (ERCC) [3]. The ERCC operates 24/7 and can assist any country within or outside the Union affected by a major disaster upon request from the national government or a United Nations agency. Since its establishment, the UCPM has activated the rescEU system over 700 times, with its largest operation currently being deployed in Ukraine. The UCPM was also deployed following the earthquakes in Turkey and Syria in 2023 and after the Beirut port explosion (Lebanon) on August 4, 2020. In 2024, 66 support requests were sent to the UCPM, with 24 requests coming from EU member states or participating states; the remaining requests came from third countries.

In the South European region, in Zagreb, on September 24, 2007, the Memorandum of Understanding on the institutional framework for the initiative on preparedness and goodwill for various emergencies, such as earthquakes, floods, snowstorms, droughts, forest fires, etc., for the Southeast Europe region, was signed by eight countries that had previously participated in the Initiative's work. Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, was designated as a seat. At this time, the parties to DPPI SEE were Albania, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Croatia, Macedonia, Moldova, Montenegro, Romania, Serbia, Slovenia, and Turkey [4].

The Intergovernmental Council on Hydrometeorology was established on February 8, 1992, under the Agreement on Mutual Assistance in Hydrometeorology to address the timely reception and use of necessary hydrometeorological information for forecasting hydrometeorological processes and their impacts on the environment, and for timely information and warnings to state bodies and the public about adverse events. All CIS countries participate in the Council's work, and delegations from the World Meteorological Organization also participate as observers in all Council sessions [5].

A common space for exchanging hydrometeorological information has been preserved across the territory of CIS member states, and the Commonwealth Intergovernmental Hydrometeorological Network has been created. Continuous work is being carried out to optimize communication systems, information transmission, and the commissioning of new-generation satellite receiving stations. A procedure for mutual assistance between national hydrometeorological agencies in the event of threats and the occurrence of emergencies of a natural and man-made nature has been agreed upon. A Regional Specialized Meteorological Center (NPO Typhoon of Roshydromet) was established to

provide Commonwealth countries with necessary information regarding the direction of pollutant plume propagation in man-made accidents (including at nuclear power plants), or a Drought Monitoring Center was established to assess the cross-border movement of water, sediment, and pollutants across the borders of CIS member states.

The Intergovernmental Environmental Council was established on February 8, 1992, operating under the Agreement on Cooperation in Environmental Protection among CIS Member States dated May 31, 2013.

The main tasks and functions of the Council:

Support the organization and coordination of the implementation of decisions in the field of environmental protection made by the Council of Heads of State, the Council of Heads of Government, the Council of Ministers of Foreign Affairs, and the Economic Council of the CIS;

Coordinate policy in the field of environmental protection among the Agreement member states through the development of recommendations and the preparation of proposals for harmonizing legal acts regulating environmental protection; Promote the development of common approaches in the field of environmental economics and environmental protection;

Organize the development and facilitate the implementation of interstate and regional programs and projects in the fields of environmental management, environmental safety, and information, supporting the development and implementation of alternative energy sources.

Among the tasks jointly addressed by the Commonwealth states, one of the important positions belongs to the formation of a support system in the field of emergency prevention and response. Therefore, in March 1996, on behalf of the heads of government of the CIS member states, the Presidium of the Interstate Economic Committee of the Economic Union adopted the Regulation on the Interstate System for the Prevention and Elimination of Emergencies - Member of the Commonwealth of Independent States (hereinafter referred to as - the System). It unites the relevant national emergency prevention and response systems, governing bodies, as well as their subordinate forces and assets.

The purpose of the System is to organize and provide assistance to states in this area of activity, ensuring the protection of the population, the environment, the ecosystem, and minimizing damage to the economy in case of an emergency.

Its composite forces will act when any state cannot independently resolve an emergency within its territory and appeals to the Interstate Council or Commonwealth states for assistance on a bilateral basis. These forces will perform Union tasks immediately upon the occurrence of a transboundary emergency situation.

The basic functions of the System include:

Warning CIS member states about the threat, occurrence, and scale of emergencies that may be transboundary in nature;

Informing neighboring states about the status of potentially hazardous facilities and environments in border areas;

Organizing mutual assistance between control agencies, communication and warning systems, forces, and assets when organizing the work of the interstate system to eliminate emergencies and prioritizing life support for the population.

The governing body for the System's operations is the Interstate Council on Emergencies from Natural and Man-made Disasters. Daily support for the functions of individual national systems is carried out through the on-duty operational services of the governing bodies and the obligations of the managing authorities heading these systems, using the forces and assets of the Crisis Management Center of the Federal State Emergency Service of the Russian Federation.

Thus, in cooperation within this field, the main efforts of the CIS member states are aimed at resolving issues such as:

Implementing joint activities to mitigate the negative impacts of emergencies;

Creating an information resource for disseminating necessary information in the field of emergency prevention and consequence remediation;

Harmonizing normative legal documents on the issues of emergency prevention and consequence remediation;

Further developing emergency monitoring and surveillance systems.

- *International Cooperation in Emergency Prevention and Response in Vietnam*

Emergency response is not a new concept, but its complexity and associated socio-economic challenges have attracted special attention from many nations, organizations, and the international community, including Vietnam. Recently, Vietnam has actively and proactively participated in international cooperation to address these challenges, achieving significant results as follows:

Vietnam participates in ASEAN defense cooperation, where humanitarian assistance and disaster relief are activities within the framework of defense and military cooperation among ASEAN countries. Specifically, ASEAN established the ASEAN Coordinating Centre for Humanitarian Assistance on Disaster Management (AHA Centre) to facilitate enhanced coordination and cooperation among member states; this Centre also serves as the official channel for coordinating with United Nations organizations and relevant international organizations in disaster response activities...; and developed the Standard Operating Procedures for the ASEAN Emergency Response and Disaster Relief (SASOP) to guide countries in implementing specific activities for disaster and emergency response in the region.

Vietnam actively participated in humanitarian assistance and earthquake disaster relief efforts in Turkey on February 6, 2023. Specifically, the Vietnamese Government dispatched two working groups comprising 100 officers and soldiers from the Ministry of Public Security and the Ministry of National Defence to Adiyaman and Hatay cities, along with necessary supplies, to directly assist the host country in search and rescue operations and to support the local population in the earthquake-affected area. This assistance was recognized and highly appreciated by the host country and international rescue teams participating in the relief efforts.

On March 30, 2025, the search and rescue forces of the Vietnamese Ministry of National Defence and Ministry of Public Security, consisting of 106 officers and soldiers, necessary equipment, medical supplies, 6 sniffer dogs, and many tons of goods, arrived to support Myanmar in overcoming the earthquake aftermath. To aid Myanmar's recovery, Vietnam decided to provide \$300,000 in aid and emergency relief goods upon Myanmar's request. Upon concluding the search and rescue operations, the Vietnamese team discovered and recovered 28 bodies from the rubble and successfully rescued one person. In addition to rescue work, the delegation provided and handed over to the Myanmar side 50 tons of dry food, 3,026 tents/tarpaulins, over 20 tons of equipment, generators, food supplies, medical supplies, and other necessities. Delegation members donated \$5,000 to the Myanmar Ministry of Social Welfare to support the victims' families and provided medical examinations and medicine to over 200 local residents. The host side highly appreciated the activities of the Vietnamese delegation, especially given the context that hospitals in Myanmar's capital had been destroyed and lacked medicine and medical equipment.

Furthermore, Vietnam actively cooperates globally in training and sharing practices for warning and preventing emergencies, natural disasters, and floods. For example, the Vietnamese Ministry of Public Security cooperates with the Federal Ministry of Emergency Situations of Russia in many fields, including regular exchange and sharing of experiences, and participation in exhibitions and scientific workshops. The Vietnamese Ministry of Public Security and the Ministry of Emergency Situations of Belarus held talks and signed a Cooperation Agreement on training, experience sharing, warning, prevention, and emergency response; they exchanged experience in establishing early fire and natural disaster warning centers; and introduced, shared, transferred technology, and linked the production of modern fire-fighting, rescue, and relief equipment... Consequently, the People's Public Security forces are proactively and continuously strengthening and improving the quality of their work, modernizing technical equipment, and actively learning from the operational experience of foreign partners. The Vietnamese Ministry of Public Security is promoting police cooperation, data digitization, emergency response, and cybersecurity with law enforcement agencies in Australia on the occasion of the 50th anniversary of the establishment of diplomatic relations between Vietnam and Australia (1973 - 2023).

Despite the achievements, several issues remain prominent in Vietnam's international cooperation on emergency response:

First, awareness and understanding of issues related to emergency response are not fully comprehensive or deep, especially concerning the nature and security aspects, tending instead towards grasping the mere progression of events.

Second, there is hesitancy in determining objectives, measures, methods, and the level of participation in multilateral forums, as well as identifying the issues needing promotion and advocacy.

Third, mechanisms for information exchange and coordination between ministries and sectors remain limited; there is a shortage of specialized experts on global issues, particularly in regional and international multilateral forums. Diplomatic staff are proficient in external affairs skills and foreign languages but often lack deep expertise in specific fields, while ministry and sector officials who possess strong professional knowledge have limited foreign language skills.

Fourth, there is pressure in managing international cooperation relationships in response to emergency challenges. In the current context of complex interwoven international cooperation and competition, Vietnam faces significant challenges in balancing international relationships, as well as balancing domestic and foreign affairs within international emergency response cooperation. Difficulties persist in achieving consensus at both global and bilateral levels.

3. Solutions for Vietnam's International Cooperation in Emergency Prevention and Response in the Coming Time

In the coming years, to contribute to the international community in effectively responding to global issues, especially in emergency response, Vietnam needs to implement the following specific measures:

Firstly, enhance awareness of the importance of international cooperation in resolving issues during emergencies. Amidst the increasing scale and danger of natural disasters, catastrophes, and non-traditional security incidents, international cooperation plays a crucial role in information sharing, resource support, and response experience. Concurrently, the legal framework related to emergency prevention, response, and consequence remediation must be perfected to ensure synchronization, feasibility, and compliance with international practices. Another urgent requirement is strengthening close coordination and synergy among ministries, sectors, and localities to create a fast, unified, and effective response system for handling incidents.

Secondly, focus on improving the quality and effectiveness of implementing international cooperation in responding to natural disasters, catastrophes, and man-made incidents or accidents, with specific policies and measures, such as: Continuing to effectively implement the guidelines and viewpoints in documents from the Vietnamese Party and State related to addressing emergency challenges; Substantively and effectively implementing international treaties and agreements to which Vietnam is a party; Promoting professional training for human resources serving international emergency response cooperation, ensuring they possess sufficient political fortitude, qualifications, and skills in the digital and globalization era; Regularly organizing training, drills, and practical exercises for plans and scenarios involving disaster response, fire/explosion incidents, and search and rescue, requiring the mobilization of multiple forces.

Thirdly, coordinate to promote strategic research and forecasting, and establish comprehensive, holistic, and inter-sectoral policies for emergency response. The study and analysis of emergency risks should not be limited to the national scope but must be expanded to the regional and global context, especially given the increasing climate change, epidemics, and non-traditional threats. Based on this, the national stance and the essence of national interests must be clearly defined when participating in international cooperation activities, especially in regional forums, multilateral organizations, and relations with strategic partners.

Fourthly, enhance the mobilization of the network of representative agencies and the Vietnamese community abroad in researching, collecting, and providing information related to the mechanisms, policies, and emergency response experiences of other countries. This is a vital resource to help Vietnam quickly access in-depth information, timely update international trends, and learn from effective models. Simultaneously, representative agencies and the overseas Vietnamese

community can play an active role in supporting Vietnam's participation in multilateral forums, establishing cooperative relationships, and promoting connections with international organizations and strategic partners.

Fifthly, continue close coordination with nations to promote the international community's interest in global issues profoundly impacting the world in general and developing countries in particular, including Vietnam. Proactively launching initiatives and actively participating in international and regional forums will help Vietnam garner consensus and support from relevant parties. Based on this, it is necessary to step up advocacy for support resources from international organizations, developed nations, partner countries, and non-governmental organizations to enhance national capacity in responding to global issues.

Sixthly, develop a strategy for training and nurturing cadres and soldiers with sufficient capacity, quality, and experience to proactively respond to domestic accidents and incidents, as well as participate in rescue and relief missions during international disasters. This core force must possess not only deep expertise but also the ability to operate flexibly in multinational, multicultural environments and under emergency conditions. Developing such a professional force will not only serve domestic needs well but also create conditions for Vietnam to demonstrate its role and responsibility in humanitarian missions and global response efforts.

References

1. Complete Party Documents, Political Nation Publishing House, Hanoi, 2018.
2. Documents of the 13th National Congress of Delegates, Political Nation Publishing House, Hanoi, 2021.
3. Information on the activities of the Interstate Council for Natural and Man-Made Emergencies [Electronic resource]: URL: <https://e-cis.info/cooperation/2959/77485/> (date of access: March 12, 2023).
4. Mavlyanova N.G., Lipatov V.A., Yuldashev O.R. Transboundary problems of overcoming natural disasters in international regional organizations of the Eurasian region // Problems of Forecasting. 2018. No. 3 (168). P. 122–131.
5. Official website of the CIS Portal [Electronic resource] // URL: https://iacis.ru/novosti/partneri/v_minske_obsuzhdayut_popravkiv_soglashenie_o_vzaimodeystvii_v_oblasti_preduprezhdeniya_i_likvidatsii_posledstviy_chs (date of access: March 12, 2023).

УДК 614.849
ББК 38.96

Илья Павлович Денисов

Ветеран МЧС России, Москва, Россия (14061971fire@gmail.com, SPIN 2563-1130, ID: 1119956)

Сергей Викторович Фроленков

Ветеран МЧС России, Москва, Россия (fsv83@mail.ru, SPIN 9304-8730, ID: 1099465)

Исследование проблемы аварийного самоспасения пожарных при отказе дыхательного аппарата со сжатым воздухом: нормативные коллизии и пути их преодоления

Аннотация. В статье рассматривается актуальная проблема обеспечения безопасности пожарных в аварийных ситуациях, связанных с исчерпанием ресурса или отказом дыхательного аппарата со сжатым воздухом (ДАСВ) в непригодной для дыхания среде. Методологическую основу исследования составляет сравнительно-правовой, системный анализ и анализ правоприменительной практики, позволяющие выявить нормативные и организационные барьеры, препятствующие внедрению в деятельность подразделений Государственной противопожарной службы МЧС России резервных средств самоспасения (фильтрующих устройств аварийного назначения). Проведен анализ зарубежного опыта (стандарты NFPA), отечественной нормативной базы и сформирована юридическая позиция, разграничивающая обязательность применения СИЗОД для подразделений МЧС России и иных субъектов пожаротушения. Научная новизна заключается в комплексном рассмотрении проблемы через призму управления остаточными (катастрофическими) рисками в рамках концепции «приемлемого риска». В результате исследования сформулированы ключевые проблемы: отсутствие в нормативном поле МЧС России категории «аварийное фильтрующее средство самоспасения пожарного» и его исключение из перечня средств, допущенных к эксплуатации. Научно обоснованы направления решения, включающие инициацию целевых научно-исследовательских работ, разработку проектов изменений в ведомственные нормативные акты, создание национального стандарта (ГОСТ Р), а также регламентов применения и обучения. Выводы статьи направлены на формирование междисциплинарной повестки для научного сообщества и органов технического регулирования с целью разработки управляемого аварийного сценария

Ключевые слова: пожарная безопасность, средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), дыхательный аппарат со сжатым воздухом (ДАСВ), аварийное самоспасение, фильтрующее устройство, нормативно-техническое регулирование, приемлемый риск, остаточный риск, сравнительный анализ, правоприменительная практика.

Ilya P. Denisov

EMERCOM of Russia, Veteran, Moscow, Russia

Sergey V. Frolenkov

EMERCOM of Russia, Veteran, Moscow, Russia

Research on the problem of emergency self-rescue in the event of breathing apparatus failure: regulatory collisions and solutions

Abstract. The article addresses the pressing problem of ensuring the safety of firefighters in emergency situations related to the depletion of the resource or failure of the Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA) in an environment unsuitable for breathing. The methodological basis of the research is a comparative legal, systemic analysis and analysis of law enforcement practice, which allows identifying the regulatory and organizational barriers that hinder the introduction of reserve self-rescue means (emergency filtering devices) into the activities of the units of the State Fire Service of the EMERCOM of Russia. The analysis of foreign experience (NFPA standards), the

domestic regulatory framework is carried out and a legal position is formed that distinguishes the mandatory use of respiratory protective equipment for EMERCOM units and other fire extinguishing entities. The scientific novelty lies in a comprehensive consideration of the problem through the prism of managing residual (catastrophic) risks within the framework of the "acceptable risk" concept. As a result of the research, key problems are formulated: the absence of the category "emergency filtering self-rescue device for a firefighter" in the regulatory field of the EMERCOM of Russia and its exclusion from the list of equipment approved for operation. Scientifically grounded solutions are proposed, including initiating targeted research, developing draft amendments to departmental regulations, creating a national standard (GOST R), as well as application and training regulations. The conclusions of the article are aimed at forming an interdisciplinary agenda for the scientific community and technical regulation authorities in order to develop a managed emergency scenario.

Keywords: fire safety, personal protective equipment for respiratory organs (PPE RO), self-contained breathing apparatus (SCBA), emergency self-rescue, filtering device, technical regulation, acceptable risk, occupational risk, comparative analysis, law enforcement practice.

Основным средством защиты пожарного при работе в среде, непригодной для дыхания, является изолирующий дыхательный аппарат со сжатым воздухом (ДАСВ) [1]. Его надежность и соответствие установленным нормам – фундаментальное условие безопасности. Однако, как и любая техническая система, ДАСВ имеет ограниченный ресурс и подвержен рискам отказа в экстремальных условиях пожара (высокая температура, физические воздействия, человеческий фактор) [2]. Существующая тактика построена на использовании исправного аппарата, в то время как аварийный сценарий его отказа часто остается за рамками формального регламента, что формирует правовую и организационную неопределенность для пожарного в момент кризиса [3].

Данное исследование направлено на анализ этой системной проблемы с научных позиций. Его цель – на основе методологии системного и сравнительно-правового анализа выявить комплекс нормативных барьеров, препятствующих легитимному внедрению в подразделения государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ГПС МЧС России) дополнительного средства аварийного самоспасения, и предложить научно обоснованные пути их преодоления. Объект исследования – система нормативно-правового и организационного обеспечения безопасности пожарных при работе в средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД). Предмет исследования – нормативные коллизии и управленческие аспекты сценария аварийного самоспасения при отказе ДАСВ.

В работе применен комплекс методов:

1. Сравнительно-правовой анализ: проведено сопоставление требований российского законодательства [1, 4, 5] с положениями зарубежных стандартов (NFPA 1982), регламентирующих использование аварийных средств эвакуации [6].
2. Системный анализ: проблема рассмотрена как сложная система, включающая технический компонент, нормативный каркас, человеческий фактор и процедуры обучения.
3. Концептуальный анализ: использованы концепции «приемлемого профессионального риска» и «управления остаточными рисками катастрофического характера» [7].
4. Анализ правоприменительной практики и экспертных оценок, основанный на ведомственных нормативных актах [1] и сформированной юридической позиции.

Действующее законодательство в области пожарной безопасности [1, 4, 5] устанавливает общие требования к СИЗОД. Ключевое значение для подразделений ГПС МЧС России имеют ведомственные приказы [1], которые жёстко регламентируют: личный состав вправе применять СИЗОД исключительно из числа средств, принятых на снабжение и допущенных к эксплуатации в системе МЧС России. На снабжении состоят только

изолирующие дыхательные аппараты. Таким образом, юридической обязанностью пожарных МЧС является применение только этих, официально принятых на снабжение, средств [1].

Понятие «фильтрующее средство аварийного самоспасения пожарного» (под которым в данной работе понимается вспомогательное средство, предназначенное исключительно для экстренной эвакуации пожарного при отказе или исчерпании ресурса дыхательного аппарата со сжатым воздухом (ДАСВ), не увеличивающее допустимое время работы в непригодной для дыхания среде и применяемое в рамках специально регламентированного аварийного сценария) в нормативных документах МЧС России отсутствует, что создает абсолютный правовой вакуум для его применения в рамках ГПС. В отличие от этого, стандарты Национальной ассоциации пожарной охраны США (NFPA) предусматривают категорию устройств для аварийной эвакуации (Emergency Escape Breathing Support Systems), сертифицируемых по NFPA 1982 [6].

Их ключевая характеристика – предназначение исключительно для экстренного выхода при отказе основного ДАСВ, что представляет собой управляемый последний рубеж безопасности.

Важно отметить, что данное нормативное ограничение в выборе СИЗОД, согласно сформированной юридической позиции, относится именно к подразделениям МЧС России в силу публично-правового характера их деятельности и централизованного снабжения. Для иных субъектов пожаротушения (ведомственных, объектовых формирований) действует общее законодательство, не содержащее прямого запрета на рассмотрение и сертификацию средств иных типов при условии обеспечения безопасности [1, 4].

С точки зрения теории управления рисками, игнорирование аварийного сценария не устраняет его вероятность, а лишь переводит в область неподготовленных действий. Ответственность руководства включает подготовку к управлению остаточными, в том числе катастрофическими рисками. Наличие регламентированного «последнего шанса» является элементом такой подготовки.

С технологической точки зрения, отечественная промышленность обладает компетенциями для создания комбинированных фильтров, соответствующих, например, требованиям ГОСТ Р 53261-2023 к фильтрующим СИЗОД от угарного и других газов [8]. Однако для их применения именно как «аварийного средства пожарного» требуется создание отдельного национального стандарта, гармонизированного с лучшими международными практиками (NFPA 1982), и включение такого типа изделий в номенклатуру снабжения МЧС России.

Проведенное исследование позволило сформулировать системную проблему: существующая нормативная парадигма МЧС России в области СИЗОД, основанная на принципе централизованного снабжения и применения исключительно изолирующих аппаратов, не содержит механизмов для легального внедрения технологий, управляемого аварийного самоспасения, что создает нормативный вакуум вокруг данного аварийного сценария.

Для решения данной проблемы необходима последовательная реализация следующих шагов:

1. Широкое профессиональное обсуждение проблематики на площадках научных конференций (таких как конференция Академии ГПС) с последующим вынесением вопроса на междисциплинарный уровень, например, в рамках специализированной панельной дискуссии Международного салона «Комплексная безопасность – 2026» с участием ученых, юристов, разработчиков и практиков.

2. Инициирование целевой научно-исследовательской работы (НИР) на базе ФГБУ ВНИИПО МЧС России для комплексной оценки эффективности, безопасности, экономической целесообразности и, главное, правовых моделей внедрения аварийных фильтрующих самоспасателей в систему МЧС России.

3. Разработка проекта изменений в ведомственную нормативную базу. Требуется нормативное закрепление категории «аварийное средство самоспасения пожарного» с

однозначным указанием на его вспомогательный, эвакуационный характер и исключением его из логики замены основного ДАСВ.

4. Создание национального стандарта (ГОСТ Р) на аварийные фильтрующие самоспасатели для пожарных, устанавливающего технические требования и методы испытаний.

5. Разработка и апробация в рамках экспериментальных или ведомственных подразделений типовых регламентов применения и программ обучения, интегрирующих использование аварийного средства в тактику без создания иллюзии расширения допустимого риска.

Реализация данных мер позволит перевести проблему из области стихийного риска и нормативного вакуума в область управляемого, нормативно регулируемого аварийного сценария, что соответствует приоритетам сохранения жизни пожарных.

Список источников

1. Приказ МЧС России от 27.06.2022 № 640 «Об утверждении Правил использования средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения личным составом подразделений пожарной охраны».

2. Руденко А. В., Смагин А. В., Коршунов И. В. Исследование тактических возможностей звеньев газодымозащитной службы с точки зрения увеличения времени нахождения в непригодной для дыхания среде // Материалы международной научно-технической конференции «Системы безопасности». М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. № 28. С. 185–190.

3. Никишев, Р. А. Влияние опасных факторов пожара на сотрудников газодымозащитной службы / Р. А. Никишев, Р. М. Шипилов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2024. – № 1-2(88). – С. 176-178. – DOI 10.24412/2500-1000-2024-1-2-176-178. – EDN CGPILD.

4. Указ Президента РФ от 11.07.2004 № 868 (ред. от 21.07.2025) «Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2025).

5. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 23.06.2017 N 40 "О техническом регламенте Евразийского экономического союза "О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения" (вместе с "ТР ЕАЭС 043/2017. Технический регламент Евразийского экономического союза "О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения").

6. NFPA 1981: Standard on Open-Circuit Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA) for Emergency Services [Электронный ресурс]. — Quincy, MA : National Fire Protection Association, 2023

7. Analysis of Firefighter Fatalities and the Role of Emergency Escape Breathing Support Systems / J.R. Richards // Fire Technology. – 2021. – Vol. 57. – P. 2345–2365.

8. ГОСТ Р 53261-2023 «Самоспасатели пожарные фильтрующие для защиты людей от токсичных продуктов горения при спасании из задымленных помещений во время пожара. Общие технические требования. Методы испытаний».

Ренат Шамильевич Хабибулин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (kh-r@yandex.ru, SPIN 1759–3385, ID: 637284)

Многоуровневая адаптация управления реагированием пожарно-спасательных подразделений

Аннотация. Статья посвящена проблеме адаптивного управления реагированием пожарно-спасательных подразделений в условиях динамической неопределённости. На основе анализа онтологической модели системы управления и ограничений нормативно-детерминированных регуляторов обосновывается необходимость согласованной многоуровневой адаптации реагирования. Предложена концепция иерархической адаптации на трёх уровнях с гарантией нормативной допустимости конфигурации. Описаны архитектура из шести функциональных модулей, восьмишаговый алгоритм адаптации и направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: адаптивное управление; онтология управления; пожарно-спасательные подразделения; многоуровневая адаптация; цифровой двойник; обучение с подкреплением.

Renat Sh. Khabibulin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Multi-Level Adaptation of Fire and Rescue Subdivision Response Management

Abstract. The paper addresses adaptive response management of fire and rescue subdivisions under dynamic uncertainty. A concept of hierarchical adaptation at three levels with guaranteed normative admissibility via a projection mechanism is proposed. The architecture of six functional modules, an eight-step algorithm and directions for further research are described.

Keywords: adaptive control; management ontology; fire and rescue subdivisions; multi-level adaptation; digital twin; reinforcement learning.

1. Актуальность и обзор исследований

Управление силами и средствами при тушении пожаров представляет собой одну из наиболее сложных задач оперативного руководства в экстремальных условиях [1]. Руководитель тушения пожара (далее – РТП) вынужден принимать решения в сжатые сроки при неполной информации, высокой динамике развития обстановки и множественных рисках.

Значительным шагом к формализации системы управления пожарно-спасательных подразделений (далее – ПСП) является онтологический подход [2-4]. Онтология – формальное представление предметной области в виде понятий и связей между ними, допускающее машинную обработку. В работе [2] построена формализованная онтология системы управления ПСП, включающая 8 ключевых ролей и 14 типов отношений; проведён её количественный анализ методами теории графов. Структурно-семантический анализ выявил гибридную архитектуру: высокая централизация на стратегическом уровне (индекс централизации 0,80) сочетается с развитыми тактическими кластерами. Средняя длина управленческого пути (показатель около 2,10) обеспечивает приемлемую скорость реакции. Оперативный штаб (далее — ОШ) занимает положение центрального координационного узла с метриками посредничества 0,52 и близости 0,89.

Онтологическая модель фиксирует структуру системы управления, но не описывает механизм её изменения в ответ на изменение обстановки на пожаре. Данная работа формализует динамику перестройки управляющего контура в рассматриваемой системе.

2. Постановка проблемы

Анализ онтологии показывает наличие замкнутого контура регулирования: значительная доля связей относится к типу «управление» (нисходящие приказы) и «обратная связь» (восходящие доклады). Рассмотрение трёх классов адаптации – управляющих воздействий, критериев управления, организационной структуры – в отдельности приводит к несогласованным решениям, перегружающим ОШ.

Обозначим через S пространство состояний системы реагирования. Вектор состояния $s_t = (f_t, r_t, \omega_t, \rho_t)$ включает: f_t – параметры пожара; r_t – ресурсное обеспечение; ω_t – характеристики внешней среды; ρ_t – индикатор безопасности (угрозы жизни).

Концепция многоуровневой адаптации формализует трёхуровневую архитектуру через вектор конфигурации $\theta = (\theta^{(1)}, \theta^{(2)}, \theta^{(3)})$.

Организационный уровень $\theta^{(1)}$ – режим функционирования, состав группировки и регламент принятия решений (роли РТП и ОШ). Тактический уровень $\theta^{(2)}$ – распределение сил по участкам тушения и схемы подачи огнетушащих веществ (далее – ОТВ). Критериальный уровень $\theta^{(3)}$ – весовые коэффициенты в функции качества управления, отражающие приоритеты пожаротушения.

Нормативные и ресурсные ограничения определяют область согласованных конфигураций Θ_{cons} . Всякое обновление сопровождается проекцией: $\theta_{t+1} = \Gamma(\theta_t, s_t) \in \Theta_{cons}$, где Γ – оператор проекции, гарантирующий нормативную допустимость. Адаптация выполняется в строгом иерархическом порядке: критериальный $\rightarrow$ тактический $\rightarrow$ организационный уровни.

Контур многоуровневой адаптации управления реагированием ПСП представлен на рисунке 1.

Множество допустимых управляющих воздействий A_{adm} зависит от параметров управляющего контура $\theta = (\theta^{(1)}, \theta^{(2)}, \theta^{(3)})$. Поэтому только тактическая адаптация при неизменном организационном уровне $\theta^{(1)}$ не достигает глобального оптимума управления.

3. Архитектура и алгоритм адаптивного контура управления

На основе разработанной концепции предложена архитектура адаптивного контура управления, включающая шесть функциональных модулей. Модуль оценки состояния (МОС) формирует вектор состояния из данных разведки и телеметрии (данные из устройств мониторинга, включая беспилотные летательные аппараты). Модуль критериальной адаптации (МКА) обновляет параметры критериального уровня. Модуль тактической адаптации (МТА) перераспределяет силы и средства. Модуль организационной адаптации (МОА) принимает решения об изменении организационного режима. Модуль проверки согласованности (МПС) обеспечивает нормативную допустимость конфигурации через механизм проекции. Модуль синтеза управляющего решения (МСР) формирует оптимальное управляющее воздействие.

Алгоритм (рисунок 2) состоит из восьми шагов. Шаги 1–2: инициализация системы и оценка текущего состояния. Шаги 3–5: последовательная адаптация по уровням иерархии. Шаг 6: проверка согласованности модулем МПС; при несоответствии выполняется проекция на допустимое множество. Шаг 7: синтез управляющего решения. Шаг 8: реализация решения; если пожар ликвидирован – алгоритм завершается, иначе возврат к шагу 2.

Выводы

Онтологический анализ системы управления ПСП выявил гибридную трёхуровневую архитектуру с короткими управленческими циклами и развитыми тактическими кластерами, образующими структурную основу для многоуровневой адаптации.

Предложена концепция многоуровневой адаптации с иерархическим вектором конфигурации $\theta = (\theta^{(1)}, \theta^{(2)}, \theta^{(3)})$. Принцип проектируемой адаптации гарантирует нормативную допустимость каждой обновляемой конфигурации.

Разработанная архитектура из шести модулей (МОС, МКА, МТА, МОА, МПС, МСР) и восьмишаговый алгоритм создают операциональную основу для разработки интеллектуальных систем поддержки принятия решений при тушении пожаров и цифрового двойника системы реагирования ПСП.



Рисунок 1 – Контур многоуровневой адаптации управления реагированием ПСП

Направления дальнейших исследований

Первым направлением является разработка конкретных операторов адаптации на основе данных цифрового двойника системы реагирования ПСП. Обучение операторов предполагается проводить методами обучения с подкреплением, в которых онтологические ограничения служат структурным ограничителем пространства допустимых состояний и источником семантических наград. Это позволит перейти от концептуальной постановки к параметрически определённой модели, верифицируемой на реальных данных.

Вторым направлением является формальная спецификация множества согласованных конфигураций на основе [5] и действующих нормативов численности. Результатом должна стать система неравенств и логических условий, допускающая вычислимое представление оператора проекции.

Третьим направлением является создание агент-ориентированной имитационной модели для верификации предлагаемого подхода. Экспериментальные данные о влияющих факторах [6] и многокритериальные модели поддержки управления [7] служат эмпирической основой для разработки сценариев верификации. Планируется сравнение предложенного алгоритма с нормативно-детерминированным управлением по показателям времени ликвидации пожара, ущерба и рисков затяжных пожаров.

Четвёртым направлением является встраивание адаптивного контура в архитектуру цифрового двойника системы реагирования ПСП, что создаст трёхуровневую иерархию: данные реального времени – онтологический уровень знаний – адаптивный уровень

управления. Такая архитектура обеспечит замкнутый цикл управления от сбора данных о пожаре до выработки и реализации управленческого решения.

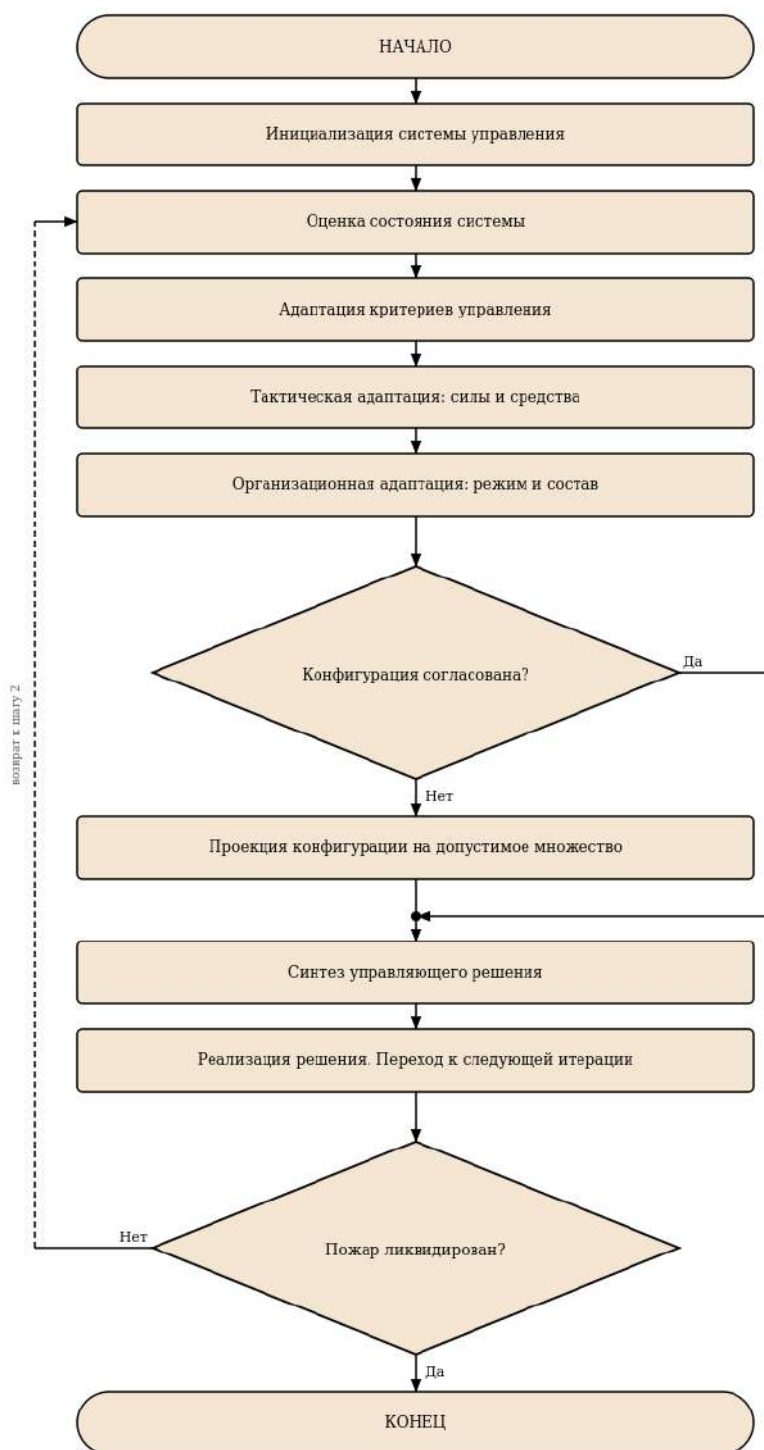


Рисунок 2 – Алгоритм многоуровневой адаптации реагирования ПСП

Список источников

1. Хабибулин, Р. Ш. Теоретико-множественное описание и информационная технология статистического цифрового двойника процессов реагирования пожарно-спасательных подразделений / Р. Ш. Хабибулин // Технологии техносферной безопасности. – 2025. – № 2(108). – С. 8–22.
2. Хабибулин, Р. Ш. Классификация эмпирических стратегий пожаротушения на основе статистических данных / Р. Ш. Хабибулин // Пожарная и аварийная безопасность:

сборник материалов XX Международной научно-практической конференции, посвящённой 35-й годовщине со дня образования МЧС России, 13-14 ноября 2025 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2025. – С. 556–561.

3. Матюшин, М. М. Методы и средства построения онтологий для визуализации связанных информационных объектов произвольной природы в сложных информационно-аналитических системах / М. М. Матюшин, Т. Г. Вакурина, В. В. Котеля [и др.] // Информационно-управляющие системы. – 2014. – № 2(69). – С. 9–17.

4. Никольский, О. К. Онтологический анализ техногенного риска опасности электроустановок / О. К. Никольский, М. А. Габова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4(198). – С. 116–123.

5. Приказ МЧС России от 16 сентября 2024 г. № 777 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ».

6. Денисов, А. Н. Исследование факторов, влияющих на управление пожарными подразделениями при тушении пожаров в помещениях / А. Н. Денисов, А. А. Лукьянченко, А. В. Соколов, А. Н. Григорьев // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – Т. 20, № 8. – С. 48–52.

7. Тараканов, Д. В. Многокритериальные модели и методы поддержки управления пожарными подразделениями на основе мониторинга динамики пожара в здании: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.10 / Тараканов Денис Вячеславович. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2019. – 338 с.

УДК 614.88
ББК 51.1

Светлана Владимировна Фроленкова

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (iana.6880@mail.ru)

Ирина Ахмедовна Хацукова

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (ishortan@gmail.com, SPIN 9075-3700, ID 483498)

Ирина Владимировна Массерова

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (imasserova@list.ru)

Формирование клинического мышления у сотрудников ГПС при оказании первой помощи на основе симуляционных технологий

Аннотация. В статье обоснована необходимость целенаправленного формирования элементов клинического мышления у сотрудников Государственной противопожарной службы (ГПС) МЧС России, оказывающих первую помощь в ходе аварийно-спасательных работ. Раскрыта сущность клинического мышления как процесса вероятностного анализа, принятия решений и прогнозирования в условиях дефицита времени и информации. Предложена методика, интегрирующая симуляционные технологии высокого реализма, клинические сценарии, отражающие специфику работы ГПС, и принципы рефлексивного обучения. Методика направлена на подготовку курсантов к аттестации на звание «спасатель» и позволяет моделировать сложные ситуации, требующие не только технических действий, но и аналитической оценки состояния пострадавшего, определения приоритетов помощи и прогнозирования рисков в динамично меняющейся обстановке чрезвычайной ситуации. Практическая реализация методики способна повысить эффективность взаимодействия пожарно-спасательных подразделений с медицинскими работниками и снизить риски при спасении людей в критических состояниях.

Ключевые слова: клиническое мышление, первая помощь, тактическая медицина, сотрудники ГПС МЧС России, симуляционное обучение, подготовка, аттестация спасателей, эвакуация.

Svetlana V. Frolenkova

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Irina A. Khatsukova

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Irina V. Masserova

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Methodology for developing clinical thinking in State Fire Service employees when providing first aid based on simulation technologies

Abstract. The article substantiates the necessity of the targeted formation of elements of clinical thinking among personnel of the State Fire Service (SFS) of EMERCOM of Russia who provide tactical medical care during emergency rescue operations. The essence of clinical thinking as a process of probabilistic analysis, decision-making, and forecasting under conditions of time and information constraints is revealed. It is shown that the traditional methodology of teaching the disciplines "First Aid" and "Tactical Medicine" in the junior years, aimed at practicing skills, does not solve the problem of forming this type of thinking. The authors propose an innovative methodology that integrates high-fidelity simulation technologies, clinical scenarios reflecting the

specifics of SFS work (including fires in hospitals), and principles of reflective learning. The methodology is aimed at preparing cadets for certification for the "rescuer" qualification and allows modeling complex situations that require not only technical actions but also analytical assessment of the victim's condition, determination of care priorities, and risk forecasting in a dynamically changing emergency situation. The practical implementation of the methodology can improve the efficiency of interaction between fire and rescue units with medical personnel and reduce risks in rescuing people in critical conditions.

Keywords: clinical thinking, tactical medicine, SFS EMERCOM of Russia personnel, simulation training, training methodology, rescuer certification, medical evacuation.

Деятельность сотрудников ГПС МЧС России часто сопряжена с оказанием первой помощи в экстремальных условиях до прибытия специализированных бригад [1]. В подобных условиях от спасателя требуются не только устойчивые моторные навыки, но и способность к быстрому анализу, выстраиванию приоритетов и принятию решений в условиях неопределенности. Эта способность, в медицинском образовании известна как клиническое мышление.

Клиническое мышление – это специфический когнитивный процесс, включающий сбор и интерпретацию данных (симптомов, признаков), выдвижение и проверку диагностических гипотез, определение тактики действий с учетом прогноза развития состояния и потенциальных рисков [3]. Его формирование является центральной задачей высшего медицинского образования.

В контексте деятельности ГПС, особенно при оказании первой помощи, а в некоторых случаях и тактической медицинской помощи, формирование элементов клинического мышления у сотрудников становится критически важным. Это обусловлено необходимостью:

1. Анализа и приоритизации: быстрой оценки состояния нескольких пострадавших (триажа) для определения последовательности оказания помощи, что особенно важно при массовых происшествиях.

2. Принятия решений в условиях дефицита ресурсов: выбора наиболее эффективного вмешательства из возможных, когда время, оборудование и персонал ограничены.

3. Прогнозирования и управления рисками: предвидения потенциального ухудшения состояния пострадавшего при его эвакуации из-под завала, из задымленной зоны

4. Эффективной коммуникации с медицинскими работниками: использования структурированного подхода к передаче информации (например, по методике MIST: Mechanism - механизм, Injuries - травмы, Signs - признаки, Treatment - лечение) для обеспечения преемственности помощи.

Цель исследования: формирования элементов клинического мышления у сотрудников ГПС в рамках подготовки по направлениям «Основы первой помощи» и «Тактическая медицина» с использованием симуляционных технологий.

Материалы и методы

В основу предлагаемой методики положены принципы симуляционного обучения высокого реализма (high-fidelity simulation) и рефлексивной практики [3, 4].

Структурные:

1. Теоретический модуль (актуализация знаний): краткий курс, фокусирующийся не на навыках, а на принципах: механизмах травмы, патофизиологии критических состояний (ОДН – острая дыхательная недостаточность, шок), концепции «золотого часа», логике триажа [2].

2. Разработка клинических сценариев: создание комплексных, нелинейных сценариев, моделирующих реальные условия работы ГПС:

Сценарий «Многочисленные пострадавшие на месте ДТП»: требует проведения первичного и вторичного осмотра, сортировки пострадавших с разными по тяжести травмами, распределения ресурсов и последовательности эвакуации.

Сценарий «Спасение из-под завала с синдромом длительного сдавления»: включает оценку риска развития фатальных осложнений (острая почечная недостаточность, легочная и сердечно-сосудистая недостаточности, инфекционные осложнения, полиорганная недостаточность) сразу после освобождения конечности и принятие решения о порядке действий.

3. Проведение симуляционных сессий: работа в малых группах (4-6 курсантов). Сессия включает брифинг (постановка задачи), собственно симуляцию (10-15 минут) и ключевой этап – дебрифинг под руководством инструктора (20-30 минут). Дебрифинг проводится по структурированному плану (например, «плюс-дельта»: что было сделано хорошо, что можно улучшить) и направлен на анализ принятых решений, их обоснованности и альтернатив.

4. Используемое оборудование: высокофункциональные манекены-симуляторы, реагирующие на вмешательства; имитаторы медицинской аппаратуры; средства эвакуации (носилки-трансформеры, спасательные устройства); система видеозаписи для последующего разбора.

5. Оценка эффективности: оценивающих не только технические навыки, но и аналитические компетенции: способность к первичной оценке, выдвижению рабочих гипотез, распределению приоритетов, коммуникации в команде. Проводится сравнение результатов до и после цикла обучения.

Ожидаемые результаты.

1. Формирование аналитического подхода: курсанты перестают действовать строго по шаблону.

2. Развитие навыков прогнозирования: в сценарии ДТП обучаемые смогут аргументировать свой выбор первоочередного пострадавшего не просто тяжестью видимых травм, а риском быстрого ухудшения (например, при пневмотораксе).

3. Повышение эффективности командной работы и коммуникации: структурированный дебрифинг позволит выявить и исправить ошибки в логике, а не только в технике исполнения.

4. Интеграция с профильными дисциплинами: методика естественным образом свяжет знания по тактической медицине с практикой газодымозащитной службы, пожарно-строевой подготовки и психологии экстремальных ситуаций.

Предложенная методика формирования элементов клинического мышления адекватно отвечает на вызовы современной оперативной обстановки, где спасатели первыми сталкиваются с пострадавшими в критических состояниях, что обеспечивает формирование у будущих офицеров способности к анализу, приоритизации и принятию обоснованных решений в условиях жесткого дефицита времени и информации.

Список источников

1. Общие принципы медицины: пер. с англ. / под ред. Н. А. Буна [и др.]. - Москва: Рид Элсивер, 2009. - 384 с.: ил. - (Внутренние болезни по Дэвидсону)

2. Симуляционное обучение в медицине / Под редакцией профессора Свистунова А.А. Составитель Горшков М.Д. – Москва.: Издательство Первого МГМУ им. И.М.Сеченова, 2013 – 288 с., ил.

3. Рекомендации по тактической медицине для подразделений экстренного реагирования (Tactical Combat Casualty Care Guidelines). – 2021. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.deployedmedicine.com/market/29/content/100> (дата обращения: 01.02.2025).

4. Мельникова И.С., Шкатова Е.Ю. Уровень готовности сотрудников МЧС России к оказанию первой помощи при дорожно-транспортных происшествиях. Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2020;(4):42-47. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.25016/2541-7487-2020-0-4-42-47>. (дата обращения 03.02.2026).

УДК 614.841
ББК 38.96

Ирина Владимировна Массерова

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (imasserova@list.ru, SPIN 3166-0007, ID 767618)

Светлана Владимировна Фроленкова

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (iana.6880@mail.ru)

Ирина Ахмедовна Хацукова

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (ishortan@gmail.com, SPIN 9075-3700, ID 483498)

Марина Михайловна Крупчак

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (krupchakmarina@mail.ru, SPIN 4120-4974, ID 760193)

Оптимизация алгоритмов первой помощи при поражении опасными факторами пожара

Аннотация. В статье обосновывается необходимость разработки специализированных алгоритмов первой помощи для применения непосредственно в зоне пожара. Проведен анализ поражающих факторов и системных ограничений, определяющих невозможность прямого переноса стандартных протоколов. Предложен алгоритм действий пожарных с учетом психофизического состояния, ограничений средств индивидуальной защиты и динамики развития опасных факторов. Сформулированы принципы оптимизации алгоритмов для различных сценариев поражения и этапов ведения пострадавшего.

Ключевые слова: первая помощь, пожар, опасные факторы пожара, моделирование, оптимизация алгоритмов, звено ГДЗС, самопомощь, взаимопомощь, непригодная для дыхания среда.

Irina V. Masserova

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Svetlana V. Frolenkova

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Irina A. Khatsukova

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Marina M. Krupchak

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Optimization of first aid algorithms for injuries caused by hazardous factors of fire

Abstract. The article substantiates the need to develop specialized first aid algorithms for use directly in the fire zone. The analysis of damaging factors as system constraints that determine the impossibility of direct transfer of standard protocols is carried out. An algorithm of actions for firefighters is proposed, taking into account the psychophysical state, limitations of personal protective equipment and the dynamics of the development of hazardous factors. The principles of optimizing algorithms for various injury scenarios and stages of victim management are formulated.

Keywords: first aid, fire, hazardous factors of fire, modeling, algorithm optimization, breathing apparatus unit, self-help, mutual aid, irrespirable environment.

Статистика травматизма и гибели личного состава при тушении пожаров свидетельствует о том, что значительная часть тяжелых последствий обусловлена не только

первичным поражением, но и несвоевременным, либо некорректным оказанием первой помощи непосредственно в зоне воздействия опасных факторов. Классические алгоритмы первой помощи, регламентированные Приказом Минздрава России от 03.05.2024 № 220н¹, разработаны для универсального применения и не учитывают специфических условий, в которых оказывается помощь при пожаре: задымление, высокая температура, ограниченная видимость, дефицит времени, работа в средствах индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), ограниченная подвижность.

Как отмечают специалисты [1], основным и наиболее опасным фактором при пожаре считается дым, который настолько токсичен, что может ввести человека в бессознательное состояние всего за несколько вдохов. Пораженному пострадавшему необходимо как можно быстрее начинать оказывать первую помощь², в тоже время, вход в задымленную среду без средств защиты крайне опасен. Это создает фундаментальное противоречие между необходимостью оказания немедленной помощи пострадавшему и требованием безопасности для самого пожарного.

Воздействие на организм человека в зоне пожара носит комплексный характер. В продуктах неполного горения могут содержаться сажа, оксид углерода, сероводород, оксиды азота, альдегиды и другие токсичные вещества. Дымовые газы, особенно диоксид и оксид углерода, способны вызвать смерть человека в течение нескольких минут, причем их воздействие усугубляется с повышением температуры окружающей среды.

Ключевые факторы, определяющие специфику оказания первой помощи:

- токсичность продуктов горения – угарный газ (CO) образует стойкое соединение с гемоглобином, блокируя транспорт кислорода; цианиды (HCN) нарушают тканевое дыхание. Первые признаки отравления – ухудшение зрения, снижение слуха, головокружение, нарушение координации;
- высокая температура – риск термических ожогов и гипертермии, ограничивающий возможность длительного контакта с пострадавшим;
- плохая видимость – исключает проведение обзорного осмотра пострадавшего для выявления неотложного состояния (отсутствие дыхания или обильного наружного кровотечения), вынуждая переходить к тактильным методам обследования;
- взрывоопасность – дымовые газы в смеси с кислородом способны образовывать взрывоопасные смеси.

Работа в СИЗОД накладывает жесткие ограничения на возможность оказания помощи. Пожарный ограничен в обзоре, тактильной чувствительности, мобильности. Проведение сердечно-легочной реанимации в непригодной среде для дыхания невозможно и смертельно опасно.

Существенным фактором является психоэмоциональное состояние как пострадавшего, так и самого пожарного. Как показывают исследования по моделированию поведения при пожаре [2, 3], индивидуальные параметры – стресс, здоровье, скорость реакции могут критически меняться в зависимости от окружающей среды.

Важнейший принцип, который должен быть заложен в основу любых алгоритмов: сердечно-легочная реанимация проводится только после выхода из опасной зоны. Вход в задымленную среду без средств защиты недопустим. Это означает, что алгоритм оказания помощи должен быть четко разделен на этапы, привязанные к зонам безопасности.

Ключевые параметры, подлежащие моделированию [2]:

- пространственно-временные характеристики – расстояние до пострадавшего, время на его обнаружение, время на оказание неотложных мероприятий, время эвакуации;

¹ Приказ Министерства здравоохранения РФ от 3 мая 2024 г. № 220н «Об утверждении Порядка оказания первой помощи»

² Федеральный закон от 21 ноября 2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»

- ресурсные ограничения – запас воздуха или кислорода в дыхательных аппаратах, физические возможности пожарных, количество личного состава в звене;
- факторы среды – динамика нарастания концентрации токсичных продуктов, температура, видимость.

Для целей первой помощи (самопомощи) важно прогнозировать:

- время до потери сознания при воздействии токсичных продуктов;
- способность к самостоятельной эвакуации (передвижение, ориентация);
- вероятность развития необратимых изменений при различных сценариях задержки помощи.

Моделирование позволяет обосновать трехуровневую систему оказания помощи в условиях пожара [1]:

Уровень 1 (зона непригодной среды)

Задачи: обнаружение, быстрая оценка состояния пострадавшего по тактильным признакам, остановка критического кровотечения (наложение жгута), подготовка к эвакуации. Время выполнения – секунды. Сердечно-легочная реанимация (СЛР) в этой зоне не проводится.

Уровень 2 (зона относительной безопасности – незадымлённое пространство, площадка на путях эвакуации).

Задачи: подробный осмотр пострадавшего на наличие сознания и дыхания, начало СЛР при отсутствии признаков жизни, остановка кровотечения давящей повязкой или жгутом, придание устойчивого бокового положения при наличии дыхания.

Уровень 3 (вне зоны пожара – пост безопасности).

Задачи: полный объем первой помощи согласно приказу № 220н, включая СЛР с использованием защитных средств и при наличии автоматического наружного дефибриллятора (АНД), детальный осмотр, иммобилизация, психологическая поддержка.

Отравление угарным газом и другими продуктами горения.

Симптомы поражения:

- легкая степень: головная боль, головокружение, шум в ушах, тошнота, слезотечение;
- средняя и тяжелая степени: потеря сознания, судороги, бессознательное состояние, остановка дыхания и кровообращения.

Оптимизированный алгоритм:

1. Немедленное прекращение поступления токсичных веществ (эвакуация, применение самоспасателя).
2. Освобождение от стесняющей дыхание одежды, придание оптимального положения.
3. При отсутствии сознания – немедленно проверить дыхание. Дыхание есть – перевести пострадавшего в устойчивое боковое положение, дыхания нет – срочно приступаем к СЛР.

При легких отравлениях (пострадавший в сознании) – подробный осмотр, опрос для выявления других травм, контроль, психологическая поддержка, передача бригаде скорой медицинской помощи.

Первая помощь при ожогах в зоне пожара.

Особенности:

1. Прекращение действия поражающего фактора – сбить пламя любым способом (вода, песок, перекачивание по земле и т.д.).
2. Освобождение от тлеющей одежды – быстро, осторожно, лучше разрезать, не срывать прилипшие ткани.
3. Охлаждение – в течение 15–20 минут холодной водой, льдом, снегом (останавливает перегревание тканей, уменьшает боль, предотвращает развитие шока).
4. Наложение стерильной повязки, пузыри не вскрывать.

5. Обильное питье, если пострадавший в сознании.
6. Контроль, психологическая поддержка, передача бригаде скорой медицинской помощи.

Нельзя применять местные средства, изменяющие внешний вид ожога (йод, марганцовка, зеленка, мази) – это затруднит последующее лечение.

Особенности сердечно-легочной реанимации в условиях пожара

Исходя из анализа источников и логики безопасности, СЛР в непригодной для дыхания среде не проводится [1]. Пострадавший должен быть эвакуирован в безопасную зону, где отсутствуют угрожающие факторы.

Адаптация для работы в СИЗОД.

Для пожарных, работающих в составе звена ГДЗС, алгоритмы должны быть адаптированы с учетом ограничений [2]:

- диагностика – только тактильная и аудиальная (отсутствие реакции на оклик, отсутствие дыхательных шумов).
- остановка кровотечения – отработка наложения турникетов в темноте и в ограниченном пространстве.
- СЛР – в зоне задымления не проводится, только после выхода на свежий воздух.
- эвакуация – перемещение пострадавшего волоком с использованием лямок, спасательных устройств.

Для реализации оптимизированных алгоритмов необходимо специальное оснащение¹:

- аптечки первой помощи, адаптированные для работы в СИЗОД (компактные, с тактильно различимой маркировкой, люминесцентными метками);
- турникеты с возможностью наложения одной рукой;
- средства иммобилизации, фиксируемые в условиях ограниченного пространства;
- гипотермические пакеты для охлаждения ожогов;
- самоспасатели для пострадавших.

Проведенное исследование позволяет сформулировать следующие выводы:

1. Стандартные алгоритмы первой помощи неприменимы в непригодной для дыхания среде без существенной адаптации. Поражающие факторы пожара (токсичные продукты, высокая температура, ограниченная видимость) и эргономические ограничения (работа в СИЗОД) требуют разработки специализированных протоколов.

2. Моделирование является эффективным инструментом оптимизации работы звеньев в среде, не пригодной для дыхания и с плохой видимостью [2, 3]. Использование моделей движения звеньев ГДЗС, учет психофизических состояний пострадавших позволяют обоснованно выбирать тактику оказания помощи в различных сценариях.

3. Ключевым принципом является этапность. Оказание помощи должно быть четко разделено на зоны: непригодная среда (только обнаружение, остановка кровотечения и экстренная эвакуация), зона относительной безопасности (проведение сердечно-легочной реанимации), безопасные условия (полный объем помощи).

4. Специфика поражений при пожаре требует специальных знаний. Отравление угарным газом, комбинированные поражения (термические + токсические), ожоги дыхательных путей – эти состояния требуют иных подходов, чем изолированные травмы.

5. Необходима интеграция первой помощи в систему профессиональной подготовки пожарных. Автоматизм выполнения адаптированных алгоритмов, отработанный в условиях, максимально приближенных к реальным (теплодымокамера, нулевая видимость, полная экипировка), является единственным способом обеспечения эффективной помощи при реальном пожаре.

¹ Приказ Министерства здравоохранения РФ от 26 апреля 2024 г. № 209н «Об утверждении требований к комплектации укладки для оказания первой помощи с применением медицинских изделий для оснащения пожарных автомобилей».

Список источников

1. Дежурный Л.И., Закурдаева А.А., Зарипова З.А. и др. Организация подготовки населения и сотрудников экстренных оперативных служб приемам оказания первой помощи на территории Российской Федерации: методические рекомендации / утв. профильными комиссиями Минздрава России по направлению «Первая помощь» и «Медицина катастроф». – М., 2024. – 80 с.
2. Воронов М.А., Ищенко А.Д. Алгоритм расчета движения звеньев газодымозащитной службы при групповом спасении людей из непригодной для дыхания (задымленной) среды // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. – 2024. – № 9. – С. 39-44. – DOI 10.37882/2223-2966.2024.9.07.
3. Разработка модели оптимизации управления действиями пожарно-спасательными подразделениями на пожаре с использованием нейронных сетей / В. Ю. Яровой, Я. В. Гребнев, А. А. Сержинмаа [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2025. – № 11(131). – С. 238-264.

УДК 630.432
ББК 43.48

Глеб Юрьевич Шамсудинов

ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», Железногорск, Россия (gleb.shamsudinov@mail.ru, SPIN 9108-2708, ID: 1267799)

Антон Олегович Чумутин

ГУ МЧС России по Иркутской области, Иркутск, Россия (anton_7667@mail.ru, SPIN 5856-4546, ID: 1332493)

Применение технологий NVDI при мониторинге лесных пожаров

Аннотация. В статье рассматривается применение вегетационного индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) в системе мониторинга лесных пожаров. Анализируются физические основы индекса, базирующегося на различиях в отражении ближнего инфракрасного и красного диапазонов спектра здоровой и поврежденной растительностью. Особое внимание уделяется трем ключевым направлениям использования NDVI: оценке горимости лесов и классов пожарной опасности по состоянию фитомассы, оперативному картографированию фактических гарей и зон повреждений, а также долгосрочному мониторингу постпирогенной динамики и восстановления растительного покрова.

Ключевые слова: NDVI, лесные пожары, мониторинг, оценка пожарной опасности, ГИС.

Gleb Yu. Shamsudinov

Siberian Fire and Rescue Academy of EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia

Anton O. Chumutin

Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations of Russia for the Irkutsk Region, Irkutsk, Russia

Using NVDI technologies in forest fire monitoring

Abstract. This article examines the application of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) in forest fire monitoring. It analyzes the physical basis of the index, which is based on differences in the reflectance of near-infrared and red light by healthy and damaged vegetation. Particular attention is paid to three key areas of NDVI application: assessing forest flammability and fire hazard classes based on phytomass status, operational mapping of actual burnt areas and damaged zones, and long-term monitoring of post-fire dynamics and vegetation restoration.

Keywords: NDVI, forest fires, monitoring, fire hazard assessment, GIS.

Лесные пожары представляют собой одну из наиболее серьезных и масштабных угроз для экологической безопасности и экономики Российской Федерации, обладающей крупнейшим в мире лесным фондом. Ежегодно огонь уничтожает миллионы гектаров леса, нанося колоссальный ущерб, который, по различным оценкам, достигает десятков миллиардов рублей. Так, в 2024 году фактическая площадь пожаров на землях лесного фонда России превысила 8,2 млн га, что значительно выше плановых показателей. Ситуация усугубляется глобальными климатическими изменениями, приводящими к учащению засух, аномальной жары и, как следствие, росту числа экстремальных пожаров более чем на 50% за последние десятилетия [1].

При этом более 90% возгораний, особенно в густонаселенных и экономически освоенных регионах, связано с деятельностью человека. Антропогенный фактор, включая переход огня с земель иных категорий, остается основной причиной лесных пожаров. В таких

условиях особую актуальность приобретает внедрение эффективных систем мониторинга, способных не только оперативно выявлять очаги возгорания, но и прогнозировать их возникновение, оценивать нанесенный ущерб и отслеживать постпирогенное восстановление лесов на труднодоступных и удаленных территориях [1]. Именно здесь на первый план выходят технологии дистанционного зондирования Земли и, в частности, анализ вегетационных индексов, таких как NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), которые позволяют получать объективную и оперативную информацию о состоянии растительного покрова в масштабах, недоступных наземным методам [2]. Пример работы NDVI представлен на рис. 1.

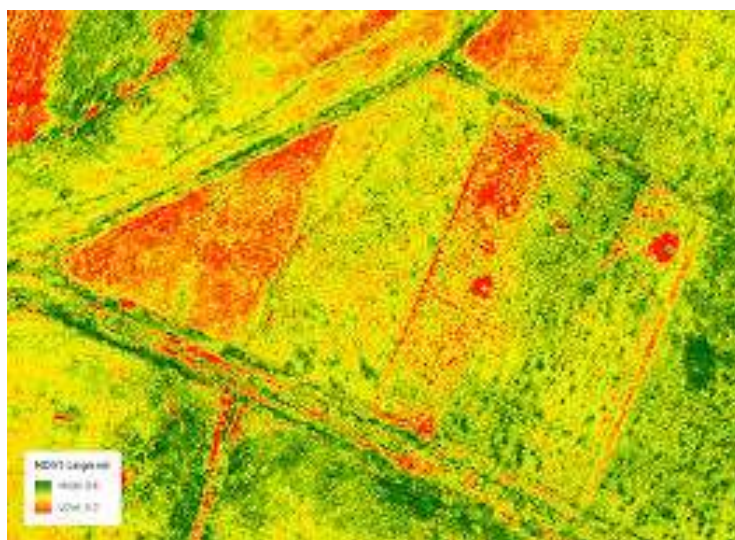


Рисунок – Пример работы алгоритма NDVI

Технология NDVI нашла широкое применение в системе мониторинга лесных пожаров, выступая в качестве универсального инструмента для решения трех ключевых задач: оценки пожарной опасности территорий, оперативного выявления и картографирования гарей, а также долгосрочного наблюдения за постпирогенным восстановлением растительности.

1. Оценка пожарной опасности и прогнозирование возгораний:

Применение NDVI на этапе предупреждения пожаров основано на способности индекса отражать физиологическое состояние растительности и содержание влаги в фитомассе. Низкие значения NDVI (близкие к 0,05) соответствуют участкам с разреженной растительностью, обнаженной почвой или сухой растительностью, что существенно повышает риск возникновения пожара.

В современных исследованиях NDVI интегрируется в комплексные модели оценки пожарной опасности наряду с другими факторами. Например, в работе А.Т. Гизатуллина на примере лесов Красноярского края вегетационный индекс использовался как один из трех наиболее информативных показателей наряду с температурой поверхности и антропогенной нагрузкой [3]. Анализ многолетних данных позволил установить пороговые значения NDVI и коэффициенты корреляции с фактической возгораемостью территории, что обеспечило достоверность прогноза природных возгораний на уровне 65%.

Более сложные подходы предполагают использование NDVI в моделях машинного обучения. Исследование, проведенное в провинции Нгеан (Вьетнам), показало, что включение NDVI в набор предикторов (наряду с данными рельефа, метеопараметрами и плотностью населения) позволяет строить карты пожарного риска с высокой точностью, причем алгоритм случайного леса (Random Forest) продемонстрировал наилучшие результаты [4]. Высокие значения NDVI (близкие к 0,38) указывают на наличие густой здоровой растительности, включая лесные массивы, что также важно учитывать при оценке потенциальной горимости

— такие участки при определенных условиях (засуха, ветер) могут стать источником интенсивных верховых пожаров.

2. Идентификация и картографирование гарей

После возникновения пожара ключевой задачей становится оперативное определение его границ и оценка пройденной огнем площади. NDVI эффективно решает эту задачу благодаря резкому снижению значений индекса на поврежденных участках. Исследование в Марийском Заволжье подтвердило приемлемость использования NDVI для выявления площадей гарей как недавних (2010 год), так и многолетней давности (1972 год) на основе архивных снимков Landsat.

Особую ценность представляет сравнение разновременных снимков (до и после пожара). В работе белорусских ученых для идентификации выгоревшей территории на юго-востоке Гомельской области использовался геоинформационный анализ разницы индексов NDVI, NBR (Normalized Burn Ratio) и BAI (Burnt Area Index) за короткий период (5-10 апреля 2020 года). Авторы подчеркивают, что применение сочетаний как минимум двух индексных критериев позволяет учесть особенности каждого из индексов и уменьшить вероятные погрешности. Применение разработанной методики в среде ArcGIS (модели ModelBuilder с использованием 29-15 инструментов) обеспечило достоверность идентификации гарей около 96% по снимкам Sentinel-2 и 89% по Landsat-8 [5].

Важно отметить, что для выявления границ гарей спустя длительный период после пожара может использоваться не только NDVI, но и специализированный индекс NBR. Однако исследования в арктической зоне Ямало-Ненецкого автономного округа показали, что индекс NBR не отражает восстановление растительности, поэтому его применение целесообразно именно для идентификации границ гарей, тогда как NDVI более информативен для оценки постпирогенной динамики.

3. Мониторинг постпирогенного восстановления растительности

Наиболее длительное и сложное применение NDVI связано с отслеживанием восстановительных процессов на гарях. Способность индекса количественно отражать количество фотосинтетически активной биомассы делает его незаменимым инструментом для оценки скорости и успешности лесовосстановления.

Исследование, проведенное в арктической зоне Западной Сибири на основе анализа временных рядов Landsat (1990-2023 гг.), позволило выделить три четких периода в постпирогенной сукцессии растительного покрова по динамике медианных значений NDVI:

Реабилитация (первые 6 лет) — период активного восстановления травяно-кустарничкового яруса;

Прогрессия (6-18 лет) — этап формирования древесного полога;

Устойчивое развитие (после 18 лет) — выход на фоновые значения, характерные для зрелых сообществ.

Более детальный анализ с учетом региональных особенностей проведен для криолитозоны Сибири. Исследователи классифицировали уровни пожарного воздействия по индексу dNBR и проследили пятилетнюю динамику Δ NDVI (отклонения от фоновых значений) в зависимости от типов мерзлоты. Выявлено, что абсолютные значения NDVI на участках после пожаров варьируют от 0,30 (зона сплошной мерзлоты) до 0,53 (редкоостровная мерзлота) при фоновых значениях 0,51-0,61. Максимальный уровень аномалии Δ NDVI (до 28% от фона) зафиксирован в условиях сплошной мерзлоты, что свидетельствует о наиболее тяжелых последствиях пожаров и замедленном восстановлении в этих условиях.

Сравнительный анализ информативности различных вегетационных индексов для оценки постпирогенного восстановления выполнен на примере сосновых лесов национального парка «Тункинский» (пожары 2010 года) [6]. Авторы отмечают, что на гарях в период 2010-2019 годов наблюдалась флуктуация значений NDVI, соответствующая восходящей динамике геоботанических параметров. В то же время в лесах, не затронутых пожарами, показатели NDVI оставались стабильными. Важное методическое наблюдение: NDVI имеет тенденцию к завышению значений в пик вегетации, тогда как индекс EVI

отличается большей достоверностью, однако оба индекса согласованно указывают на успешность процессов лесовосстановления.

4. Интеграция с ГИС-технологиями и другими методами

Современное применение NDVI невозможно без интеграции с геоинформационными системами и другими источниками данных. Как показано в исследовании по Марийскому Заволжью, для тематического картирования гарей используется комплексный подход, включающий: создание бесшовных мозаик из разновременных снимков, атмосферную коррекцию в модуле FLAASH, линейное спектральное выравнивание изображений в программном комплексе ENVI и последующую неуправляемую классификацию. Верификация полученных данных осуществляется с использованием GPS-приемников в полевых условиях и независимых источников (например, пожарной информационной системы FIRMS) [7].

Комплексный мониторинг природных пожаров в национальном парке Баянаул (Казахстан) демонстрирует, что NDVI является лишь одним из ряда показателей, включающих также тепловые аномалии, данные о рельефе (высота, экспозиция, крутизна склонов), классифицированные данные о земном покрове и метеорологические параметры. Сочетание этих данных в ГИС-среде позволяет не только оценивать масштабы повреждений, но и моделировать распространение огня с учетом топографических особенностей (например, усиление пожара на крутых склонах за счет тепловой конвекции).

Таким образом, NDVI выступает универсальным и информативным инструментом на всех этапах мониторинга лесных пожаров — от прогнозирования рисков до оценки долгосрочных последствий, при этом наибольшая эффективность достигается при комплексном использовании индекса в сочетании с другими спектральными показателями, ГИС-технологиями и методами машинного обучения.

Список источников

1. Ивлиева М. С. Причины возникновения лесных пожаров в России в 2021 году и оценка их влияния на атмосферу // Известия ТулГУ. Технические науки. 2022. № 4. С. 249-252.
2. Meneses-Tovar C. L. NDVI as indicator of degradation // *Unasylva*. 2011. Т. 62, № 238. С. 39-46.
3. Lewis P., Perez E., Piktus A., Petroni F., Karpukhin V., Goyal N., Kuttler H., Lewis M., Yih W., Rocktäschel T., Riedel S., Kiela D. Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks // *Advances in Neural Information Processing Systems*. 2020. Т. 33. С. 9459-9474.
4. Гизатуллин А. Т. Разработка методики предупреждения природных пожаров по данным дистанционного зондирования на примере лесов Красноярского края // *ИнтерКарто. ИнтерГИС*. 2021. Т. 27, Ч. 2. С. 340–354. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-2-27-340-354.
5. Chivoiu B., Grace J. B., Schweiger W. E. Satellite-derived spectral indices to characterize wildfire impacts on forested sites in Glacier National Park, Montana // *US Geological Survey (USGS) Data Release*. 2023. С. 1042.
6. Gülci S., Wing M. Evaluating forest fire severity and vegetative recovery using Sentinel imagery and spectral indices in a cloud-based environment // *Advances in Space Research*. 2025.
7. Сидельник Н. Я., Пушкин А. А., Ковалевский С. В. Картирование поврежденных лесных насаждений и объектов лесохозяйственных мероприятий с использованием материалов космической съемки и ГИС-технологий // *Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов*. 2018. № 1(204). С. 5-12. EDN YPNZWS.
8. Zongmei L., Wei H., Jing L., Wang W., Chang L. Forest restoration assessment based on NDVI from MODIS image under different burn intensity in the burned blank in discontinuous permafrost area of Northeast China // 2013 the International Conference on Remote Sensing,

Environment and Transportation Engineering (RSETE 2013). [Б. м.]: Atlantis Press, 2013. C. 364-367.

УДК 004.423:004.032.26.001.57
ББК 38.96

Людмила Владимировна Кулагина

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Россия,
(klvation@gmail.com, SPIN 1325-9320, ID: 596975)

Эдуард Артурович Шефер

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Россия, (shefer.eduardov-119sp@list.ru, SPIN 1454-4289, ID: 1286852)

Павел Михайлович Серебряков

ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная Академия ГПС МЧС России», г. Железногорск, Россия (Sebro145@mail.ru)

Разработка гибридной интеллектуальной мониторинговой системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты

Аннотация. В статье представлена разработка гибридной интеллектуальной системы мониторинга пожарной безопасности объекта защиты, основанной на совместном использовании методов компьютерного зрения и генеративных языковых моделей. Предложена архитектура, включающая модуль детекции признаков пожара на основе сверточной нейронной сети и модуль формирования управленческих рекомендаций с применением крупной языковой модели. Реализован алгоритм автоматического выявления очагов возгорания по видеоданным с последующей генерацией текстовых инструкций для оперативного реагирования. Приведены результаты экспериментальной апробации программной реализации в консольной среде. Показано, что применение гибридного подхода позволяет повысить оперативность реагирования и снизить влияние человеческого фактора при принятии решений в условиях чрезвычайной ситуации. Разработанная система может быть использована для оснащения промышленных объектов и объектов хранения нефтепродуктов.

Ключевые слова: пожарная безопасность, интеллектуальная система мониторинга, компьютерное зрение, нейронная сеть, обнаружение пожара, поддержка принятия решений, цифровизация противопожарной защиты.

Lyudmila V. Kulagina

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

Eduard A. Shefer

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

Pavel M. Serebryakov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia

Development of a hybrid intelligent monitoring system for ensuring fire safety of a protected facility

Abstract. The article presents the development of a hybrid intelligent monitoring system for ensuring fire safety of a protected facility based on the combined use of computer vision methods and generative language models. An architecture is proposed that includes a fire feature detection module based on a convolutional neural network and a module for generating management recommendations using a large language model. An algorithm for automatic detection of fire sources from video data followed by generation of textual response instructions for prompt decision-making has been implemented. The results of experimental testing of the software implementation in a console environment are presented. It is shown that the application of a hybrid approach makes it possible to

increase response efficiency and reduce the influence of the human factor in emergency decision-making. The developed system can be used to equip industrial facilities and oil storage facilities.

Keywords: fire safety, intelligent monitoring system, computer vision, neural network, fire detection, decision support, digital transformation of fire protection.

Современные требования к обеспечению пожарной безопасности объектов защиты, особенно промышленных предприятий и объектов хранения энергоносителей, диктуют необходимость перехода от пассивных систем сигнализации к активным интеллектуальным комплексам. Традиционные системы, основанные на датчиках дыма и температуры, часто срабатывают с запозданием или не способны оценить динамику развития пожара. Кроме того, ключевым звеном в цепочке принятия решений остается человек, который в стрессовой ситуации может допустить ошибку при оценке обстановки и выборе порядка действий [1].

Развитие технологий искусственного интеллекта открывает новые возможности для автоматизации этих процессов. Методы компьютерного зрения позволяют обнаруживать визуальные признаки пожара (пламя, дым) на ранних стадиях, а генеративные языковые модели способны интерпретировать полученные данные и формулировать четкие, пошаговые инструкции для персонала. Целью данной работы является разработка и экспериментальная апробация гибридной интеллектуальной системы, объединяющей эти два подхода для повышения эффективности мониторинга и поддержки принятия решений при обеспечении пожарной безопасности объекта защиты.

Предлагаемая система построена по модульному принципу и включает в себя два основных функциональных компонента: модуль детекции и модуль генерации инструкций, а также подсистему логирования.

Первый модуль отвечает за анализ видеопотока или отдельных изображений. В его основе лежит предобученная сверточная нейронная сеть YOLOv5 (You Only Look Once), которая обеспечивает детекцию объектов в реальном времени. Модель была дообучена на специализированном датасете, содержащем различные типы пожаров. Выходными данными этого модуля являются координаты ограничивающих рамок (bounding boxes) для обнаруженных объектов, их класс и уверенность модели (confidence score). На основе этих данных система принимает предварительное решение о наличии признаков пожара и оценивает его масштаб (малый, средний, крупный), основываясь на количестве детекций, связанных с огнем и дымом.

Второй модуль предназначен для генерации контекстных инструкций. Он реализован на базе большой языковой модели Qwen 2.5 с 3 миллиардами параметров. Для адаптации модели к предметной области «Пожарная безопасность» использовалась техника тонкой настройки PEFT (Parameter-Efficient Fine-Tuning), а именно LoRA-адаптеры. Это позволило «обучить» модель генерировать инструкции, соответствующие регламентам и правилам поведения при пожаре, не требуя колоссальных вычислительных ресурсов для полного переобучения. Модуль получает на вход структурированную информацию от модуля детекции (наличие пожара, его размер, обнаруженные объекты), а также контекстные данные (зона объекта, количество людей).

Алгоритм работы системы (рисунок 1) представляет собой последовательность шагов, автоматизирующих процесс от получения данных до выдачи рекомендаций.

На первом этапе система получает входное изображение (например, с камеры видеонаблюдения или из файла). Далее выполняется его предобработка: изменение размера до требуемого для YOLOv5 разрешения (640x640 пикселей) и нормализация значений пикселей.

Обработанное изображение подается на вход модели YOLOv5. Модель выполняет прямой проход (inference), в результате которого получается список обнаруженных объектов с координатами, классами и показателями уверенности. К полученным детекциям применяется алгоритм не максимального подавления (Non-Maximum Suppression) для удаления дублирующихся рамок.

На этапе постобработки система анализирует результаты детекции. Ключевыми признаками срабатывания является наличие объектов классов, связанных с пожаром (например, 'fire', 'smoke', 'пожар', 'дым') или любая детекция с аномально высокой уверенностью. На основе общего количества обнаруженных пожароопасных объектов делается вывод о масштабе возгорания.

Сформированный структурированный запрос, содержащий информацию о зоне, масштабе пожара, количестве обнаруженных объектов и людей, передается в языковую модель. Модель Qwen генерирует текст инструкции, который затем проходит этап постобработки для удаления возможных артефактов генерации и гармонизации терминологии [2-4].

Заключительным шагом является вывод инструкции пользователю и логирование всех параметров события (время, зона, результаты детекции, сгенерированная инструкция) в файл для последующего анализа.

```
Loading checkpoint shards: 100% | 2/2 [00:18<00:00, 9.46s/it]
✓ Qwen 3B готова

=====
🔧 ИНТЕРАКТИВНЫЙ РЕЖИМ (введите 'exit' для выхода)

📁 Путь к изображению: /workspace/LLM/project/3.jpeg
📍 Зона [store/pump_area/tank_zone/other] (по умолчанию store): pump_area
👤 Люди (или 'unknown') (по умолчанию unknown):
🔴 Порог уверенности [0.1-0.9] (по умолчанию 0.3): 0.5

=====
🔥 ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЯ
=====
🔍 Анализ: /workspace/LLM/project/3.jpeg
📄 Разметка сохранена: detection_20260301_162831.jpg

📊 Результаты YOLOv5:
Пожар: ☒ ДА
Размер: small
Объектов: 1
- fire: 70.9%

📄 Генерация инструкции через Qwen...
The following generation flags are not valid and may be ignored: ['temperature', 'top_p', 'top_k']. Set 'TRANSFORMERS_VERBOSITY=info' for more details.

=====
📋 ИНСТРУКЦИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТИ
=====
1. Немедленно прекратить подачу топлива.
2. Удалиться на безопасную зону (не менее 5 м).
3. Использовать порошковый огнетушитель.
4. Сообщить в пожарную службу.
При необходимости эвакуации - уведомите соседей!
=====

✓ Результат сохранён в fire_detection_log.jsonl

✅ Обработка завершена. Готов к следующему изображению.

📁 Путь к изображению: ^C
🔥 Завершение
(my_venv) root@f754145f8856:/workspace/LLM/project#
```

Рисунок 1 – Алгоритм работы

Программная реализация прототипа выполнена на языке Python с использованием фреймворков PyTorch, Transformers и PEFT. Код организован таким образом, чтобы обеспечить возможность работы как в пакетном, так и в интерактивном консольном режиме, что было продемонстрировано в ходе экспериментов.

Для проверки работоспособности разработанного прототипа была проведена серия экспериментов с использованием тестовых изображений, моделирующих различные сценарии развития пожара на промышленном объекте. В ходе испытаний система успешно обнаруживала признаки возгорания, классифицировала его масштаб и генерировала соответствующие текстовые инструкции.

При подаче на вход изображения с небольшим очагом пламени, модуль детекции идентифицировал объект класса «fire» с высокой уверенностью (рисунок 2). Модуль генерации, получив информацию о малом пожаре в зоне «pump_area» (Топливораздаточная колонка), сформировал инструкцию, предписывающую использование первичных средств пожаротушения и оповещение ответственных лиц. В сценарии с обширным пожаром и задымлением, где было обнаружено множество объектов, система корректно определила

масштаб как «small» и выдала инструкцию, приоритизирующую немедленную эвакуацию и вызов экстренных служб.



Рисунок 2 – Пример работы сверточной нейросети

Время обработки одного изображения на системе с графическим процессором среднего класса составляло в среднем 1,2-1,5 секунды, что является приемлемым показателем для задач мониторинга с невысокой частотой кадров. Анализ логов подтвердил корректность сохранения всей необходимой информации о каждом срабатывании.

В результате выполненной работы разработана и экспериментально апробирована гибридная интеллектуальная система мониторинга пожарной безопасности и поддержки принятия решений. Главным итогом является демонстрация возможности эффективного сочетания технологий компьютерного зрения и больших языковых моделей для решения прикладных задач в области пожаротушения.

Предложенный подход позволяет не только автоматически детектировать возгорание, но и интерпретировать его масштаб, предоставляя лицу, принимающему решение, четкий и понятный алгоритм действий, адаптированный под конкретную ситуацию. Это способствует снижению времени реакции и минимизации ошибок, вызванных человеческим фактором.

Дальнейшие направления исследований будут направлены на адаптацию системы для работы с видеопоследовательностями для анализа динамики пожара [5-6], расширение набора детектируемых критических объектов, а также интеграцию с существующими системами пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения объектов защиты.

Список источников

1. Кулагина Л. В., Шефер Э. А. Прототип системы раннего оповещения о пожаре на основе интеллектуального нейросетевого распознавания // Проблемы инженерных наук: формирование технологического суверенитета : сб. науч. тр. IV Междунар. Косыгинского форума. Москва, 20–22 февраля 2024 г. М. : Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина, 2024. С. 128–130. EDN DSEIXZ.
2. Кулагина Л. В., Шефер Э. А. Сравнительный анализ современных систем обнаружения очага возгорания // Известия Тульского государственного университета.

Технические науки. 2024. № 7. С. 181–185. DOI: 10.24412/2071-6168-2024-7-181-182. EDN OJIXUT.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024611904 Рос. Федерация. Программный комплекс мониторинга теплового режима в производственных помещениях: № 2024610862: заявл. 22.01.2024: опубл. 25.01.2024 / Л. В. Кулагина, Э. А. Шефер; заявитель ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет». EDN GESTOA.

4. Кулагина Л. В., Шефер Э. А. Совершенствование систем пожарной безопасности объектов теплоэнергетики // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. 2025. Т. 18, № 6. С. 778–789. EDN ZIOIEO.

5. Кулагина Л. В., Шефер Э. А., Кубик Н. Р. Система дистанционного мониторинга на основе машинного зрения для удаленного технологического оборудования гидроэлектростанции // Справочник. Инженерный журнал. 2026. № 1(346). С. 51–56. DOI: 10.14489/hb.2026.01.pp.051-056. EDN HPRODF.

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025686753 Рос. Федерация. Гибридная нейросетевая система мониторинга теплового режима помещений: заявл. 24.09.2025: опубл. 06.10.2025 / Л. В. Кулагина, Э. А. Шефер; заявитель ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет». EDN VZYLBA.

УДК 614.842
ББК 38.711

Иван Сергеевич Фогилев

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (galich_ivan@mail.ru, SPIN 6792-0626, ID: 972535)

Евгений Андреевич Шухмин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (suhmine6@gmail.com, SPIN 6922-3500, ID: 1315748)

Анализ пожаров в жилом секторе в Российской Федерации

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена устойчиво высоким уровнем смертности и материального ущерба от пожаров в жилом секторе России. Целью работы является комплексный анализ современной пожарной обстановки в жилье на основе данных официальной статистики МЧС России. В статье рассмотрена структура пожаров по причинам возникновения, выявлены факторы, способствующие гибели людей (временной, социальный, сезонный), а также проведен анализ региональных особенностей. На основе полученных данных предложены направления совершенствования профилактической работы. Результаты исследования могут быть использованы органами государственного пожарного надзора и специалистами в области безопасности для корректировки мер предупреждения пожаров.

Ключевые слова: пожары, жилой сектор, статистика пожаров, причины пожаров, гибель на пожарах, профилактика пожаров, электробезопасность, печное отопление.

Ivan S. Fogilev

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Evgeny A. Shukhmin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Analysis of fires in the residential sector in the Russian Federation

Abstract. The relevance of the study is due to the persistently high level of mortality and material damage from fires in the residential sector of Russia. The aim of the work is a comprehensive analysis of the current fire situation in housing based on official statistics from the EMERCOM of Russia. The article examines the structure of fires by causes, identifies factors contributing to the death of people (temporal, social, seasonal), and also analyzes regional characteristics. Based on the data obtained, directions for improving preventive work are proposed. The results of the study can be used by state fire supervision authorities and safety specialists to adjust fire prevention measures.

Keywords: fires, residential sector, fire statistics, causes of fires, fire deaths, fire prevention, electrical safety, stove heating.

Обеспечение пожарной безопасности в жилом секторе остается одной из приоритетных задач государства. Несмотря на общую тенденцию к снижению количества пожаров в Российской Федерации, их последствия в жилье носят наиболее тяжелый характер. По данным МЧС России, именно на объекты жилого фонда приходится подавляющее большинство случаев гибели людей — свыше 90% [1]. Материальный ущерб от возгораний в квартирах и частных домах исчисляется миллиардами рублей, что требует пристального внимания со стороны научного сообщества и практических органов надзора.

Статистика пожаров в Российской Федерации показывает, что большая их часть происходит в зданиях жилого назначения и зачастую сопровождается существенным материальным ущербом, травмированием и даже гибелью граждан. Необходимо отметить, что за 2024 год произошло 347 506 пожаров на объектах различного назначения, в том числе в

жилом секторе – 108 491. От воздействия опасных факторов при пожарах погибло 7575 человек, из них 6 924 человека (91,41% от общего количества погибших) в зданиях жилого назначения [2]. По официальной информации ВНИИПО на объектах жилого назначения в Российской Федерации за 2018-2024 погибло 50 965 человек. На рисунке 1 представлено распределение гибели людей от воздействия ОФП в жилом секторе по годам. Среднеарифметический показатель гибели людей за вышеуказанный период составляет 7281 человек [3,4].



Рисунок 1 – Гибель людей в жилом секторе по годам

Рассмотрим наиболее резонансные случаи гибели людей в частном жилом доме с гибелью двух и более людей. Так в Красносельском районе Санкт-Петербурга 4 ноября 2020 года поступило сообщение о пожаре в 5:31. Происходило горение кровли двухэтажного частного дома. Ликвидировано открытое горение в 7:09. Обнаружены тела троих погибших, один пострадавший госпитализирован. К ликвидации привлекались 33 человека и 10 единиц техники [6]. Последствия представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – последствия пожара в частном жилом доме

Рассмотрим пожар, произошедший в Республике Башкортостан 3 апреля 2021 год. В 14:02 по местному времени поступило сообщение о пожаре в жилом доме по в н.п. Языково Благоварского района. Произошло открытое горение внутри бревенчатого дома размером 5х8

метров. В 14.10 пожар был локализован на площади 40 кв.м. В 14.26 ликвидация открытого горения. К сожалению, в ходе тушения пожара обнаружено 2-е погибших: женщина и ребенок. Также в результате пожара пострадал мальчик (3 года), доставлен в мед. учреждение. К тушению пожара привлечено 23 чел. и 10 ед. техники [7]. Последствия пожара представлены на рисунке 3.



Рисунок 3 – последствия пожара в частном жилом доме в Башкирии

Из новой информации о пожарах известно о возгорании частного дома в Подмосковье 21 февраля 2026 года. По данным ведомства возгорание произошло в частном деревянном доме в ДНТ «Славный» в селе Константиново городского округа Воскресенск. На момент пожара в доме находилось 5 детей в возрасте от 3 до 14 лет и их 61-летняя бабушка. Четверо детей и бабушка погибли в ходе пожара [8]. Последствия пожара представлены на рисунке 4



Рисунок 4 – последствия пожара в частном деревянном доме в ДНТ «Славный» в селе Константиново городского округа Воскресенск

В соответствии с официальными данными статистики ВНИИПО за 2024 год основным местом возникновения пожаров являлись лоджия, ванная, веранда, терраса, тамбур.

Переходя к причинам возникновения пожаров отметим основные из них: в первую очередь это неосторожное обращение с огнём, неисправность бытовых электронагревательных устройств, использование кустарных обогревателей, неисправности отопительных печей, короткие замыкания электропроводки.

Анализ обстоятельств гибели граждан при пожарах показывает наличие устойчивых факторов риска. Ключевым является временной фактор: почти половина всех погибших приходится на ночное время (с 20:00 до 6:00), когда люди не могут своевременно обнаружить возгорание во сне. Социальный портрет погибшего чаще всего включает такие категории, как пенсионеры и лица, находящиеся в состоянии алкогольного опьянения. Также отмечается рост числа погибших с началом отопительного сезона (октябрь-ноябрь) и в период новогодних праздников [5].

Сложившаяся ситуация требует комплекса мер, направленных на снижение рисков. В первую очередь необходима активизация профилактической работы с социально незащищенными группами населения (пенсионеры, многодетные семьи, лица, ведущие асоциальный образ жизни). Важным направлением является пропаганда установки автономных дымовых пожарных извещателей, которые доказали свою эффективность в снижении смертности. Технические меры должны включать содействие населению в ремонте электропроводки и печного оборудования, особенно в ветхом жилом фонде.

Приведем пример использования дымового пожарного извещателя, который помог спастись семье. В Оренбуржье пожарный извещатель спас многодетную семью. На пожаре в поселке Броды спаслись 6 человек, включая двух детей. Все крепко спали, когда огонь из веранды перебрался уже в комнаты. Звук пожарного извещателя разбудил одного из жильцов. Счет шел на секунды. Семье с годовалым малышом удалось благополучно покинуть горящий дом. Общая площадь пожара составила 70 кв.м [9]. Последствия пожара представлены на рисунке 5.



Рисунок 5 – последствия пожара в частном жилом доме в Оренбуржье

Заключение

Проведенный анализ подтверждает, что, несмотря на общее снижение количества пожаров, ситуация в жилом секторе остается сложной. Высокая доля погибших, рост материального ущерба и устойчивость основных причин возгораний (электричество, печи, неосторожность) указывают на необходимость корректировки существующих подходов к профилактике. Приоритетными направлениями должны стать адресная работа с группами риска, техническое содействие в приведении жилья в пожаробезопасное состояние и широкое внедрение средств раннего обнаружения пожаров. Дальнейшие исследования в данной области могут быть направлены на экономическую оценку эффективности профилактических мероприятий и разработку региональных моделей прогнозирования пожарных рисков.

Список источников

1. Сергеев, Н. А. Проблемы пожарной безопасности садоводческих некоммерческих товариществ / Н. А. Сергеев // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения доктора технических наук,

профессора, академика ВАСХНИЛ (РАСХН) Г.Е. Листопада, Волгоград, 07–08 декабря 2023 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2024. – С. 106-113. – EDN IQVWRJ.

2. Соколов, С. В. Оценка обстановки с пожарами в мире / С. В. Соколов, П. Вагнер // Пожаровзрывобезопасность. – 2024. – Т. 33, № 6. – С. 67-84. – DOI 10.22227/0869-7493.2024.33.06.67-84. – EDN VYWRYO.

3. Пожары и пожарная безопасность 2018-2024 годов: Информационно-аналитический сборник / П.В. Полехин, М.А. Чебуханов, А.А. Козлов [и др.]. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2019. – 127 с. – EDN IKFNVG.

4. Фогилев И.С., Шухмин Е.А. Проблематика гибели людей в зданиях жилого назначения // В сборнике: Системы Безопасности – 2025 №1. Тридцать четвертой международной научно – технической конференции: материалы. Москва Академия МЧС России, 2025. С. 362 – 367.

5. МЧС России : итоги деятельности за 2024 год [Электронный ресурс] // Официальный сайт МЧС России. – . [Электронный ресурс] URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-rossii/2024-god> (дата обращения: 04.03.2026).

6. В Петербурге при пожаре в частном доме погибли три человека : [сообщение] // Интерфакс. – 2020. [Электронный ресурс] URL: <https://www.interfax-russia.ru/northwest/news/tri-cheloveka-pogibli-pri-pozhare-v-chastnom-dome-v-peterburge> (дата обращения: 04.03.2026).

7. В Башкирии в пожаре погибла женщина и 6-летний мальчик, еще один ребенок доставлен в больницу// ГТРК Башкортостан. – 2021. [Электронный ресурс] URL: <https://gtrkrb.ru/novosti/218106-bashkirii-pozhare-pogibla-zhenshchina-6-letniy-malchik-eshche-odin-rebenok-dostavlen> (дата обращения: 04.03.2026).

8. В Московской области при пожаре в частном доме погибли пятеро детей // ТАСС. – 2026. [Электронный ресурс] URL: <https://tass.ru/proisshestiya/24207873> (дата обращения: 04.03.2026).

9. В Оренбургской области пожарный извещатель спас многодетную семью от гибели // ГУ МЧС России по Оренбургской области. – 2025. – [Электронный ресурс] URL: https://56.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/1_234567 (дата обращения: 04.03.2026).

УДК 614.842.83
ББК 60.80

Александр Валерьевич Щербаков

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (aleksandr_sherbakov_78@mail.ru, SPIN 3220-5449, ID: 1117073)

Алексей Николаевич Денисов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (dan_aleks@mail.ru, SPIN 1845-4634, ID: 231119)

Детерминация параметров системы управления добровольной пожарной охраной

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена противоречием между возрастающей ролью добровольческой пожарной охраны в системе обеспечения пожарной безопасности и недостаточной проработанностью механизмов управления данными организационными структурами в условиях их интеграции с профессиональными подразделениями. Объект исследования – организационная система управления силами добровольной пожарной охраны местного пожарно-спасательного гарнизона. Предмет – методы и модели оценки эффективности управления, а также информационно-аналитического обеспечения принятия решений. Цель работы – разработка и обоснование модели оценки эффективности документационного обеспечения управления как элемента системы поддержки принятия решений. Научная новизна заключается в формализации состояний готовности подразделений добровольной пожарной охраны на основе аппарата конечных цепей Маркова и введении интегрального показателя эффективности управления, учитывающего как нормативно-правовые, так и тактико-технические параметры. Полученные результаты могут быть использованы органами местного самоуправления и территориальными органами МЧС России при совершенствовании системы управления пожарно-спасательными гарнизонами.

Ключевые слова: управление в организационных системах; добровольная пожарная охрана; пожарно-спасательный гарнизон; документационное обеспечение управления; эффективность управления; цепи Маркова; принятие решений; функциональное моделирование.

Alexander V. Shcherbakov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Alexey N. Denisov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Determining the parameters of the voluntary fire department management system

Annotation. The relevance of the study is due to the contradiction between the increasing role of volunteer fire departments in the fire safety system and the insufficient development of management mechanisms for these organizational structures in the context of their integration with professional units. The object of the study is the organizational management system of the volunteer fire department of the local fire and rescue garrison. The subject is the methods and models for assessing the effectiveness of management, as well as the information and analytical support for decision-making. The purpose of the work is to develop and justify a model for assessing the effectiveness of documentation support for management as an element of the decision-making support system. The scientific novelty lies in the formalization of the readiness states of volunteer fire brigades based on the finite Markov chains apparatus and the introduction of an integral management efficiency indicator that takes into account both legal and tactical-technical parameters.

The obtained results can be used by local self-government bodies and territorial bodies of the Russian Ministry of Emergency Situations to improve the management system of fire and rescue garrisons.

Keywords: management in organizational systems; volunteer fire brigades; fire and rescue garrisons; management documentation; management efficiency; Markov chains; decision-making; and functional modeling.

Постановка проблемы. Добровольная пожарная охрана (ДПО) является неотъемлемым элементом системы обеспечения пожарной безопасности муниципальных образований. Как показывает практика, подразделения ДПО привлекаются к тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ как самостоятельно (преимущественно в сельской местности), так и совместно с подразделениями федеральной противопожарной службы в составе местных пожарно-спасательных гарнизонов (МПСГ) [1-3]. Однако организационная структура ДПО характеризуется разнородностью: по ведомственной принадлежности, формам собственности, уровню технической оснащенности, кадровому составу (добровольцы, совместители, работники по найму) и т.п. [1].

Специфика добровольчества, включающая безвозмездный характер труда и добровольное принятие обязательств, порождает особые требования к управлению [4]. В отличие от профессиональных подразделений, где управленческое воздействие опирается преимущественно на административно-командные методы и дисциплинарную практику, в отношении ДПО требуется более гибкий механизм, сочетающий правовое регулирование, социально-психологическую мотивацию и четкую регламентацию взаимодействия. Ключевым инструментом такой регламентации выступает документационное обеспечение управления (ДОУ) - совокупность процессов создания, обработки, хранения и движения документов, фиксирующих управленческие решения и обеспечивающих информационный обмен между субъектами и объектами управления.

Проведенный анализ деятельности территориальных органов МЧС России показывает наличие устойчивых проблем в сфере управления ДПО: дублирование информации об общественных объединениях пожарной охраны (ООПО) и добровольных пожарных, низкая оперативность актуализации данных, отсутствие единой информационной среды, несовершенство типовых форм соглашений о взаимодействии [4 - 6]. В совокупности это позволяет сделать вывод о несоответствии существующей системы ДОУ задачам оперативного управления и требует разработки научно обоснованных моделей к оценке и повышению ее эффективности.

Степень разработанности темы. Вопросам организации деятельности ДПО посвящены работы Ф.О. Федина, С.В. Чискидова (функциональное моделирование и разработка информационных систем) [6], А.В. Щербакова, А.Н. Денисова (тактический потенциал и модели взаимодействия ДПО) [7], исследование оценки эффективности добровольческой деятельности В.П. Гаврюшенко, В.В. Володченкова (сложность формализации результатов безвозмездного труда и обосновывается необходимость разработки комплекса критериев) [4], методология управления в организационных системах применительно к пожарно-спасательным подразделениям - С.Н. Аникин, М.М. Данилов, А.Н. Денисов (использование цепей Маркова для моделирования процессов принятия решений) [8].

Несмотря на наличие исследований, проблема оценки влияния качества документационного обеспечения на результативность действий ДПО в составе гарнизона остается недостаточно изученной. Та как отсутствует формализованный аппарат, связывающий параметры управляющей системы (ДОУ) с целевыми показателями функционирования управляемой системы (подразделений ДПО). Настоящее исследование направлено на восполнение указанного пробела.

Методология и методы исследования.

Теоретико-методологическую основу исследования составляет системный анализ как совокупность методов изучения сложных организационных систем путем декомпозиции, анализа взаимосвязей и синтеза управленческих решений. Что предопределило использование

следующих методов: Функциональное моделирование в нотации IDEF0 для формализации процессов ДОУ, идентификации входных и выходных потоков, управляющих воздействий и исполнительных механизмов. Выбор метода обоснован его применимостью для описания деятельности органов управления и успешной апробацией при проектировании информационных систем в сфере учета ООПО [5, 6]. Теория конечных цепей Маркова для моделирования процесса изменения состояний готовности подразделений ДПО под воздействием управляющих решений. Применение данного математического аппарата в задачах управления пожарно-спасательными подразделениями ранее показало свою состоятельность [8]. Метод экспертных оценок для определения весовых коэффициентов частных показателей эффективности ДОУ. В качестве экспертов привлекались должностные лица территориальных органов МЧС России, руководители добровольческих организаций. Аналитическое моделирование при разработке интегрального показателя эффективности управления. Эмпирическая база. Исследование опирается на анализ нормативных правовых актов (Федеральные законы № 69-ФЗ, № 100-ФЗ, № 123-ФЗ, Приказ МЧС России № 416), статистики МЧС России, материалов плановых проверок деятельности ДПО [2], а также результаты ранее проведенных экспериментов по оценке тактического потенциала подразделений [7].

Функциональная модель системы документационного обеспечения управления. Для преодоления терминологической неопределенности, выявленной в предшествующих работах, введем следующее определение.

Документационное обеспечение управления (ДОУ) силами ДПО – это функция организационной системы управления гарнизоном, реализуемая посредством создания, обработки, движения и хранения документированной информации с целью фиксации управленческих решений, обеспечения информационного взаимодействия субъектов и объектов управления, а также создания правовой основы для реализации властных полномочий и контроля исполнения.

Предлагаемое определение смещает акцент с «управления документами» (делопроизводство) на «обеспечение управления посредством документов» (информационно-аналитическая поддержка).

Функциональная модель базирующаяся на методологии IDEF0 и включает следующие элементы:

Входные потоки: Заявления о регистрации ООПО и добровольных пожарных; Информация об изменениях в составе и оснащении подразделений; Запросы на привлечение сил и средств; Оперативная информация о пожарах и ЧС.

Выходные потоки: управленческие решения (приказы, распоряжения); реестры ООПО и сводный реестр добровольных пожарных; соглашения о взаимодействии; отчеты о деятельности и эффективности; выписки, удостоверения, иные документы.

Управляющие воздействия: федеральное законодательство; ведомственные нормативные акты; административные регламенты; права доступа и регламенты информационной безопасности.

Исполнительные механизмы: должностные лица ГУ МЧС России по субъектам РФ; органы местного самоуправления; руководители ООПО.

Декомпозиция контекстной диаграммы позволила выделить три ключевых под процесса: учет и ведение реестров, планирование применения сил, контроль готовности и оценка эффективности. Данная структура согласуется с ранее предложенными алгоритмами автоматизации учета ООПО [5, 6] и конкретизирует их применительно к задачам оперативного управления.

Математическая модель оценки эффективности управления. С целью формализации состояний организационной системы рассмотрим подразделение ДПО (добровольную пожарную дружину, команду, пост) как элемент организационной системы, способный находиться в одном из дискретных состояний готовности к выполнению задач по предназначению. Введем множество состояний [9]:

$$S = \{S_1, S_2, S_3\}, \quad (1)$$

где:

S_1 – полная готовность: подразделение укомплектовано личным составом согласно штатному расписанию/нормам положенности, пожарно-техническое вооружение исправно, документация актуальна, время сбора и выезда не превышает нормативного;

S_2 – ограниченная готовность: частичная не укомплектованность, отдельные неисправности, не влияющие на возможность выполнения основных задач, либо время сбора/выезда превышает нормативное, но не более чем на 50 %;

S_3 – неготовность: подразделение не может быть привлечено к выполнению задач (отсутствие личного состава, неисправность техники, истечение сроков перезарядки, отсутствие заключенных соглашений и т.п.).

Переход системы из состояния в состояние осуществляется под воздействием управляющих решений, фиксируемых в документах (приказы о назначении ответственных, графики дежурств, договоры на обслуживание, расписания занятий, акты проверок). Предполагая, что будущее состояние зависит только от текущего и не зависит от предыстории (марковское свойство), процесс изменения состояний может быть описан цепью Маркова с дискретным временем. Матрица переходных вероятностей [9]:

$P = \|p_{ij}\|$, ($i, j = 1..3$) имеет вид:

$$P = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{n1} & p_{n2} & \dots & p_{nn} \end{pmatrix} \quad (2)$$

где:

p_{ij} – вероятность перехода из состояния S_i в состояние S_j за фиксированный интервал времени.

Гипотеза исследования: качество ДООУ (полнота, оперативность, юридическая корректность оформления документов) является детерминантой, смещающей вероятности p_{ij} в сторону увеличения p_{11} , p_{21} , p_{31} и уменьшения p_{13} , p_{23} , p_{33} .

Интегральный показатель эффективности управления. Традиционно эффективность управления в организационных системах определяется степенью достижения целей при заданных ограничениях на ресурсы. Для исследуемой предметной области целесообразно использовать отношение фактически реализуемого тактического потенциала к нормативно-целевому (потенциально возможному).

Введем коэффициент эффективности управления K_{eff} :

$$K_{eff} = R_{\phi} / R_n, \quad (3)$$

где:

R_{ϕ} – интегральная оценка фактического уровня готовности и результативности подразделений ДПО;

R_n – нормативное (целевое) значение, соответствующее состоянию полной готовности и максимальной результативности.

Для расчета R_{ϕ} предлагается использовать аддитивную свертку частных показателей:

$$R_{\phi} = \sum (w_j * k_j), \text{ при } \sum w_j = 1, \quad (4)$$

где:

k_j – нормированные значения частных показателей ($0 \leq k_j \leq 1$);

w_j – весовые коэффициенты, определяемые методом экспертных оценок.

На основе анализа нормативных требований и тактико-технических характеристик [4, 7, 10, 11] выделены следующие группы частных показателей: показатели укомплектованности и готовности личного состава (k_1): Коэффициент укомплектованности штата (факт/норматив); Доля личного состава, прошедшего обучение по программам пожарно-технического минимума; Доля личного состава, участвовавшего в тренировках и учениях за период. Показатели технической готовности (k_2): Коэффициент исправности пожарной техники; Укомплектованность пожарно-техническим вооружением; Своевременность перезарядки огнетушителей и освидетельствования оборудования. Показатели качества ДООУ (k_3): Полнота и актуальность реестров ООПО и добровольных пожарных [5, 6]; Наличие и юридическая состоятельность соглашений о взаимодействии; Соблюдение сроков и порядка оформления распорядительных документов; Доля мероприятий, по которым оформлены акты/отчеты. Оперативно-тактические показатели (k_4): Среднее время сбора и выезда по сигналу тревоги; Среднее время прибытия к месту вызова; Результативность участия в тушении пожаров (доля пожаров, ликвидированных в начальной стадии).

Нормирование показателей осуществляется по формуле: $k_j = x_{\phi} / x_{\max}$ для показателей-стимулянтов (чем больше, тем лучше) и $k_j = x_{\min} / x_{\phi}$ для показателей - дестимулянтов (чем меньше, тем лучше). Граничные значения $x_{\min}$, $x_{\max}$ задаются нормативно-распорядительными документами или экспертным путем.

Интерпретация коэффициента эффективности. Значение $K_{\text{eff}} = 1$ соответствует полному достижению целевых показателей (нормативному уровню). Значения $K_{\text{eff}} < 1$ свидетельствуют о наличии резервов повышения эффективности. Динамика K_{eff} во времени позволяет оценивать результативность управленческих воздействий.

Предложенный показатель операционализирован: для каждого входящего в него параметра определены источники данных (статистика, реестры, журналы, акты проверок) и методы сбора информации. Это отличает его от ранее предлагавшихся неоперационализированных коэффициентов и обеспечивает применимость в практической деятельности органов управления.

Разработанная модель позволяет преодолеть ограничения предшествующих исследований, носивших преимущественно описательный характер. Введение марковской модели создает основу для имитационного моделирования процессов управления и прогнозирования состояний готовности подразделений ДПО в зависимости от качества ДООУ. Это, в свою очередь, позволяет перейти от ретроспективной оценки к превентивному управлению.

Верификация модели осуществлена на базе пока на базе одного муниципального образования (пилотной зона) с различными исходными условиями. В ходе эксперимента: оценены текущие значения k_j и K_{eff} ; разработан комплекс мероприятий по совершенствованию ДООУ (внедрены типовые формы, автоматизирован учет, осуществлено обучение персонала); оценено изменение матрицы переходных вероятностей и интегрального показателя эффективности по истечении контрольного периода. Ограничением этого исследования является использование экспертных весовых коэффициентов. Дальнейшая работа предполагает применение метода анализа иерархий Т. Саати для обоснования весов, а также корреляционно-регрессионного анализа для установления количественной меры влияния показателей качества ДООУ на итоговую эффективность.

В результате проведенного исследования получены следующие основные результаты:

- уточнено содержание понятия «документационное обеспечение управления подразделениями ДПО» применительно к задачам организационного управления, что позволило сместить акцент с технического делопроизводства на информационно-аналитическую поддержку принятия решений.

- разработана функциональная модель системы ДООУ, идентифицирующая входные и выходные потоки, управляющие воздействия и исполнительные механизмы. Модель может служить основой для проектирования автоматизированной информационной системы поддержки управления силами ДПО.

– впервые для исследуемой предметной области предложена формализация состояний готовности подразделений ДПО на основе аппарата цепей Маркова, что открывает возможности для количественного прогнозирования последствий управленческих решений.

– разработан и операционализирован интегральный показатель эффективности управления, включающий четыре группы частных показателей (кадровые, технические, документационные, оперативно-тактические). В отличие от ранее известных, предложенный показатель обеспечен методикой расчета и источниками данных.

Практическая значимость работы заключается в создании научно-методического аппарата, позволяющего территориальным органам МЧС России и органам местного самоуправления проводить объективную оценку состояния системы управления ДПО, выявлять «узкие» места и обоснованно распределять ресурсы на совершенствование документационного обеспечения. Это способствует повышению общей эффективности функционирования местных пожарно-спасательных гарнизонов и, как следствие, снижению рисков причинения вреда жизни, здоровью и имуществу граждан при пожарах. Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой программного комплекса поддержки принятия решений, реализующего предложенные модели и алгоритмы, а также с адаптацией разработанного аппарата для других видов добровольческих формирований, участвующих в ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Список источников

1. Денисов Д.М. Добровольная пожарная охрана в России и за рубежом // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2016. Т. 2. С. 594–596.
2. За кулисами плановой проверки: повышение эффективности и взаимодействия // Новости МЧС России. 05.07.2024. URL: <https://mchs.govnewsrf.ru/szfo/mur/286501> (дата обращения: 11.02.2026).
3. Щербаков А. В. Организационно-правовые методы поддержки принятия управленческого решения добровольной пожарной охраны по обеспечению мер пожарной безопасности // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации» в 2 ч. Ч. 2. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. – С 69 - 71.
4. Гаврюшенко В.П., Володченкова В.В. Исследование отдельных вопросов оценки эффективности добровольческой деятельности // Вестник ВНИИПО МЧС России. 2023. (Рукопись депонирована).
5. Аксенов С.Г., Гайфуллин И.Р. Управление в организационных системах: модернизация работы пожарной службы // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. 2024. № 12. С. 53–58. DOI: 10.37882/2223-2966.2024.12.03.
6. Федин Ф.О., Чискидов С.В. Разработка информационной системы для ведения реестров общественных объединений пожарной охраны и добровольных пожарных // Технологии техносферной безопасности. 2016. № 1(65). С. 24–31.
7. Щербаков А.В., Денисов А.Н. Тактический потенциал подразделений добровольной пожарной охраны в системе обеспечения пожарной безопасности // Технологии техносферной безопасности. 2022. п. 1 (95). С. 141–153. DOI: 10.25257/TTS.2022.1.95.141-153.
8. Денисов А.Н., Данилов М.М., Цокурова И.Г., Аникин С.Н. Модель и алгоритм управления пожарно-спасательными подразделениями при тушении пожаров на металлургических предприятиях при разгрузке сырья из подвижного железнодорожного состава // Computational Nanotechnology. 2021. Т. 8. № 1. С. 59–67. DOI: 10.33693/2313-223X-2021-8-1-59-67.
9. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие / Е. А. Трофимова, Н. В. Кисляк, Д. В. Гилёв ; [под общ. ред. Е. А. Трофимовой] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 160 с.

10. Требования к документации на объекте: советы работодателю // Новости МЧС России. 10.09.2024. URL: <https://mchs.govnewsrf.ru/dvfo/pri/350796> (дата обращения: 11.02.2026).

11. Щербаков А. В., Денисов А. Н. Модель взаимодействия добровольной пожарной охраны с силами оперативного управления местного пожарно-спасательного гарнизона // Технологии техносферной безопасности. 2023. Вып. 4 (102). С. 133-145. <https://doi.org/10.25257/TTS.2023.4.102.133-145>.

Александр Валерьевич Щербаков

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (aleksandr_sherbakov_78@mail.ru, SPIN 3220-5449, ID: 1117073)

Организационное управление создания и развития добровольной пожарной охраны

Аннотация. В статье представлена нормативно-правовая база, обосновывающая актуальности развития добровольчества (волонтерства) в системе обеспечения пожарной безопасности Российской Федерации. Проанализирована существующая методика определения ресурсной потребности подразделений пожарной охраны для населенных пунктов. В качестве дополнения к ней предложены модели развития и функционирования добровольной пожарной охраны в муниципальном образовании, разработанные на основе многофакторного анализа ресурсов и параметров исследуемых ресурсов взаимодействия органов местного самоуправления с органом управления пожарно-спасательным гарнизоном.

Ключевые слова: добровольчество, модель развития и функционирования добровольной пожарной охраны.

Alexander V. Shcherbakov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Organizational management of the creation and development of volunteer fire departments

Annotation. The article presents the regulatory and legal framework that justifies the relevance of the development of volunteerism (volunteering) in the fire safety system of the Russian Federation. The existing methodology for determining the resource requirements of fire departments for settlements is analyzed. As an addition to this, models for the development and functioning of volunteer fire departments in municipalities are proposed, based on a multifactorial analysis of resources and parameters of the interaction between local governments and the fire and rescue garrison management body.

Keywords: volunteerism, the model of development and functioning of volunteer fire departments.

Добровольная пожарная охрана (ДПО), как составная часть пожарно-спасательного гарнизона (ПСГ), в организационной системе управления пожарной безопасностью (ПБ), при создании условий эффективного применения, с учетом разнообразия оперативно-тактических и инженерно-технических мероприятий, являясь силами оперативного подчинения, координируемая федеральной противопожарной службой Государственной противопожарной службы, представляет собой не полностью изученную в научно-исследовательском контексте общественную организацию по тактическому потенциалу добровольных пожарных команд (ДПК) и добровольных пожарных дружин (ДПД) в действиях по предназначению на объектах экономики, социальной инфраструктуры и прилегающей к ним территории на всех уровнях административно-территориального деления (АТД).

Проблематика исследования [1] соответствует требованиям ФЗ от 11.08.1995 г. № 135-ФЗ «О благотворительной деятельности и добровольчестве (волонтерстве)», ФЗ от 06.05.2011 № 100-ФЗ «О добровольной пожарной охране», Указа Президента Российской Федерации от 07.07.2011 № 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации», Указа Президента Российской Федерации от 01.01.2018 № 2 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на

период до 2030 года», постановление Правительства Российской Федерации от 28.11.2018 № 1425 «Об утверждении общих требований к порядку взаимодействия федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, подведомственных им государственных и муниципальных учреждений, иных организаций с организаторами добровольческой (волонтерской) деятельности и добровольческими (волонтерскими) организациями и перечня видов деятельности, в отношении которых федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления утверждается порядок взаимодействия государственных и муниципальных учреждений с организаторами добровольческой (волонтерской) деятельности, добровольческими (волонтерскими) организациями», приказа МЧС России №461 от 23.10.2017 «Об утверждении состава рабочей группы и Плана развития и совершенствования Корпуса сил добровольной пожарно-спасательной службы», приказа МЧС России от 01.11.2023 № 1129 «Об утверждении типовых положений об объектовых добровольных пожарных подразделениях».

На 2023 год субъектами с наибольшим количеством привлечений ДПО к участию в тушении пожаров являются Московская область, Республика Башкортостан, Новосибирская область, Ростовская область, Алтайский край¹.

Привлечение подразделений пожарной охраны (ПО) для тушения пожара и проведения аварийно-спасательных работ осуществляется с учетом положения о пожарно-спасательных гарнизонах² и времени оперативного реагирования не более 20 минут для сельской местности³. Для населенных пунктов, где время прибытия оперативного подразделения пожарной охраны (ОППО) превышает соответственно 20 минут, в целях обеспечения ПБ необходимо создавать соответствующие виды подразделений ПО^{4, 5, 6}.

На данный момент требуемое количество подразделений ПО в сельской местности для населенных пунктов в АТД, не вошедших в пространственную зону размещения (ПЗР) выезда на пожар ОППО определяется исходя из расчетного уровня пожарной опасности, где анализируется с учетом расчета статистических данных (частота пожаров, риска гибели, травмирования людей, уничтожения строений)⁷. Разработанная блок – схема определения уровня пожарной опасности муниципального образования (МО) в АТД приведена на рисунке 1.

¹ ФГБУ ВНИИПО МЧС России [электронный ресурс] <https://www.vniipo.ru/> (дата обращения 12.12.2025)

² Приказ МЧС России от 13 января 2025 г. № 19 «Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах и Порядка привлечения сил и средств подразделений пожарной охраны, пожарно-спасательных гарнизонов для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ»

³ ФЗ от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

⁴ ФЗ от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»

⁵ ФЗ от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации»

⁶ Указ Президента РФ от 01.01.2018 № 2 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года»

⁷ Методические рекомендации по созданию и организации деятельности подразделений добровольной пожарной охраны по обеспечению необходимого уровня пожарной безопасности населенных пунктов от 19.05.2020 г. № 2-4-71-11-12.



Рисунок 1 – Блок – схема определения уровня пожарной опасности МО в АТД

В качестве дополнения к существующей методике для поддержки принятия управленческого решения при организационном планировании создания и развития ДПО, предлагается рассмотреть:

- разработанную базовую модель функционирования ДПК, ДПД (Рисунок 2), включающую параметры исследуемых ресурсов МО [2], а так же параметры идентифицирующие подразделения ДПО в социально-правовых, экономических, организационно-технических условиях взаимодействия органов местного самоуправления (МСУ) с органами управления местного пожарно-спасательного гарнизона [3].
- аналитическую модель формирования управленческого решения (Рисунок 3) состоящую из двух основных блоков: первый включает параметры дислокации, оценки тактического потенциала и оснащение пожарной техникой [4]; второй – параметры государственного регулирования, комплектование личным составом и нормативно-правовое обеспечение [5, 6].



Рисунок 2 – Базовая модель – схема поддержки принятия управленческих решений по организации функционирования ДПК, ДПД в МО

Таким образом, теоретическая значимость исследования заключается в развитии научных представлений для поддержки принятия управленческих решений в реализации полномочий органов МСУ, органов управления ПСГ по созданию, размещению, обеспечению эффективного функционирования и развития подразделений ДПО на территории МО, не вошедших в ПЗР выезда ОППО, в соответствии с государственной политикой Российской Федерации в области обеспечения ПБ.



Рисунок 3 – Аналитическая модель формирования управленческого решения по развитию ДПО в МО

Список источников

1. Щербаков А. В. Организационно-правовые методы поддержки принятия управленческого решения добровольной пожарной охраны по обеспечению мер пожарной безопасности // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации» в 2 ч. Ч. 2. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. – С 69 - 71.
2. Щербаков А. В., Денисов А. Н., Мешалкин Е. А. Алгоритм определения типа добровольной пожарной охраны в сельских поселениях Московской области // Технологии техносферной безопасности. 2024. Вып. 4 (106). С. 66-76. <https://doi.org/10.25257/TTS.2024.4.106.66-76>
3. Щербаков А. В., Денисов А. Н. Модель взаимодействия добровольной пожарной охраны с силами оперативного управления местного пожарно-спасательного гарнизона // Технологии техносферной безопасности. 2023. Вып. 4 (102). С. 133-145. <https://doi.org/10.25257/TTS.2023.4.102.133-145>
4. Щербаков А. В., Денисов А.Н. Тактический потенциал подразделений добровольной пожарной охраны в системе обеспечения пожарной безопасности // Технологии техносферной безопасности. 2022. Вып. 1 (95). С. 141-153. <https://doi.org/10.25257/TTS.2022.1.95.141-153>
5. Ратникова О.Д., Бобринев Е.В. Разработка критериев целесообразности создания подразделений добровольной пожарной охраны // Пожарная безопасность: научно-технический журнал. 2024. Вып. 1 (114). С. 65-73. <https://doi.org/10.37657/vniipo.pb.2024.114.1.008>
6. Щербаков, А.В. Реализация полномочий местного самоуправления в обеспечении пожарной безопасности и предложения по сотрудничеству с пожарно-спасательным гарнизоном // Материалы двадцать четвертой международной научно-технической конференции «Системы безопасности – 2015». - М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. - С. 101-104.

Александр Валерьевич Щербаков

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (aleksandr_sherbakov_78@mail.ru, SPIN 3220-5449, ID: 1117073)

Добровольчество в системе управления пожарной безопасностью Московской области

Аннотация. В статье представлен анализ статистических данных об участии добровольной пожарной охраны в тушении пожаров на территории Московской области. Проведен анализ дислокации территориальных подразделений пожарной охраны, выявлены населенные пункты, не входящие в нормативно-пространственно-временное прибытие оперативных подразделений. Предложена концептуальная модель координации сил и средств добровольной пожарной охраны, а также дана общая характеристика существующей системы дислокации подразделений пожарной охраны. Результаты могут быть использованы для совершенствования организационно-управленческих решений в области обеспечения пожарной безопасности региона.

Ключевые слова: административно-территориальное деление, дислокация добровольной пожарной охраны, управление, силы, организационная структура, пространственно-временной анализ.

Alexander V. Shcherbakov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Volunteerism in the Fire Safety Management System of the Moscow Region

Annotation. The article presents an analysis of statistical data on the participation of volunteer fire departments in firefighting in the Moscow Region. The article analyzes the location of territorial fire departments and identifies settlements that are not included in the normative-spatial-temporal arrival of operational units. The article proposes a conceptual model for coordinating the forces and resources of volunteer fire departments and provides a general description of the existing system of fire department locations. The results can be used to improve organizational and managerial decisions in the field of fire safety in the region.

Keywords: administrative and territorial division, location of volunteer fire departments, management, forces, organizational structure, and spatial and temporal analysis.

Элементами системы обеспечения пожарной безопасности (СОПБ) на территории Московской области (МОб.) являются органы государственной власти субъекта Российской Федерации (РФ), территориальный орган МЧС России, территориальные подразделения (ТП) пожарной охраны (ПО) всех видов, органы местного самоуправления (МСУ), организации и граждане, принимающие участие в обеспечении пожарной безопасности (ПБ)¹. Эффективность функционирования данной системы напрямую зависит от оптимальности организационной структуры и управленческих решений, касающихся дислокации и координации подразделений, в том числе добровольческих.

¹ Закон Московской области от 27 декабря 2005 года № 269/2005 – ОЗ «О пожарной безопасности в Московской области».

Анализ динамики участия добровольной пожарной охраны (ДПО) в тушении пожаров и загораний в Моб. за период с 2009 по 2021 (Таблица 1, Рисунок 1) позволяет оценить влияние изменений нормативно-правовой базы на активность и эффективность ДПО.^{1, 2, 3}

Таблица 1 – Статистические сведения об участии ДПО в тушении пожаров и загораний

Год	Пожары	Загорания	Всего	Потушено пожаров	Потушено загораний	Доля участия в тушении, %		
						Пожары	Загорания	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9
До принятия ФЗ от 06.05.2011 № 100-ФЗ «О добровольной пожарной охране»								
2009	9793	14622	24415	19	18	0,077	0,073	0,150
2010	9444	19293	28737	20	14	0,069	0,048	0,117
2011	8725	16964	25689	16	13	0,062	0,050	0,112
После вступления в силу ФЗ от 06.05.2011 № 100-ФЗ «О добровольной пожарной охране»								
2012	8286	11381	19667	16	9	0,081	0,045	0,126
2013	7902	10281	18183	38	25	0,208	0,137	0,345
2014	7878	25358	33236	219	198	0,658	0,595	1,253
2015	7585	25138	32723	194	190	0,592	0,580	1,172
2016	6959	23703	30662	180	162	0,587	0,528	1,115
2017	6552	19508	26060	173	150	0,663	0,575	1,238
2018	6426	24795	31221	168	151	0,538	0,483	1,021
После вступления в силу приказа МЧС России от 08.10.2018 № 431 «О внесении изменений в Порядок учета пожаров и их последствий, утвержденный приказом МЧС России от 21.11.2008 № 714»								
2019	27666	-	27666	364	-	1,318	-	1,318
2020	22741	-	22741	239	-	1,053	-	1,053
2021	20520	-	20520	195	-	0,952	-	0,952

Одним из ключевых управленческих мероприятий по повышению уровня защищенности населения является реализация полномочий органов власти всех уровней в части, касающейся оптимизации штатной численности, технической оснащенности и мест дислокации подразделений ПО (дислокационное планирование)⁴.

Для реализации поставленных целей по обеспечению ПБ в административно-территориальном делении (АТД) МОБ. размещены подразделения ПО⁵ [1]: силы непосредственного подчинения ТП федеральной противопожарной службы государственной противопожарной службы (ФПС); силы оперативного подчинения (ТП «Мособлпожспас» (МОПСС), ТП муниципальной пожарной охраны (МПО), ТП ведомственной пожарной охраны (ВПО), ТП частной пожарной охраны (ЧПО), ТП ДПО).

¹ Пожары и пожарная безопасность в 2011 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. - М.: ВНИИПО, 2012, - 137 с.: ил. 40.;

² Пожары и пожарная безопасность в 2016 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. - М.: ВНИИПО, 2017, - 124 с.: ил. 40.;

³ Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статист. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с.;

⁴ Указ Президента РФ от 01.01.2018 № 2 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года»;

⁵ Закон Московской области от 27 декабря 2005 года № 269/2005 – ОЗ «О пожарной безопасности в Московской области».

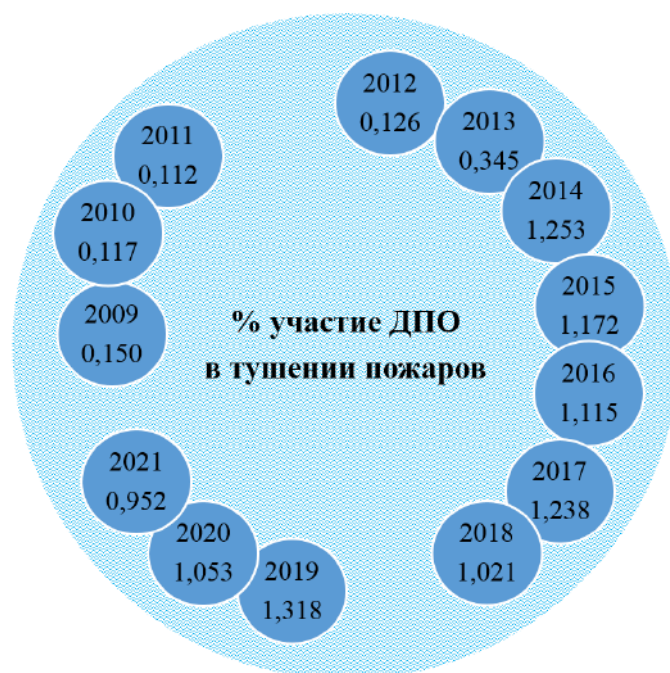


Рисунок 1 – Статистические сведения участия ДПО в тушении пожаров и тушении загораний

Дислокацию подразделений ПО представим на примере отдельных муниципальных образований (МО) городов областного подчинения с административной территорией (Зарайск, Кашира, Озеры) и поселка городского типа Серебряные Пруды (Таблица 2, Рисунок 2). Ключевой проблемой является наличие населенных пунктов (н. п.), не вошедших в пространственно-временную зону (ПВЗ) прибытия оперативных подразделений пожарной охраны (ОППО) (Таблица 3) ¹ [2]. Модель – схема координации силами и средствами (СиС) ДПО уполномоченным органом исполнительной власти (ОИВ) в СОПБ МОБ. представлена на рисунке 3 [3].

Таблица 2 – Дислокация ТП ПО и ТП ДПО в АТД МОБ.

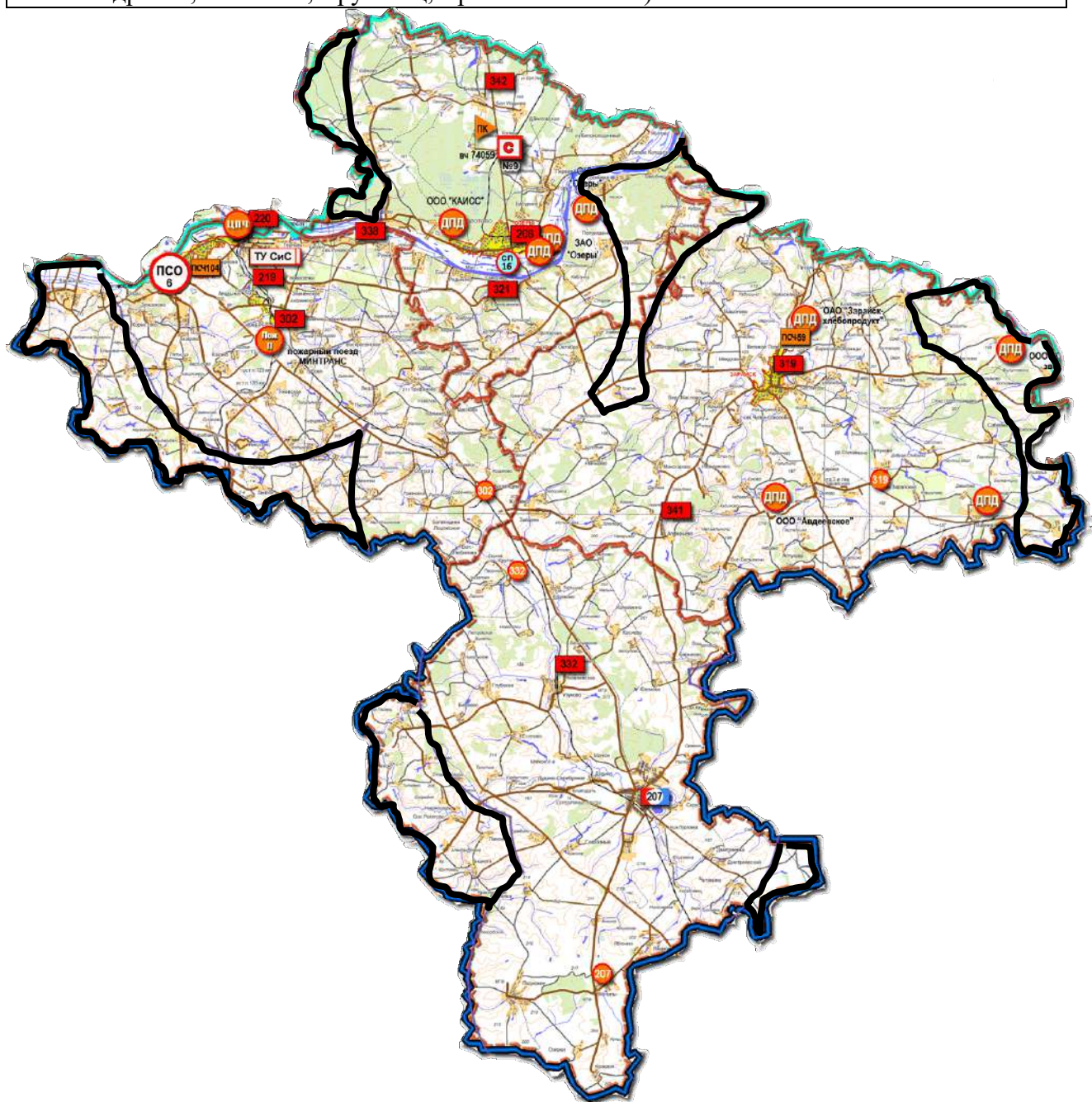
Города областного подчинения с административной территорией	
Зарайск	ФПС. Каширское территориальное управление (ТУ) МОПСС. Объектовая добровольная пожарная дружина (ОДПД).
Кашира	ФПС. Каширское ТУ МОПСС. ТП ВПО.
Озёры (г.о. Коломенский)	ФПС. Каширское ТУ МОПСС. ТП ВПО. ОДПД.
Поселок городского типа областного подчинения с административной территорией	
Серебряные Пруды	Каширское ТУ МОПСС.

Таблица 3 – Населенные пункты, не входящие в ПВЗ прибытия ОППО

Города областного подчинения с административной территорией
Зарайск: 12 н. п. (Аргуново, Спас-Дощатый, Шарапово, Трасна, Россохты, Ситьково, Астрямьево, Требовое, Ивашково, Сохино, Латыгори, Печерники).
Кашира: 17 н. п. (Злобино, Стародуб, Завалье, Семеново, Елькино, Каменка, Умрышенка, Малеево, Гритчино, Козлянино, Тарасково, Ледовские выселки, Батькополье, Наумовское, Барабаново, Пчеловодное, Домники).
Озёры (городской округ Коломенский): 7 н. п. (Сосновка, Болобново, Сенницы-1, Сенницы-2, Климово, Бебехово, Трегулово).
Поселок городского типа областного подчинения с административной территорией

¹ ГКУ МО "МОСОБЛПОЖСПАС". [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mosoblspas.ru/ucrezd.html#1>

Серебряные Пруды: 14 н. п. (Большое Рогатово, Новомойгоры, Скородня, Титеево, Боршево, Невежино, Красный Пекарь, Большое Орехово, Шеметово, Ламоново, Александровка, Лишняги, Крутовец, Красные Выселки).



Территория с н. п. (50), не вошедшими в ПВЗ выезда на пожар ОППО

Рисунок 2 – Дислокация ТП ПО в АТД Зарайск, Кашира, Озеры, Серебряные Пруды

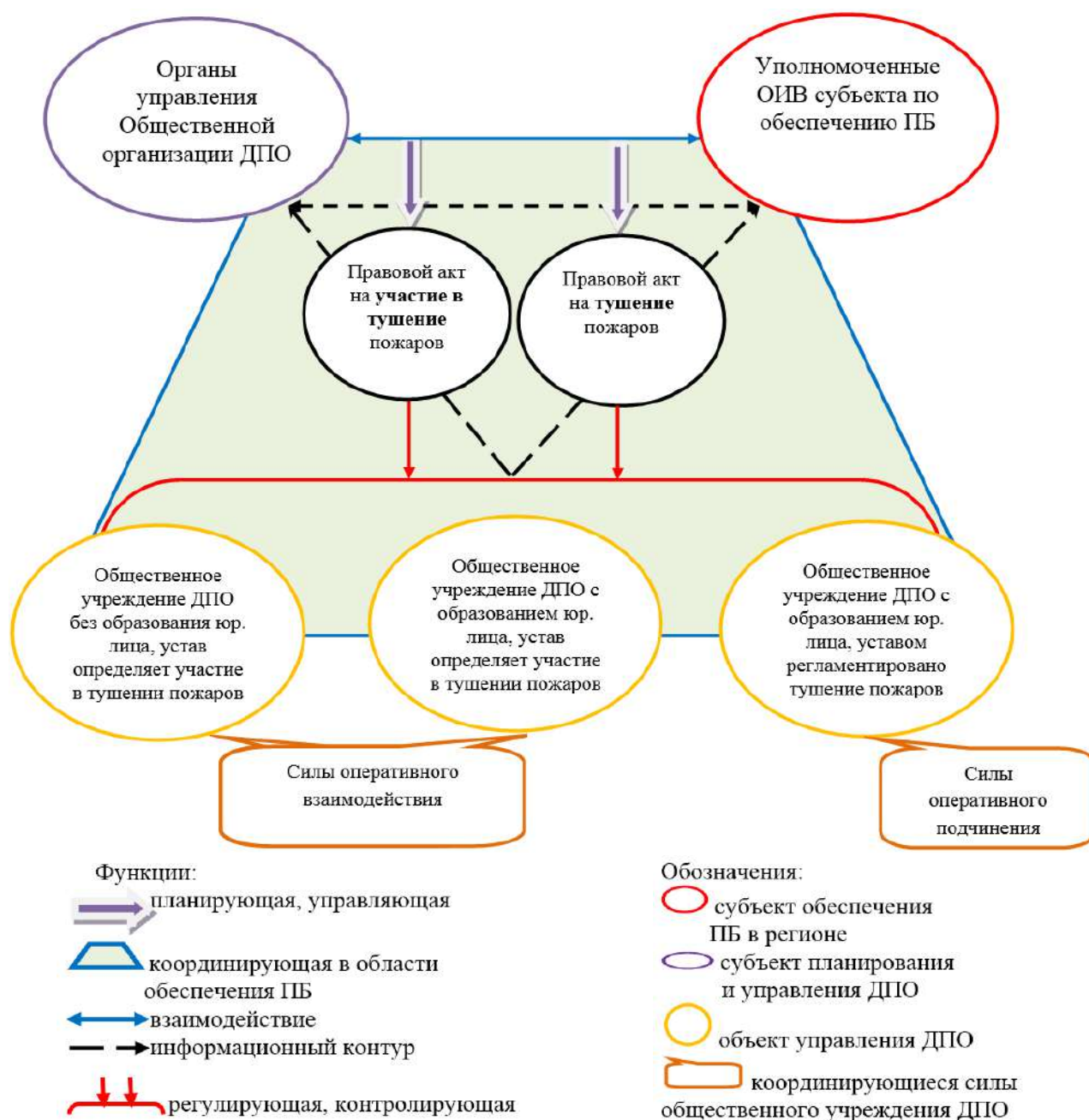


Рисунок 3 – Модель – схема координации СиС ДПО уполномоченным ОИВ в СОПБ МОБ.

Общая характеристика дислокации и модель координации показывает, что ТП всех видов ПО в АТД МОБ (Рисунок 4 [4]). распределены следующим образом:

- в 40 городах областного подчинения с административной территорией созданы 35 ТП ФПС, 38 ТП МОПСС, 24 ТП ВПО, 7 ОДПД, 1 ТП ЧПО, 28 территориальных отделений «Всероссийское добровольное пожарное общество» (ВДПО), в которых созданы 8 добровольных пожарных команд (ДПК); в 3 поселках городского типа областного подчинения с административной территорией созданы 3 ТП МОПСС.

- в 16 городах областного подчинения без административной территории созданы 12 ТП ФПС, 8 ТП МОПСС, 2 территориальных отделения ВДПО.

- в 5 закрытых административно-территориальных образованиях (ЗАТО) созданы 4 ТП ФПС, 2 ТП МОПСС, 3 ТП ВПО.

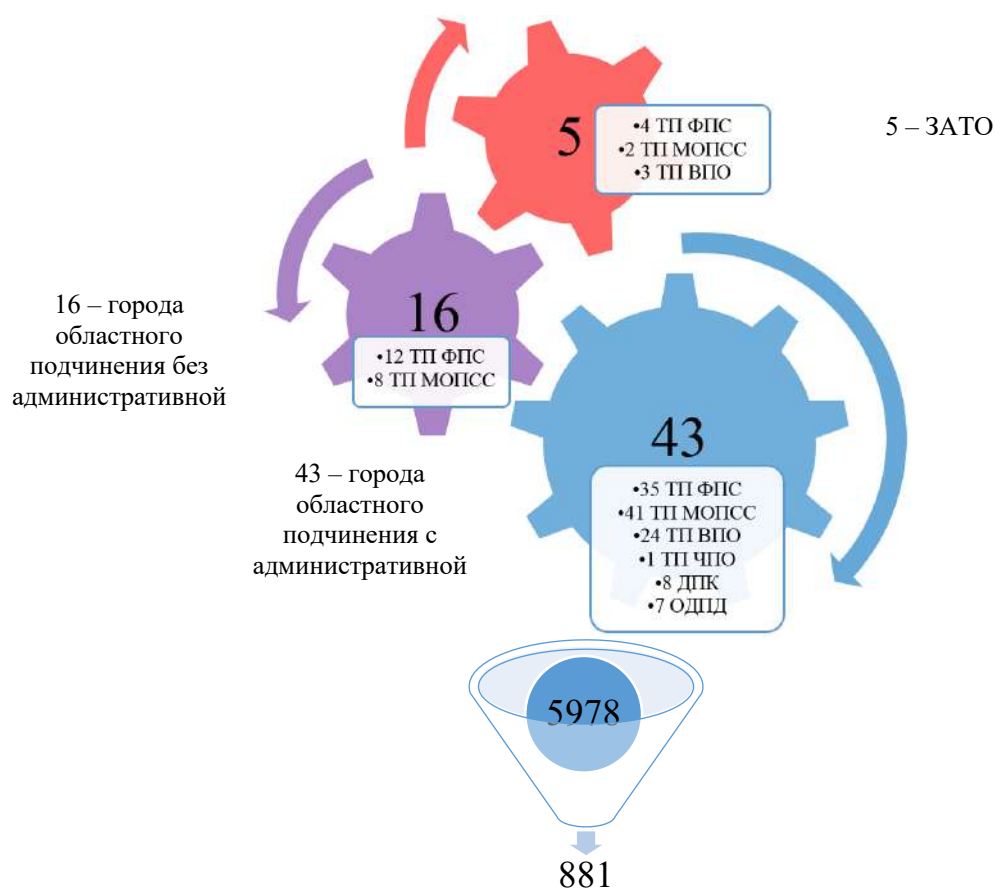


Рисунок 4 – Дислокация ТП всех видов ПО в АТД МОб.

Для определения дислокации подразделений ДПО по тактическому потенциалу [5] в СОПБ АТД МОб. установлено, что при 5978 н. п. из них 881 н. п. не вошел в ПВЗ выезда на пожар ОППО: в 40 городах областного подчинения с административной территорией 856 н. п.; в 3 поселках городского типа областного подчинения с административной территорией 25 н. п. Территория с данными н. п. является зоной потенциальной ответственности для ДПО, что требует разработки соответствующих управленческих механизмов координации [3].

Список источников

1. Щербаков А. В. Организационно-правовые методы поддержки принятия управленческого решения добровольной пожарной охраны по обеспечению мер пожарной безопасности // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации» в 2 ч. Ч. 2. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. – С 69 - 71.
2. Щербаков А. В., Денисов А. Н., Мешалкин Е. А. Алгоритм определения типа добровольной пожарной охраны в сельских поселениях Московской области // Технологии техносферной безопасности
3. Щербаков А. В., Денисов А. Н. Модель взаимодействия добровольной пожарной охраны с силами оперативного управления местного пожарно-спасательного гарнизона // Технологии техносферной безопасности. 2023. Вып. 4 (102). С. 133-145. <https://doi.org/10.25257/TTS.2023.4.102.133-145>
4. Ратникова О.Д., Бобринев Е.В. Разработка критериев целесообразности создания подразделений добровольной пожарной охраны // Пожарная безопасность: научно-технический журнал. 2024. Вып. 1 (114). С. 65-73. <https://doi.org/10.37657/vniipo.pb.2024.114.1.008>

5. Щербаков А. В., Денисов А.Н. Тактический потенциал подразделений добровольной пожарной охраны в системе обеспечения пожарной безопасности // Технологии техносферной безопасности. 2022. Вып. 1 (95). С. 141-153. <https://doi.org/10.25257/TTS.2022.1.95.141-153>

УДК 614.842.83
ББК 60.80

Александр Валерьевич Щербаков

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (aleksandr_sherbakov_78@mail.ru, SPIN 3220-5449, ID: 1117073)

Рустам Назарович Джангиев

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (rustamagps@mail.ru, SPIN 8707-7971, ID: 311066)

Управление корпусом сил добровольной пожарно-спасательной службы

Аннотация. В статье определены организационно-штатная структура, функциональные задачи и порядок функционирования данного подразделения. Особое внимание уделяется вопросам управления дежурной сменой, профессиональной подготовки личного состава и их материально-технического обеспечения. Рассматривается деятельность поста корпуса сил добровольной пожарно-спасательной службы во взаимодействии с органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и общественными объединениями пожарной охраны. Авторами обобщены нормативно-правовые и организационные основы деятельности поста как элемента сил и средств местного пожарно-спасательного гарнизона.

Ключевые слова: пост корпуса сил добровольной пожарно-спасательной службы, добровольная пожарная охрана, управление, местный пожарно-спасательный гарнизон, организация дежурства.

Alexander V. Shcherbakov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Rustam N. Dzhangiev

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Management of the Volunteer Fire and Rescue Service Corps

Annotation. The article defines the organizational and staffing structure, functional tasks, and procedure for the functioning of this unit. Special attention is paid to the management of the on-duty shift, professional training of personnel, and their logistical support. The article examines the activities of the post of the Corps of Volunteer Fire and Rescue Service in cooperation with the executive authorities of the constituent entities of the Russian Federation, local self-government bodies, and public associations of fire departments. The authors summarize the legal and organizational foundations of the post's activities as an element of the local fire and rescue garrison's forces and resources.

Keywords: post of the Volunteer Fire and Rescue Service Corps, Volunteer Fire Department, Department, Local Fire and Rescue Garrison, and Duty Organization.

Пост корпуса сил добровольной пожарно-спасательной службы (ПКС) создается путем осуществления совместной деятельности федеральной противопожарной службы государственной противопожарной службы (ФПС) и общественным объединением пожарной охраны (ДПО) по обеспечению пожарной безопасности (ПБ) поселений¹. Юридическим основанием для этого служит соглашение (договор) на безвозмездной основе, где основная часть отражает порядок взаимодействия, права и обязанности, материально-техническое

¹ Указ Президента РФ от 01.01.2018 № 2 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года»

обеспечение, социально-правовую защищенность, взаимное информирование и согласование проводимых мероприятий^{1, 2}.

ПКС входит в состав сил и средств (СиС) местного пожарно-спасательного гарнизона (МПСГ), включается в расписание выезда³ для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ (АСР) и осуществляет следующие функции [1] (Рисунок 1), выполняя задачи по предназначению (Рисунок 2). Организационно-штатная структура (ОШС) для совместного несения караульной службы⁴ показана на рисунке 3.



Рисунок 1 – Основные функции органа управления ПКС

Для решения задач, возложенных на ДПО, начальником пожарно-спасательного подразделения ФПС разрабатываются должностные регламенты. В обязанности начальника ПКС входит организация дежурства добровольных пожарных (ДП), знания пожарной опасности объектов защиты, оценка тактических возможностей корпуса [2], планирование совместной деятельности, поддержание в постоянной готовности к участию в тушении пожара и проведения АСР. С учетом особенностей объектов защиты на закрепленной территории района выезда, личный состав, принимающий непосредственное участие в тушении пожаров обеспечивается средствами индивидуальной защиты и снаряжением пожарных⁵, в обязательном порядке должно быть организовано профессиональное обучение личного состава, направленное на реализацию первичных мер ПБ, выработку и совершенствование уровня практических умений и навыков, формирование психологической устойчивости и тактического мышления [3, 4].

¹ Приказ МЧС России от 02.04.2018 № 135 «Об утверждении Положения об организации деятельности подразделений корпуса сил добровольной пожарно-спасательной службы»

² Федеральный закон от 06.05.2011 № 100-ФЗ «О добровольной пожарной охране»

³ Приказ МЧС России от 13.01.2025 № 19 «Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах и Порядка привлечения сил и средств подразделений пожарной охраны, пожарно-спасательных гарнизонов для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ»

⁴ Приказ МЧС России от 24.04.2025 № 363 «Об утверждении Устава подразделений пожарной охраны»

⁵ Приказ МЧС России от 04.04.2012 № 170 «Об утверждении Порядка обеспечения работников добровольной пожарной охраны и добровольных пожарных, принимающих непосредственное участие в тушении пожаров, средствами индивидуальной защиты пожарных и снаряжением пожарных, необходимых для тушения пожаров»



Рисунок 2 – Основные задачи выполняемые ПКС для действий по предназначению

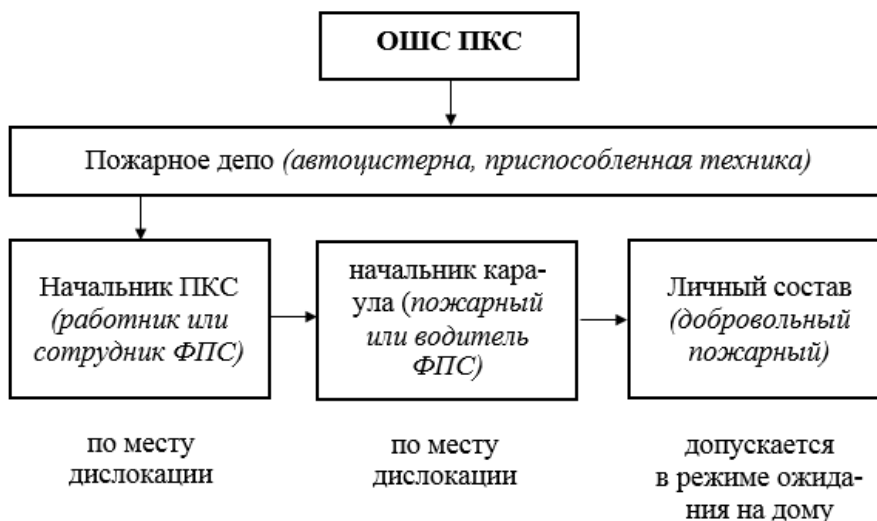


Рисунок 3 – Организационно-штатная структура ПКС для действий по предназначению

Начальник караула (пожарный или водитель ФПС прошедший специальное первоначальное обучение) руководит всеми видами деятельности дежурной смены, а также в ходе участия в действиях по предназначению. Работает на специальных агрегатах для подачи огнетушащих веществ, осуществляет действия по управлению специальной и приспособленной техникой.

Добровольным пожарным (ДП) может быть физическое лицо, без медицинских противопоказаний, прошедшее профессиональное обучение, имеющее допуск к самостоятельной работе, зарегистрированное в реестре ДП. Условия участия ДП на выполнение соответствующих работ в области обеспечения ПБ оформляются в виде гражданско-правового договора^{1,2}.

¹ Федеральный закон от 06.05.2011 № 100-ФЗ «О добровольной пожарной охране»

² Приказ МЧС России от 01.11.2023 № 1130 «Об утверждении Порядка формирования и ведения реестра добровольной пожарной охраны и сводного реестра добровольных пожарных»

Список источников

1. Щербаков А. В., Денисов А. Н. Модель взаимодействия добровольной пожарной охраны с силами оперативного управления местного пожарно-спасательного гарнизона // Технологии техносферной безопасности. 2023. Вып. 4 (102). С. 133-145. <https://doi.org/10.25257/TTS.2023.4.102.133-145>
2. Щербаков А. В., Денисов А.Н. Тактический потенциал подразделений добровольной пожарной охраны в системе обеспечения пожарной безопасности // Технологии техносферной безопасности. 2022. Вып. 1 (95). С. 141-153. <https://doi.org/10.25257/TTS.2022.1.95.141-153>
3. Щербаков, А.В., Денисов, А.Н. Алгоритм профессиональной подготовки объектовой добровольной пожарной дружины // Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации: материалы IX Международной научно-практической конференции в 2 ч. Ч. 1. 2024. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2024. – С. 268 – 273.
4. Щербаков, А.В., Денисов, А.Н., Данилов, М.М. Модель профессиональной подготовки добровольной пожарной дружины первого типа // Актуальные вопросы профессиональной подготовки пожарных и спасателей: сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 20 марта 2025 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2025. – С. 128 – 134. – ISBN 978-5-907492-76-9

Александр Валерьевич Щербаков

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (aleksandr_sherbakov_78@mail.ru, SPIN 3220-5449, ID: 1117073)

Михаил Михайлович Данилов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (mdagps@yandex.ru, SPIN 1539-8110, ID: 853796)

Документационное управление добровольной пожарной охраной

Аннотация. Критерием качества управления служит степень оптимальности принимаемых решений, разрабатываемых на этой основе планов для полноты приведения их в жизнь. Этот показатель оказывает наиболее существенное влияние на реализацию потенциальных возможностей подчиненных сил добровольной пожарной охраны местного пожарно-спасательного гарнизона. Показатель эффективности управления позволит оценивать существующую модель управления, по готовности к действиям по предназначению, оперативности, непрерывности, устойчивости, законности, а также способствовать выработке требований к вновь создаваемой модели управления.

Ключевые слова: документационное управление, добровольная пожарная охрана.

Alexander V. Shcherbakov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Mikhail M. Danilov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Documentation management of the voluntary fire protection

Annotation. The quality of management is determined by the degree of optimality of the decisions made and the plans developed on this basis for their full implementation. This indicator has the most significant impact on the realization of the potential capabilities of the subordinate volunteer fire brigades of the local fire and rescue garrison. The management efficiency indicator will allow for the evaluation of the existing management model based on its readiness for mission-related activities, efficiency, continuity, stability, and legality, as well as contribute to the development of requirements for the newly created management model.

Keywords: documentation management, volunteer fire brigade.

Документационное управление (ДУ) является свойством организованной системы, обеспечивающая сохранение ее структуры, поддержание определенного состояния или перевод в другое состояние в соответствии с объективными закономерностями существования данной системы, а также в связи с реализацией определенной программы или сознательно поставленной целью. Основу сущности ДУ составляет упорядочение и регулирование. Упорядочение характерно для подготовительного этапа, когда руководитель, опираясь на властную силу, путем управляющих воздействий приводит организационную структуру, ресурсы и деятельность подразделений в единую систему и готовность к действиям на исполнительном этапе, когда управляющее воздействие руководителя по удержанию действий персонала для использования ресурсов в необходимых пределах обеспечивает получение ожидаемого результата, на базе информационных сигналов [1].

Необходимо различать управление пожарной охраной (ПО) и управление силами добровольной пожарной охраны (ДПО) местного пожарно-спасательного гарнизона (МПСГ). Первое это многоуровневое управляющее воздействие, направленное на оптимизацию

экономических, политических и социальных отношений ПО с внешней средой и обеспечивающая ее развитие, совершенствование и поддержание в готовности к действиям по предназначению. Управление силами ДПО МПСГ представляет собой внутреннее управляющее воздействие со стороны органов управления для стабилизации, изменения взаимоотношений между разнородными, различной ведомственной принадлежности и различных форм собственности пожарно-спасательные и другие формирования, организации, занятыми в сфере обеспечения пожарной безопасности (ПБ). Содержание управления силами ДПО МПСГ состоит в постоянном анализе и регулировании специфических отношений в разнообразных подсистемах. В случае их отхода от оптимального состояния должно осуществляться регулирование, разрабатываться комплекс воздействий на носителей специфических отношений, упорядочивая противоречивое взаимодействие в области обеспечения ПБ при их совместной реализации [1]. Управление, исходя из его сущности в обеспечении ПБ, направлено на организацию максимальной эффективности действий сил и средств ДПО, находящихся в оперативном подчинении всех элементов административно-территориального деления во времени. Для решения задачи организации ДУ силами ДПО МПСГ необходимо объединить два направления, которые будут составлять ее основу:

- упорядочить процесс ДУ, как совокупности организационно-распорядительных действий;

- создать документационную систему управления силами ДПО МПСГ.

В сфере обеспечения ПБ муниципального образования (МО) управление силами ДПО представляют собой целенаправленную деятельность как руководства МПСГ так и местного самоуправления (МСУ) по поддержанию в готовности к действиям, подготовке их к действиям по предназначению и руководство ими при выполнении задач, на основе нормативно-распорядительных документов, определяющих служебную деятельность [2].

Документационная система независимо от ее организационно-правовой формы, должна строиться на основе законодательно-правовых и нормативно-методических актов. Для организации деятельности документационного обеспечения управления (ДОУ) необходимо нормативно-методическое регулирование, которое осуществляется с помощью нормативно-методической базы, без которой невозможно правильно создать и оформить документы, придав им юридическую силу. Регламентация, предписываемая этим комплексом документов, устанавливает конкретные пределы выполнения соответствующей деятельности, позволяет представить иерархию связей обеспечивая стабильность решения вопросов, способствует повышению эффективности управленческого труда [1]. Работа с организационно-распорядительными документами является необходимой составной частью ДОУ, без которой невозможна реализация принятых решений по вопросам обеспечения ПБ МО.

Деловое документационное общение, взаимоотношение на всех уровнях в организациях, учреждениях, должно осуществляться по единым общепринятым правилам (Рисунок 1).

ДОУ силами ДПО это единый логико-аналитический и информационно-расчетный процесс, а для обеспечения его устойчивости и оперативности должно быть задействовано множество различных взаимосвязанных элементов, требующих согласования функциональных возможностей [3]. В организационно-структурном отношении (на примере Московской области (Моб.)) они сгруппированы в отдельные пожарные части и караулы, пожарные посты, пожарные поезда, добровольные пожарные дружины (команды), служба которых организуется на основе уставов, положений, регламентов (Рисунок 2).

В управлении силами при координации действий ДПО начальник гарнизона опирается на систему ДУ. Порядок привлечения ДПО для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ устанавливаются путем заключения соглашений (инструкций взаимодействия) в установленном порядке. Данное ДОУ не в полном объеме обеспечивает нормотворческую правовую деятельность взаимоотношений сторон, поскольку не прописываются юридически данный установленный порядок, не отражается ответственность сторон за нарушение и невыполнение обязательств, не осуществляется контроль и не

выработан механизм проверки заключенных соглашений.

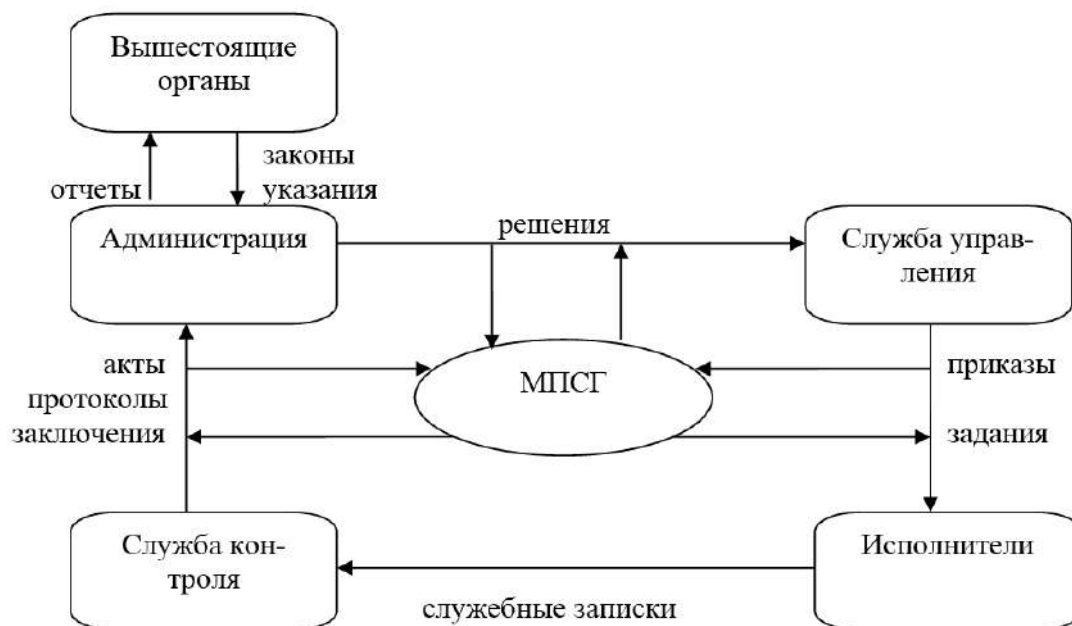


Рисунок 1 – Общая схема документационного обеспечения управления

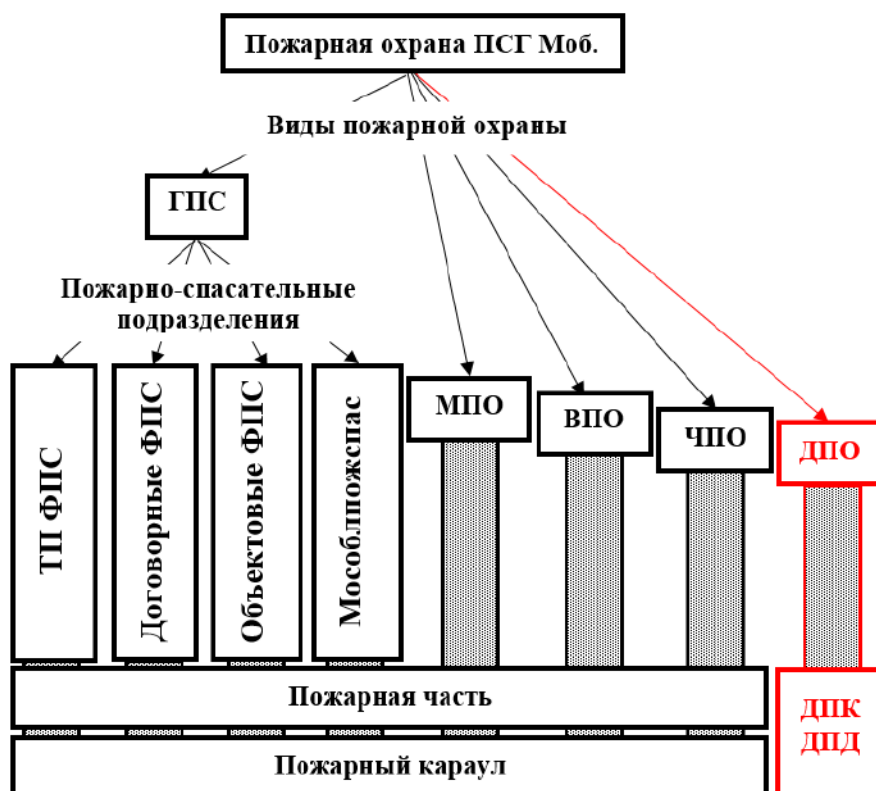


Рисунок 2 – Организационно-структурная схема сил непосредственного и оперативного подчинения подразделений ПСГ

Создание ДОУ силами ДПО гарнизона это построение системы управления, основанной на множестве форм собственности, гражданском обществе, широком развитии самоуправленческих механизмов, с построенной внутри единой информационной структурой для рациональности и эффективности организационно-распорядительных мероприятий. Должна носить комплексный характер и быть одновременным и согласованным

использованием правовых, социально-психологических, кадровых, технических факторов построения управленческих отношений с унификацией документационной системы обеспечения ПБ.

Пожарно-спасательная составляющая в административно-территориальном делении (АТД) представляет собой многоуровневую иерархическую систему, объединяющую в себя различные типы управленческих структур по функциональному разделению, между которыми должна поддерживаться пропорциональность и оптимальная соотносительность организационно-распорядительного нормирования для эффективно-согласованных действий всех элементов системы [4]. С учетом функции и соответствующего уровня управления разработана модель поддержки принятия управленческих решений при планировании создания организационного функционирования общественных объединений пожарной охраны (ООПО) по обеспечению ПБ в АТД (Рисунок 3).

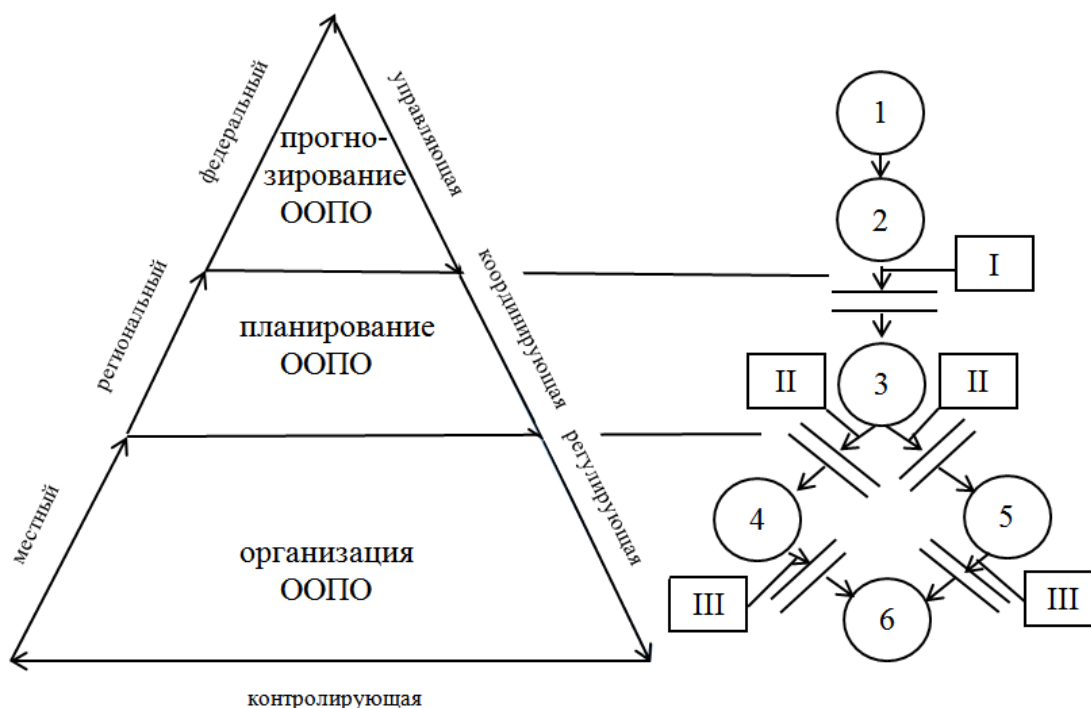


Рисунок 3 – Модель поддержки принятия управленческих решений при планировании создания организационного функционирования ООПО по обеспечению ПБ в АТД
1 – орган управления МЧС РФ; 2 – управление организации ПО центрального аппарата; 3 – региональные отделы управления; 4 – органы МСУ; 5 – органы управления местного ООПО; 6 – ДПО; I – принятие решения о создании организационного функционирования ООПО на основе анализа ПБ; II – организационно-распорядительное управление нормированием создания ООПО; III – материально-техническое обеспечение ДПО

Понятие эффективности ДУ силами ДПО гарнизона неразрывно связано со степенью реализации их потенциальных возможностей в ходе выполнения задач по предназначению. Каждое отдельное подразделение ДПО или их совокупность обладают определенными потенциальными возможностями для выполнения задач. В зависимости от обстановки эти потенциальные возможности могут быть реализованы полностью или частично. Непосредственное влияние на ход действий окажет лишь та часть потенциальных возможностей, которая будет умело реализована в конкретных условиях, а для этого важнейшую роль должна сыграть система управления, способная наиболее эффективно применять потенциальные возможности отдельных подразделений ДПО [5]. При недостаточно подготовленной ДСУ, можно неправильно оценить обстановку и принять неоптимальное решение на применение сил и средств ДПО, их распределение по задачам и

направлениям. Важнейшим фактором, обеспечивающим максимальную степень реализации потенциальных возможностей сил ДПО гарнизона, является эффективность управления (ЭУ) ими, которая обеспечивается, прежде всего, знанием, пониманием и объективной оценкой оперативной обстановки, прогнозированием характера ее развития, правильным определением целей и оптимальных путей их достижения и способов действий. Показатель ЭУ можно представить, как коэффициент отражающий степень использования потенциальных возможностей ($K_{эф}=P/\Pi$, где, P - реализуемые возможности, Π - потенциальные возможности). Показатель ЭУ позволит оценивать существующую модель управления, по готовности к действиям по предназначению, оперативности, непрерывности, устойчивости, законности, а также способствовать выработке требований к вновь создаваемой модели, видеть перспективу к дальнейшему совершенствованию управления силами ДПО гарнизона. Базой для такой разработки могут быть анализы практики пожаротушения, пожарно-тактические и командно-штабные учения, специальные эксперименты [6].

В результате степень готовности документационной системы управления должна опережать степень готовности подчиненных сил ДПО. Совершенствуя готовность системы управления, надо стремиться к тому, чтобы при переходе к действиям по предназначению система не требовала бы перестройки решений органов управления.

Список источников

1. Рязанов В. А. Документационное обеспечение управления: учебное пособие / В.А. Рязанов. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. - 280 с.
2. Щербаков А. В. Организационно-правовые методы поддержки принятия управленческого решения добровольной пожарной охраны по обеспечению мер пожарной безопасности // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации» в 2 ч. Ч. 2. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. – С 69 - 71.
3. Данилов, М. М. Модель информационного обмена при регистрации документов от нештатных должностей оперативного штаба на месте пожара / М. М. Данилов, А. Н. Денисов, А. В. Ботвинко // Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, в 2 ч., Москва, 17–18 марта 2022 года. Том Часть 1. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2022. – С. 32-37. – EDN NNLMUG.
4. Аникин, С. Н. Управление альтернативами выбора принятия опорных решений в тактике тушения пожаров / С. Н. Аникин, М. М. Данилов, А. Н. Денисов // Computational Nanotechnology. – 2020. – Т. 7, № 4. – С. 39-47. – DOI 10.33693/2313-223X-2020-7-4-39-47. – EDN TEEGJR.
5. Щербаков А. В., Денисов А.Н. Тактический потенциал подразделений добровольной пожарной охраны в системе обеспечения пожарной безопасности // Технологии техносферной безопасности. 2022. Вып. 1 (95). С. 141-153. <https://doi.org/10.25257/TTS.2022.1.95.141-153>
6. Щербаков А. В., Денисов А. Н. Модель взаимодействия добровольной пожарной охраны с силами оперативного управления местного пожарно-спасательного гарнизона // Технологии техносферной безопасности. 2023. Вып. 4 (102). С. 133-145. <https://doi.org/10.25257/TTS.2023.4.102.133-145>

УДК 614.841.2
ББК 30н

Андрей Всеволодович Долговидов

ООО «Техно», Москва, Россия (a.dolgovidov@epotos.ru, SPIN 8903-0489, ID: 1306432)

Олег Иванович Орлов

ООО «Техно», Москва, Россия (o.orlov@epotos.ru, SPIN 2378-8544, ID: 900056)

Вячеслав Алексеевич Комельков

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Иваново, Россия
(komelkov@rambler.ru, SPIN 7982-9685, ID: 605387)

Методика оценки эффективности гелевого огнетушителя «Ягель» при тушении пожаров литий-ионных аккумуляторов

Аннотация. В статье представлена методика оценки эффективности гелевого огнетушителя «Ягель» при тушении литий-ионных аккумуляторных батарей и характеристики, предлагаемые в качестве параметров оценки средств пожаротушения.

Ключевые слова: гель, литий-ионные аккумуляторы, методы оценки эффективности, расход геля, мощность аккумулятора.

Andrey V. Dolgovidov

LLC "Techno", Moscow, Russia

Oleg I. Orlov

LLC "Techno", Moscow, Russia

Vacheslav A. Komelkov

Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Ivanovo, Russia

Methodology for assessing the effectiveness of the gel fire extinguisher "Yagel" in extinguishing fires of lithium-ion batteries

Abstract. The article presents a method for evaluating the effectiveness of the gel fire extinguisher «Yagel» in extinguishing lithium-ion batteries and the characteristics proposed as parameters for evaluating battery fire extinguishing agents.

Keywords: gel, lithium-ion batteries, methods for evaluating effectiveness, gel consumption, battery capacity

Анализ пожаров литий-ионных аккумуляторных батарей показывает, что в настоящий момент на рынке средств пожаротушения, которые могут быть предназначены для данной области пожарной безопасности, нет научно-обоснованных подходов к их тестированию, ранжированию и определению их эффективности [1]. Аккумуляторные литий-ионные батареи обладают высокой плотностью энергии, малым весом и длительным сроком службы. Этот тип аккумуляторов очень популярен в электротранспорте (автобусы, метро, велосипеды, самокаты и другие стационарные и передвижные объекты). Вместе с этим, содержимое аккумуляторных элементов может воспламениться из-за перегрузки, нагрева или механического повреждения. Продолжением воспламенения является неконтролируемая химическая реакция «тепловой разгон» с выделением большого количества энергии за короткое время. Как правило, это сопровождается сильным возгоранием и сильным повышением давления и температуры в элементе аккумуляторной батареи. Если загорелся один элемент в батарее, то начинается лавинообразное распространение на соседние батареи. [2].

Международный опыт в данной области [3] предлагает методику тестирования ручных огнетушителей и в настоящий момент является единственным доступным инструментом

сравнения различных средств пожаротушения (ручных огнетушителей), предназначенных для данных целей. Приняв данный метод за базовый, нами была разработана и протестирована методика, позволившая получить численные результаты и определить параметры тушения литий-ионных батарей, до настоящего времени отсутствовавшие в нормативном поле Российской Федерации. В качестве средства пожаротушения нами тестировался огнетушитель гелевый с коммерческим наименованием «Ягель» (рис.1) – передвижной огнетушитель, при работе которого образуется огнетушащий гель [4] на водной основе (гидрогель). В качестве литий-ионных батарей для тестирования огнетушителя используется батарея марки LF 105 (рис.2). Огнетушащий гель на водной основе «Ягель» (рис.3) или гидрогель, образуется при смешении специально разработанных растворов низкотемпературных гелеобразующих составов НГОС-М и НГОС-К. Предварительно были отработаны процедуры подготовки очага определенного ранга к испытаниям, включая процедуру его зажигания, что стало составляющей частью окончательной методики испытаний.



Рисунок 1 – Огнетушитель гелевый «Ягель»



Рисунок 2 – Батарея марки LF 105



Рисунок 3 – Огнетушащий гель «Ягель»

Модельный очага пожара литий-ионной аккумуляторной батареи, далее ЛИАБ. Правила подготовки очага определенного ранга.

Модельный очаг пожара ЛИАБ состоит из литий-ионных аккумуляторов, далее ЛИА, устанавливаемых между опорной рамой слева и опорной рамой справа, которые скреплены резьбовыми стержнями М10, (рис.4). Три, шесть или другое значение по требованию заказчика ЛИА должны быть зажаты между опорными рамами, вручную, с помощью гаек. Суммарная энергоемкость ЛИА должна составлять заданную энергоемкость ЛИАБ. С внутренней стороны опорной рамы были помещены огнеупорные минеральные пластины толщиной 12 мм и длиной/шириной, по меньшей мере на 20 мм больше размера ЛИАБ.

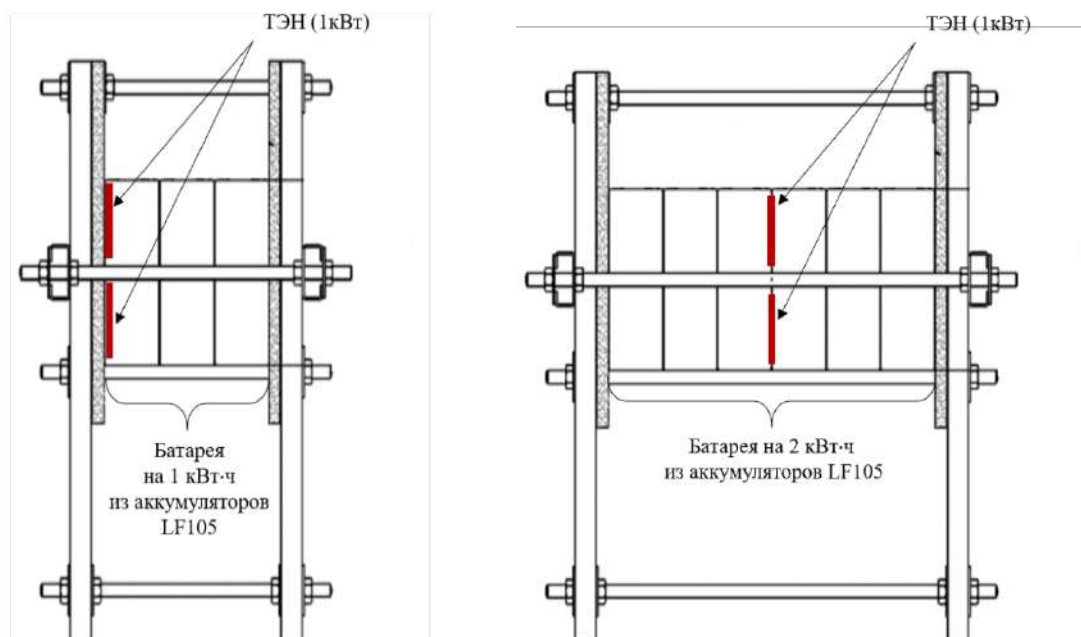


Рисунок 4 – Конструкция модельных очагов пожара ЛИАБ на 1 кВт·ч и 2 кВт·ч

Процедура зажигания аккумулятора (батареи) с применением принудительного разогрева ТЭНами.

Для зажигания модельного очага используют нагревательные элементы (ТЭНы) мощностью не менее 1кВт, размещенные относительно аккумуляторов одним из выбранных способов, согласно рис.4. Чтобы вызвать горение батареи, состоящей из нескольких аккумуляторов (3 или 6 шт.) соединенных последовательно, ее нагревают до тех пор, пока не произойдет выброс газовой смеси хотя бы из одного аккумулятора либо его воспламенение.

Процесс подачи электроэнергии останавливают, как только возникнет выброс газовой смеси. При проведении и после испытаний к ТЭНам не должно подаваться внешнее напряжение.

Процедура зажигания аккумулятора (батареи) с применением принудительного разогрева ТЭНами и механическим повреждением сепаратора.

Для зажигания модельного очага используют нагревательные элементы (ТЭНы) мощностью не менее 1 кВт, размещенные относительно аккумуляторов одним из выбранных способов, согласно рис. 5. Производится нагревание аккумуляторов (батареи) ТЭНом мощностью не менее 1 кВт как показано на рис. 5 до момента наблюдения вздутия батарей или их разгерметизации и выброса газовой смеси. Процесс подачи электроэнергии останавливают, как только возникнет выброс газовой смеси. Металлическим заостренным стержнем диаметром не более 10 мм производят прокалывание корпуса ЛИА, у которого произошло вздутие или из которой наблюдается выброс газовой смеси, не менее чем в двух местах выбранных произвольно. Длина стержня выбирается из условий безопасной работы испытателей.

Зажигание потока газов осуществляют с помощью газовой горелки.

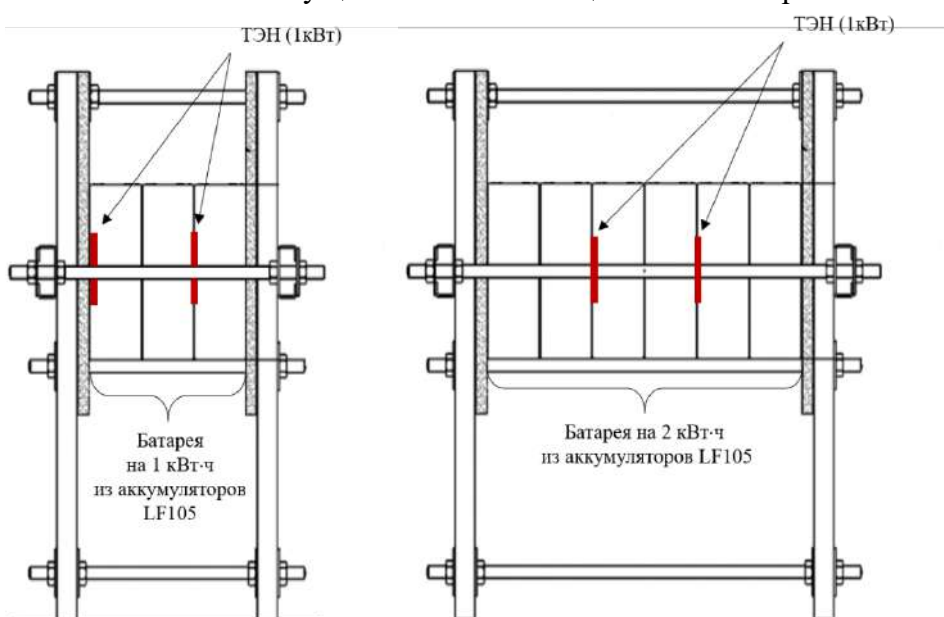


Рисунок 5 – Конструкция модельного очага пожара ЛИАБ заданной энергоемкости в 1 и 2 кВт·ч с принудительным разогревом и механическим повреждением аккумулятора

Методика испытаний огнетушителя при тушении модельных очагов пожара ЛИАБ

Перед началом испытаний определяется уровень заряда каждого аккумулятора, который должен быть не менее 80% от номинального. Проводится взвешивание огнетушителя. Поджигается аккумулятор (ЛИАБ) в соответствии с процедурой зажигания представленной выше. Попытка тушения проводится после воспламенения первого аккумулятора (при визуально заметных явлениях пламени) и его самостоятельного поддержания. Ранг модельного очага пожара и рекомендуемая последовательность испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Последовательность испытаний

№ испытания	Вид аккумулятора	Количество последовательно соединенных аккумуляторов в батарее/ранг	Примечание

		модельного очага пожара ЛИАБ, кВт·ч	
Выбор способа зажигания модельного очага пожара ЛИАБ			
Свободное горение 3 LF105	Литий-железо- фосфатный аккумулятор LF105	3 шт. 1 кВт·ч	Нагревание ЛИАБ до разгерметизации. Определение возможности горения
Испытания огнетушителя по тушению литий-ионных аккумуляторов			
Тушение 3 LF105	Литий-железо- фосфатный аккумулятор LF105	3 шт. 1 кВт·ч	Нагревание ЛИАБ до разгерметизации или воспламенения без принудительного повреждения сепаратора
Тушение 3 LF105	Литий-железо- фосфатный аккумулятор LF105	3 шт. 1 кВт·ч	Нагревание ЛИАБ с принудительным повреждением сепаратора
Тушение 6 LF105	Литий-железо- фосфатный аккумулятор LF105	6 шт. 2 кВт·ч	Нагревание ЛИАБ до разгерметизации или воспламенения без принудительного повреждения сепаратора
Тушение 6 LF105	Литий-железо- фосфатный аккумулятор LF105	6 шт. 2 кВт·ч	Нагревание ЛИАБ с принудительным повреждением сепаратора

Испытатель начинает попытку тушения по своему усмотрению, после появления самостоятельного горения, при этом к ЛИАБ запрещается прикасаться частями распылителя. Продолжительность попытки тушения определяется испытателем в зависимости от внешних признаков горения и ограничена запасом компонентов в огнетушителе, либо 3 минутами общего времени от начала тушения. Тушение начинается с момента воспламенения первого аккумулятора из батареи. В конце попытки тушения должны отсутствовать признаки пламени. После того, как оператор укажет, что попытка тушения завершена, начинается период наблюдения продолжительностью 20 минут. В течение этого периода не должно происходить повторного воспламенения. Допускается кратковременное локальное возгорание (не более 5 с), которое гаснет самостоятельно. В конце периода наблюдения хотя бы один аккумулятор из батареи не должен воспламениться, либо хотя бы один из аккумуляторов должен выдавать рабочее напряжение в соответствии с технической документацией. Напряжение измеряется мультиметром, полученное значение фиксируется в протоколе. Измеряется вес огнетушителя после испытаний, количество раствора, пошедшего на тушение, результат фиксируется в протоколе. Определяется удельный расход на тушение, кг/кВт·ч. Результат испытаний считается положительным если две попытки из трех дали положительный результат. При достижении тушения в двух опытах подряд, третий допускается не проводить. Результаты тестирования приведены в таблице 2. Процесс испытаний представлен на рис.6



Рисунок 6 – Процесс испытаний

Правила масштабирования и оценка результатов.

Для предварительной оценки необходимого количества огнетушащего вещества допускается проведение предварительного расчета количества раствора для огнетушителя «Ягель», необходимого для тушения ЛИАБ с определенным типом аккумулятора. При известных удельных расходах, полученных на ЛИАБ меньшей энергоемкости этого же типа, необходимо перемножить значение удельного расхода кг/кВт·ч, на мощность батареи кВт·ч данного типа аккумулятора, с коэффициентом запаса 1,2. В дальнейшем необходимо опытным путем подтвердить правильность выбранного количества и показателя удельного расхода кг/ кВт·ч.

Таблица 2 – Результаты тестирования

№ испытания	Ранг модельного очага пожара ЛИАБ (кол-во аккумуляторов)	Время тушения, с	Масса гидрогеля (расход на тушение), кг (кг/кВт·ч)	Расход гидрогеля на тушение, кг/с	Примечание
Тушение модельного очага пожара ЛИАБ 1 кВт·ч					
1	1 кВт·ч (3 LF105) (без повреждения сепаратора)	8	2,2(2,2)	0,275	Горение 1-го LF105
2	1 кВт·ч (3 LF105) (с повреждением сепаратора)	6	1,35(1,35)	0,225	Одновременное горение 3-х LF105
Тушение модельного очага пожара ЛИАБ 2 кВт·ч					
3	2 кВт·ч (6 LF105) (без повреждения сепаратора)	9	2,3(1,15)	0,255	Горение 1-го LF105

4	2 кВт·ч (6 LF105) (с повреждением сепаратора)	15	4,3(2,15)	0,286	Одновременное горение 2-х LF105

Основные положения предложенной методики могут быть распространены и на другие типы ЛИАБ, например: LiCoO_2 , LiMn_2O_4 , LiFePO_4 , LiNMC .

Список источников

1. Развитие нормативной базы в области пожаротушения литий-ионных аккумуляторов. Емельянов Р. А., Казаков А. В., Бухтояров Д. В., Хатунцева С. Ю. Научно-технический журнал «Пожарная безопасность», 2024 № 1 (114). С. 97 – 101.
2. ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ/FIRE AND EXPLOSION SAFETY. 2023. Т. 32. № 1. С. 89–96 POZHAROVZRYVOBEZOPASNOST/FIRE AND EXPLOSION SAFETY. 2023; 32(1):89-96 УДК 614.84 Современные способы тушения литий-ионных аккумуляторов. Часть 1 Александр Сергеевич Харламенков.
3. NTA 8133 Portable fire extinguishers – Performance requirements, test methods and marking for suitability for extinguishing lithium battery fires/ NTA 8133 (nl)/Nederlandsetechnischeaafspraak/ ICS 13.220.10, November 2021, 21 p.
4. Патент RU2784095C1 «Способ тушения и/или предотвращения пожара, включая возгорание литий-ионных аккумуляторов» Вадим Владимирович Колчин, Владимир Геннадьевич Демидов, Андрей Борисович Жданович, Дмитрий Георгиевич Артамонов, Сергей Николаевич Лукьянов, Сергей Николаевич Баев, Елена Павловна Чацина

Илья Михайлович Данилов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ)», г. Москва, Россия (imdaniloff@yandex.ru)

Горно-маркшейдерский подход к анализу зоны пожара в подземных сооружениях и управлению тушением в условиях крайней необходимости

Аннотация. Представлен горно-маркшейдерский подход к анализу зоны пожара в подземных горных выработках (шахты, рудники, тоннели, метрополитен) на основе интеграции методов маркшейдерского дела, аэрологии горных предприятий и теории управления пожаротушением. Разработана методика установления границ зоны пожара на основе маркшейдерских планов горных работ, разрезов и цифровых моделей выработок. Предложена риск-ориентированная модель принятия управленческих решений с использованием геоинформационных технологий и вычислительного моделирования газодымового режима подземных сооружений.

Ключевые слова: маркшейдерское дело, горные выработки, зона пожара, подземные сооружения, управление пожаротушением, крайняя необходимость, аэрология шахт, геопрограмное моделирование, вентиляционный режим, руководитель тушения пожара, безопасность горных работ, геоинформационные системы, горный инжиниринг.

Ilya M. Danilov

Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, Moscow, Russia

Mine Surveying Approach to Fire Zone Analysis in Underground Structures and Firefighting Management Under Extreme Necessity

Abstract. A mining and surveying approach to the analysis of the fire zone in underground mining workings (mines, mines, tunnels, metro) based on the integration of methods of mine surveying, aerology of mining enterprises and fire-fighting management theory. A technique for establishing the boundaries of the fire zone based on mine surveying plans of mining operations, sections and digital models of workings is developed. A risk-oriented model of management decision-making is proposed using geoinformation technologies and computational modeling of the gas-smoke regime of underground structures.

Keywords: Mine surveying, mine workings, fire zone, underground structures, fire control, extreme necessity, mine aerology, geospatial modeling, ventilation regime, fire control manager, mining safety, geoinformation systems, and mining engineering.

Пожары в подземных горных выработках представляют собой особый класс чрезвычайных ситуаций, находящихся на пересечении интересов двух научных дисциплин: горного дела и пожарной безопасности. Специфика подземных пожаров обусловлена взаимосвязью между пространственной геометрией выработок, режимом проветривания и динамикой распространения продуктов горения, что требует применения маркшейдерских методов для объективного анализа обстановки и принятия обоснованных решений [1, 2].

Статистика аварийности на горных предприятиях России и зарубежных стран показывает, что пожары в подземных условиях характеризуются высокой опасностью¹: Особенность подземных горных сооружений – шахт, рудников, тоннелей, станций

¹ По данным Ростехнадзора, в период 2010–2023 гг. при пожарах в угольных шахтах и рудниках погибло более 180 горняков и спасателей.

метрополитена – заключается в том, что геометрия выработок описывается маркшейдерской документацией (планы горных работ, продольные и поперечные разрезы, цифровые модели месторождений), которая является основой для проектирования вентиляции, планирования горных работ и организации противоаварийной защиты [3, 4]. В контексте тушения пожаров эта документация должна использоваться для определения границ зоны пожара – территории, в пределах которой руководитель тушения пожара (РТП) осуществляет единоначалие и организует действия сил и средств.

Законодательно понятие «зона пожара» определено как территория, в пределах которой существует угроза жизни и здоровью граждан от воздействия опасных факторов пожара. Однако для подземных горных выработок это определение требует существенной конкретизации с применением маркшейдерских методов пространственного анализа, поскольку границы зоны пожара определяются не только видимым очагом горения, но и распространением дыма, токсичных газов (СО, HCN, SO₂), высоких температур и недостатка кислорода по системе сопряженных выработок в соответствии с вентиляционным режимом.

Управленческие решения РТП в подземных горных сооружениях принимаются в условиях крайней необходимости¹ когда устранение опасности, непосредственно угрожающей людям, заблокированным в выработках, невозможно иными средствами, кроме введения подразделений в зону повышенного риска]. Обоснование таких решений требует опоры на объективные данные о пространственной структуре горных выработок, режиме проветривания, прогнозе распространения опасных факторов, что обеспечивается применением маркшейдерско-геодезических методов и средств геоинформационного моделирования [5].

Актуальность исследования обусловлена, во-первых, необходимостью интеграции маркшейдерских данных и методов горного дела в систему управления пожаротушением на объектах с подземными выработками, во-вторых, принятием новых нормативных документов² МЧС России, не содержащих специфических требований к управлению в подземных горнотехнических условиях, в-третьих, отсутствием методического обеспечения процесса принятия решений РТП в условиях крайней необходимости с использованием геопространственных технологий.

Цель работы разработка горно-маркшейдерского подхода к анализу зоны пожара в подземных сооружениях и обоснование методики управления силами пожаротушения в условиях крайней необходимости на основе маркшейдерской документации, геоинформационного моделирования и прогноза развития опасных факторов пожара.

В соответствии с Федеральным законом от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», зона пожара это территория, на которой существует угроза причинения вреда жизни и здоровью граждан от воздействия опасных факторов пожара и (или) осуществляются действия по тушению пожара. Боевой устав пожарной охраны МЧС России устанавливает, что в пределах зоны пожара РТП обладает исключительными полномочиями единоначалия.

Для подземных горных выработок понятие «территория» должно быть конкретизировано с применением маркшейдерских методов пространственных форм и размеров горных объектов, необходимым инструментарием для объективного определения границ зоны пожара в трехмерном подземном пространстве и применении маркшейдерской документации.

Применение маркшейдерских методов для определения зоны пожара в подземных выработках включает следующие этапы:

Этап 1. Пространственная локализация очага пожара. На основе информации от автоматических систем обнаружения (датчики дыма, температуры, газоанализаторы),

¹ «Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 20.02.2026) (с изм. и доп., вступ. в силу с 03.03.2026)

² Приказ МЧС России от 16.09.2024 № 777 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ» // Официальный интернет-портал правовой информации.

диспетчерской связи и первых прибывших сил и средств очаг пожара привязывается к маркшейдерским координатам и наносятся на план горных работ.

Этап 2. Аэрологический анализ вентиляционной сети. На основе актуальной вентиляционной схемы объекта определяются направления движения воздуха в выработках, примыкающих к очагу пожара и рассчитываются вероятные пути распространения дыма.

Этап 3. Прогноз зон задымления. С использованием инженерных методик рассчитывается динамика распространения продуктов горения по сопряженным выработкам. Определяются зоны с критическими концентрациями токсичных газов ($\text{CO} > 0,2 \text{ \% об.}$, $\text{HCN} > 0,01 \text{ \% об.}$, $\text{O}_2 < 17 \text{ \% об.}$) и высокими температурами ($> 60 \text{ }^\circ\text{C}$).

Этап 4. Картографирование зоны пожара. Границы зоны пожара наносятся на маркшейдерский план горных работ с выделением: зоны непосредственного воздействия (радиус 50–100 м от очага, температура $> 100 \text{ }^\circ\text{C}$, видимость $< 5 \text{ м}$), зоны задымления (протяженность по вентиляционной сети до 500–2000 м, концентрация $\text{CO} > 0,05 \text{ \% об.}$), зоны потенциального распространения (сопряженные выработки, в которые возможен вынос газов при изменении вентиляционного режима).

Этап 5. Актуализация границ в реальном времени. По мере развития пожара и изменения вентиляционного режима границы зоны пожара корректируются на основе данных мониторинга (показания стационарных газоанализаторов, информация от звеньев газодымозащитной службы (ГДЗС), результаты повторных расчетов).

Таким образом, зона пожара в подземных горных выработках представляет собой динамическую геопространственную область, границы которой определяются маркшейдерскими методами измерения и моделирования, аэрологическими расчетами и данными оперативного мониторинга, что обеспечивает объективную основу для принятия управленческих решений РТП в условиях крайней необходимости.

Участниками тушения пожара в подземных горных выработках являются могут являться личный состав пожарно-спасательных подразделений МЧС России, горноспасатели военизированных горноспасательных частей (ВГСЧ), специалисты горного предприятия, представители органов внутренних дел, скорой медицинской помощи, аварийных служб, находящиеся в зоне пожара.

Маркшейдерский подход к идентификации участников предполагает нанесение на план горных работ местоположения всех лиц, находящихся в зоне пожара, с указанием их координат, функциональных ролей, времени нахождения, обеспеченности средствами индивидуальной защиты. Это позволяет РТП объективно оценить масштаб угрозы и принять обоснованные решения о приоритетах эвакуации и введения сил и средств.

Так в подземных сооружениях целесообразно дополнительно назначать ответственного за вентиляционный режим (из числа специалистов объекта или специалистов МЧС России) и ответственного за маркшейдерское сопровождение (обеспечивает РТП и штаб пожаротушения актуальными схемами, отметками опасных зон, данными о состоянии выработок).

Использование единой маркшейдерской схемы как «общей операционной картины» для служб в штабе пожаротушения позволяет снять управленческие противоречия, связанные с разночтениями в понимании границ зоны пожара и зон ответственности различных ведомств.

Применительно к управлению пожаротушением в подземных горных выработках условия крайней необходимости возникают при наличии следующих маркшейдерско-аэрологических и оперативно-тактических факторов: наличие людей, заблокированных в выработках, критическая динамика развития пожара, невозможности альтернативных способов спасения, наличие иных маршрутов введения сил и средств. В таких условиях РТП обоснованно принимает решение о введении подразделений в зону повышенного риска, что является оправданным действием в состоянии крайней необходимости, при условии документального обоснования на основе маркшейдерских данных, аэрологических расчетов и оценки риска. Но обоснование допустимости введения подразделений в зону пожара в

подземных выработках требует комплексной оценки риска с учетом маркшейдерских, аэрологических и медико-физиологических факторов:

Исследования условий развития пожаров до крупных размеров показывают, что в подземных сооружениях существует критическое временное окно обычно 10–20 минут с момента возгорания, в течение которого возможна быстрая локализация пожара. По истечении этого времени происходит резкое увеличение тепловыделения, заполнение сопряженных выработок продуктами горения с образованием протяженных зон с концентрацией $CO > 1\%$ об., разрушение вентиляционных сооружений и блокирование путей эвакуации для находящихся в выработках людей и введенного личного состава.

Таким образом, управленческое решение РТП о немедленном введении сил в условиях неполной информации и повышенного риска часто является единственным способом использовать «окно возможностей» для спасения людей и предотвращения катастрофического развития пожара.

Исследования управленческих противоречий при взаимодействии сил и средств МЧС России с органами МВД и скорой медицинской помощью показывают разночтения в определении границ зоны пожара из-за отсутствия единой картографической основы, когда, например, привлеченные службы на расстоянии 100–200 м от очага субъективно считают себя вне зоны пожара, тогда как по маркшейдерским расчетам концентрация CO уже может превышать допустимые значения. Для разрешения указанных противоречий предлагается межведомственное закрепление приоритета распоряжений РТП над ведомственными инструкциями в условиях крайней необходимости при использовании маркшейдерской схемы как обязательного элемента оперативной документации на объектах с подземными сооружениями, обеспечивающей штаб пожаротушения актуальными планами. Алгоритмов взаимодействия на основе маркшейдерских схем и современных средств связи реализует риск-ориентированную модель управленческих решений на основе маркшейдерских данных и многокритериальной оценки альтернативных сценариев.

Для формализации процесса принятия решений РТП в условиях крайней необходимости предлагается риск-ориентированная модель альтернативных сценариев (А1 – А4), основанная на многокритериальной оценке альтернативных сценариев с использованием маркшейдерских данных, аэрологических расчетов и прогноза развития пожара.

Альтернативные сценарии действий в подземных горных выработках:

А1. Немедленное введение звена ГДЗС по кратчайшему маршруту (определяется по маркшейдерскому плану с учетом уклонов и вентиляционного направления).

А2. Поэтапное введение с организацией промежуточных баз (посты безопасности располагаются в камерах или расширениях выработок через каждые 300–500 м по маркшейдерским координатам).

А3. Реверс вентиляции с последующим введением сил (расчет времени реверса и прогноз изменения направления распространения дыма на основе аэрологической модели вентиляционной сети).

А4. Изоляция аварийного участка перемычками с последующим затоплением или подачей инертных газов (принимается при отсутствии людей в изолируемой зоне).

Сценарий А1 обеспечивает максимальное число спасенных за счет кратчайшего маршрута (по маркшейдерским данным, проход через зону задымления на протяжении 200–300 м), однако сопряжен с повышенным риском для звена ГДЗС если укладывается в критическое «окно возможностей».

Сценарий А2 снижает риск для звена ГДЗС, но увеличивает время достижения цели.

Сценарий А3 максимально безопасен для личного состава, но требует 35–45 мин (включая 25 мин на реверс главной вентиляторной установки и изменение направления воздушных потоков в сети выработок).

Сценарий А4 может считаться неприемлем, так как может привести к гибели эвакуируемых, и может рассматриваться только при информации об отсутствии наличия людей.

В условиях крайней необходимости, когда альтернативные сценарии А2 и А3 могут приводить к гибели заблокированных людей бригады из-за недостатка времени, выбор сценария А1 может являться оправданным и обоснованным, несмотря на повышенный риск для звена ГДЗС.

Для оперативной реализации описанной модели целесообразна разработка автоматизированной системы поддержки принятия решений РТП при тушении пожаров в подземных сооружениях (АСППР ТППС) интегрирующей геоинформационную подсистему (маркшейдерские планы, 3D-модели выработок, данные систем мониторинга), подсистему моделирования (экспресс-расчет распространения дыма, температур, токсичных газов методами зонного или полевого моделирования), подсистему оценки риска (расчет показателей на основе баз данных статистики пожаров) и подсистему многокритериального выбора (ранжирование сценариев, визуализация компромиссных решений).

Внедрение АСППР ТППС в практику управления пожаротушением на крупных подземных объектах (станции метрополитена, крупные шахты, протяженные транспортные тоннели) позволит снизить время принятия решений и «ручной анализ схем» и позволит более детализировано проводить консультации со специалистами привлекаемыми в штаб пожаротушения.

Разработан горно-маркшейдерский подход к анализу зоны пожара в подземных сооружениях, основанный на интеграции методов маркшейдерского дела, аэрологии горных предприятий и теории управления пожаротушением, что обеспечивает объективную основу для принятия управленческих решений РТП в условиях крайней необходимости; обосновано, что зона пожара в подземных горных выработках представляет собой динамическую геопространственную область, границы которой определяются не только юридическим актом РТП, но и объективными горнотехническими факторами, а предложенная методика маркшейдерского определения этих границ включает пространственную локализацию очага, аэрологический анализ вентиляционной сети, прогноз зон задымления с использованием вычислительных методов, картографирование зоны на планах горных работ с выделением областей непосредственного воздействия, задымления и потенциального распространения, а также актуализацию границ в реальном времени на основе мониторинга; показано, что управленческие решения РТП в подземных горных сооружениях принимаются в условиях крайней необходимости и должны опираться на маркшейдерскую документацию, дающую объективные данные о пространственной структуре выработок, маршрутах введения сил, путях эвакуации и прогнозе развития опасных факторов с учётом горнотехнических ограничений.

Предложена риск-ориентированная модель принятия управленческих решений РТП на основе многокритериальной оценки альтернативных сценариев, что позволяет формализовать процесс выбора оптимальных действий в условиях крайней необходимости.

Список источников

1. Грачев В.А., Поландов Ю.Х. Аэрология горных предприятий: учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Горная книга, 2012. 543 с.
2. Мясников А.А., Садохин В.П., Тимухин С.А. Аэрология карьеров и шахт: учебник для вузов. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. 309 с.
3. Попов В.Н., Чекалин С.И. Маркшейдерское дело: учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Горная книга, 2010. 660 с.
4. Певзнер М.Е. Маркшейдерия [Текст] : учебник для вузов. 2-е изд., стер. М. : Изд-во МГГУ, 2008. 407 с.
5. Хмелева, Е. В. Анализ средств моделирования геоинформационного обеспечения / Е. В. Хмелева, Е. В. Волошенко, Н. И. Бадулина // Агропродовольственная экономика. – 2019. – № 9. – С. 19-24. – EDN DDJFRX.

Сергей Николаевич Аникин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (neytrinos@mail.ru, SPIN 9419-3590, ID: 1072687)

Показатель адекватности как сравнительный признак достаточности принятых решений при тушении пассажирских железнодорожных подвижных составов

Аннотация. В статье вводится и рассматривается упрощенный показатель адекватности решений руководителя тушения пожара при тушении пассажирского железнодорожного подвижного состава и проводится краткий графический сравнительный анализ показателя.

Ключевые слова: адекватность решений, совокупная адекватность, время тушения, достаточная адекватность.

Sergey N. Anikin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

The adequacy indicator as a comparative sign of the sufficiency of the decisions made during the extinguishing of passenger railway rolling stock

Abstract. The article introduces and discusses a simplified indicator of the adequacy of the decisions made by the fire chief during the extinguishing of passenger railway rolling stock, and provides a brief graphical comparative analysis of the indicator.

Keywords: adequacy of decisions, total adequacy, extinguishing time, sufficient adequacy.

Организация тушения железнодорожных составов на территории Российской Федерации является важной государственной задачей, обеспечивающей успешное развитие страны [1]. В рамках организации тушения пассажирских железнодорожных подвижных составов система принятия решений представляет собой последовательность решений, выражающаяся паттерном, характерным для данного вида пожаров [2]. При этом показатель адекватности A_k любого из этих решений определяет степень соответствия принимаемых решений в сложившейся в моменте ситуации, которая может быть представлена моделью применительно к оценке адекватности решения, исходя из свойств информации (формула 1) [3].

$$A_k = F(D, C, I, R, V, M, W, K), \quad (1)$$

где:

D и C – достоверность и полнота обрабатываемой информации;

I – ценность информации;

R – имеющийся ресурс сил и средств для выполнения решения;

V – реализуемость решения;

M – полнота учета факторов, определяющих содержание решения;

W – функционал, связывающий управляемые и неуправляемые характеристики

модели и среды составляющей исход показателя.

$K_{упр}$ – комплексный показатель качества управления.

В качестве определяющего фактора любого решения следует представлять его адекватность. Формулировку понятия следует выразить так: адекватность решения - это

свойство решения, которое характеризуется наибольшей степенью соответствия требованиям момента и оперативной обстановки, которое с наибольшей эффективностью ведет к достижению поставленной цели. Таким образом, показатель адекватности характеризуется некоторой эффективностью в моменте, а также своевременностью принятого решения.

В связи с изложенным, целесообразно упростить модель показателя адекватности A_k , указанной в формуле 1, выразив его как указано в формуле 2:

$$A_k = S \cdot E_p, \quad (2)$$

где:

S – своевременность принятого решения;

E_p – эффективность принятого решения.

В данном случае, понятие эффективности может быть представлено как мера, характеризующая степень приближения к конечной цели (реализация сценария тушения, лежащего в основе мотива принятия решения), а своевременность – как абсолютный временной показатель принятия конкретного решения.

Критерий адекватности (адекватность решения) в таком случае задается как:

$$A_k \geq A_k^{тр} \quad (A_k \rightarrow \max), \quad (2)$$

где:

$A_k^{тр}$ – адекватность решений, минимально требуемая в условиях пожаротушения.

При этом также справедливо то, что адекватность A_k отдельного решения не может быть выше некоторого максимального значения, которое может быть реализовано в текущий момент времени.

Исходя из принятого определения адекватности и качественной оценки показателя адекватности, следует, что для успешного тушения пожара пассажирского железнодорожного подвижного состава не обязательно данный показатель должен быть максимальным, но при это должен быть не менее минимально требуемого. Фактически, показатель «требуемости» адекватности при тушении пассажирских железнодорожных подвижных составов на текущий момент не может быть формализован в количественном эквиваленте ввиду уникальности каждого их пожаров, однако, в перспективе данная задача может быть решена за счет наполнения базы данных объективными показателями и последующего сравнительного анализа, однако, все же следует отметить, что логическая сравнительная оценка уровня «требуемости» показателя адекватности $A_{тр}$ может быть представлена графически (рисунок 1):

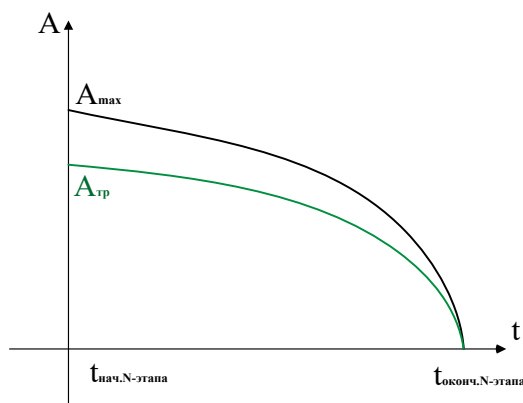


Рисунок 1 – Представление граничных условий показателя адекватности решений

Исходя из предположения, что в начальный момент времени при наступлении очередного этапа тушения пожара в первую очередь принимаются наиболее очевидные, релевантные и востребованные для сложившейся ситуации решения, как правило, с наибольшим положительным эффектом (в том числе за счет накопления большого исторического эмпирического опыта в пожарной охране), то графически зависимость уровня показателя адекватности от времени может быть представлена так, как указано на рисунке 2:

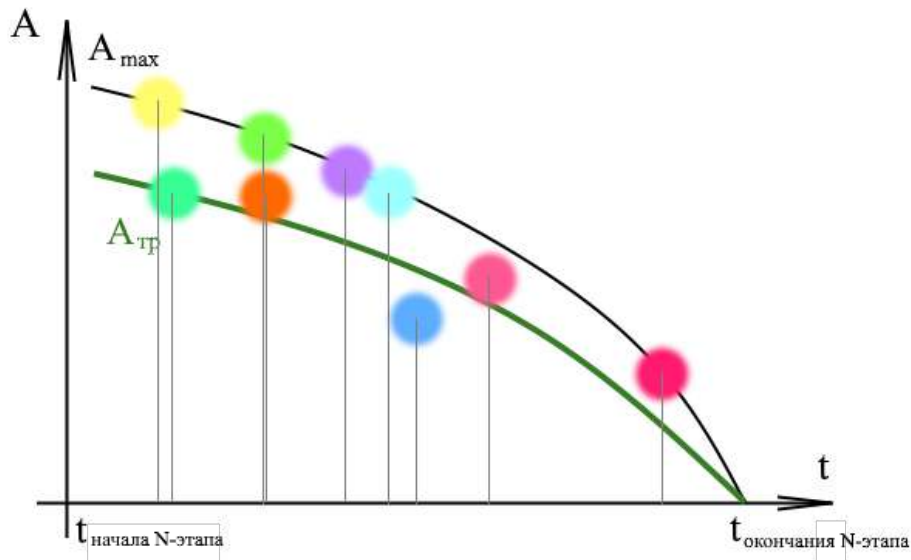


Рисунок 2 – Графическое представление адекватности принятых решений

На рисунке цветными пятнами формально указаны моменты принимаемого решения и его адекватность (показатель адекватности).

С течением времени с начала этапа тушения и до его окончания требуемая адекватность каждого последующего решения в абсолютных значениях падает за счет того, что наиболее адекватные решения принимаются в начальной части этапа тушения, а к концу этапа практически вся совокупность необходимых решений принята. При этом данный факт не значит, что каких-то других решений не может быть принято, однако, результативность таких решений уже будет стремиться к нулю.

При это также справедливо отметить, что в какой-то момент времени тушения совокупности принятых решений становится достаточно для реализации этапа тушения пожара.

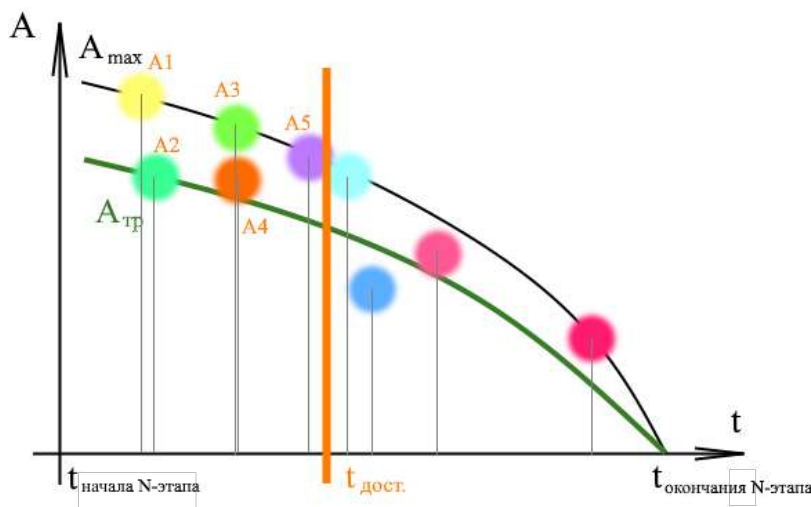


Рисунок 3 – Момент достижения достаточного уровня совокупной адекватности решений при тушении пожара

То есть, принимать дополнительные решения насущной необходимости уже нет, однако, такая возможность все равно присутствует вплоть до завершения этапа тушения.

Таким образом, также следует вывод, что показатели адекватности могут быть сравнены между собой, а значит, в их отношении могут быть применены методы статистической и математической обработки.

Адекватность A_k каждого из k -ого решений подчиняется следующей зависимости (формула 3), но при том может быть ниже минимально необходимой (например, в связи с некомпетентностью или неопытностью лица, принимающего решения):

$$A_{тр} \leq A_k \leq A_{max} \quad (3)$$

где:

A_k – показатель адекватности отдельного k -го решения.

При этом общая совокупность показателей адекватности каждого решения может быть суммирована. В таком случае, достаточный уровень адекватности $A_{дост.}$ совокупности решений можно выразить как указано в формуле 4 на примере рисунка 3):

$$A_{дост.} = \sum_{k=1}^5 A_k \quad (4)$$

Подводя итог, следует отметить, что Показатель адекватности решения в системе принятия решений при тушении пассажирских железнодорожных подвижных составов является вполне определяемой и ключевой мерой, характеризующую результативность как отдельного решения, так и совокупности решений, и может быть использован для оценки достаточности принимаемых решений в рамках реализации различных моделей, в том числе при применении нейронных сетей [4].

Список источников

1. Рудченко, Г. И. Устройство и пожарная опасность тягового подвижного состава железнодорожного транспорта. Особенности возникновения, развития и тушения пожаров: В 2 ч. Ч. 1. ЛОКОМОТИВЫ И ЭЛЕКТРОПОЕЗДА / Г. И. Рудченко. – Волгоград : Волгоградский государственный технический университет, 2020. – 98 с. – ISBN 978-5-9948-3872-3. – EDN FQSFWA.
2. Аникин, С. Н. Графическая модель интерпретации управления на этапах тушения пассажирского железнодорожного подвижного состава в том числе при использовании нейронных сетей / С. Н. Аникин // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2025. – № 3(38). – С. 43-55. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2025.86.50.004. – EDN OMNGHP.
3. Гербель М. И. СВОЙСТВА ИНФОРМАЦИИ // НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ: МИРОВОЙ ОПЫТ И НАЦИОНАЛЬНЫЕ ПРИОРИТЕТЫ. – 2020. – С. 15-17.
4. Аникин, С. Н. К вопросу принятия решений при организации тушения пожаров пассажирских железнодорожных составов с применением нейронных сетей / С. Н. Аникин, М. М. Данилов, А. Н. Денисов // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: Материалы IX Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны. В 5-ти частях, Москва, 28 февраля 2025 года. – Москва: Академия государственной противопожарной службы, 2025. – С. 37-40.

Николай Максимович Апарин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (n.aparin@academygps.ru, SPIN 6096-7807, ID: 1314419)

Максим Андреевич Шурыгин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (m.shurygin@academygps.ru, SPIN 2413-1802, ID: 745388)

Дмитрий Николаевич Приступюк

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (m.shurygin@academygps.ru, SPIN 3470-3813, ID: 768180)

Нормативные правовые пробелы в регулировании применения беспилотных летательных аппаратов для пожаротушения: предложения по совершенствованию законодательств

Аннотация. В статье анализируются нормативные правовые пробелы в регулировании применения беспилотных летательных аппаратов в целях пожаротушения. Рассмотрены основные правовые пробелы, затрудняющие эффективное использование беспилотных летательных аппаратов подразделениями МЧС России. Обозначены ключевые аспекты, требующие регламентации: эксплуатация беспилотных систем, статус операторов, взаимодействие с органами воздушного контроля, обработка получаемых данных. Затронут вопрос необходимости актуализации действующего законодательства для совершенствования правового поля при тушении пожаров беспилотными летательными аппаратами.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, пожаротушение, нормативно-правовое регулирование, законодательство, безопасность полётов, сертификация БЛА.

Nikolay M. Aparin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Maxim A. Shurygin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Dmitry N. Pristupyuk

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Regulatory gaps in the regulation of the use of unmanned aerial vehicles for firefighting: proposals for improving legislation

Abstract. The article analyzes the regulatory and legal gaps in the regulation of the use of unmanned aerial vehicles for firefighting purposes. The main legal gaps that make it difficult for the Russian Ministry of Emergency Situations to effectively use UAVs are considered. The key aspects requiring regulation are outlined: the operation of unmanned systems, the status of operators, interaction with air control authorities, and processing of received data. The issue of the need to update current legislation to improve the legal framework in the field of UAV use in firefighting was raised.

Keywords: unmanned aerial vehicles firefighting, regulatory and legal regulation, legislation, flight safety, UAV certification

За 12 месяцев 2025 г. произошло 317 311 пожаров (за аналогичный период прошлого года (АППГ) – 347 442, -8,7%), на которых погибло 6 521 человек (АППГ – 7 575, -13,9%), в том числе 295 несовершеннолетних (АППГ – 380, -22,4%), получили травмы 7 966 человек

(АППГ – 8 345, -4,5%). Зарегистрированный материальный ущерб составляет 22,8 млрд. рублей (АППГ – 19,8, 15,2%) (таблица 0). В целом по показателям количества пожаров, а также по количеству погибших и травмированных людей в результате воздействия опасных факторов пожара (далее – ОФП) наблюдается тенденция к снижению. Вместе с этим за последние 5 лет присутствует тренд по увеличению материального ущерба от пожаров (рисунок 1).

Таблица – Основные показатели обстановки с пожарами в Российской Федерации за 2020 и 2025 годы

Показатель	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
Количество пожаров, ед.	439 394	390 411	352 509	360 688	347 429	317 311
Количество погибших людей, чел.	8 310	8 471	7 746	7 755	7 586	6 521
Количество травмированных людей, чел.	8 419	8 397	8 140	8 494	8 346	7 966
Прямой ущерб, млн руб.	20 871,4	16 086,25	18 354,7	18 873,1	19 690,4	22 800,0

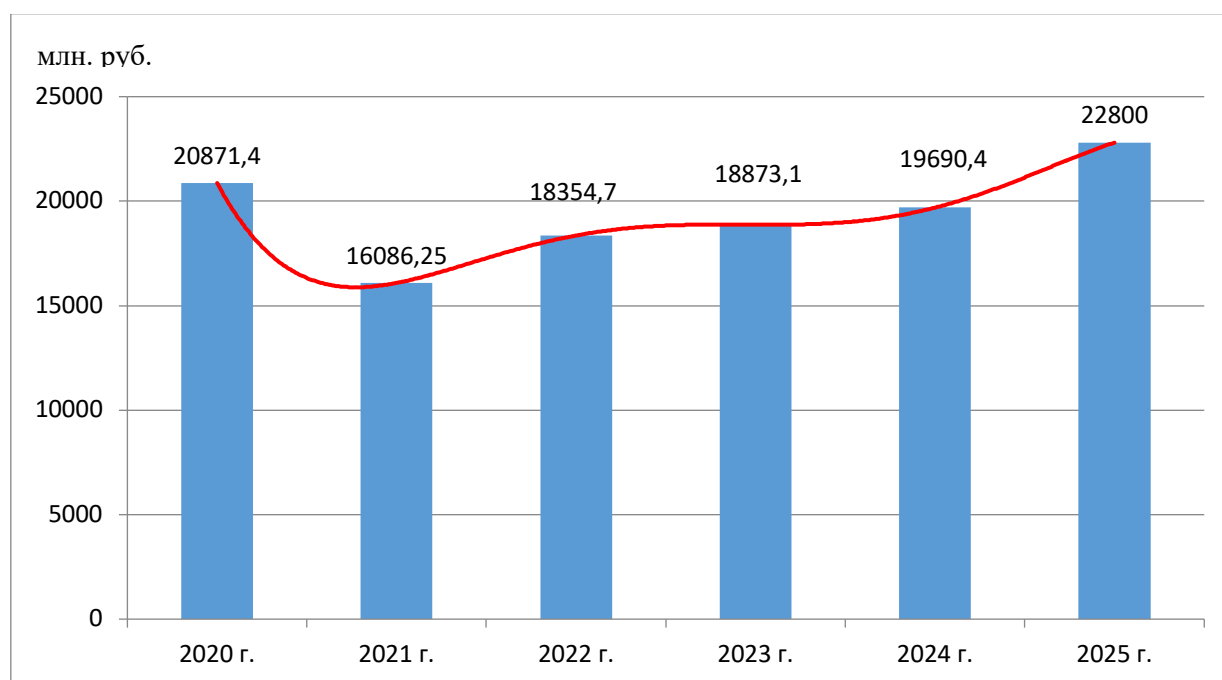


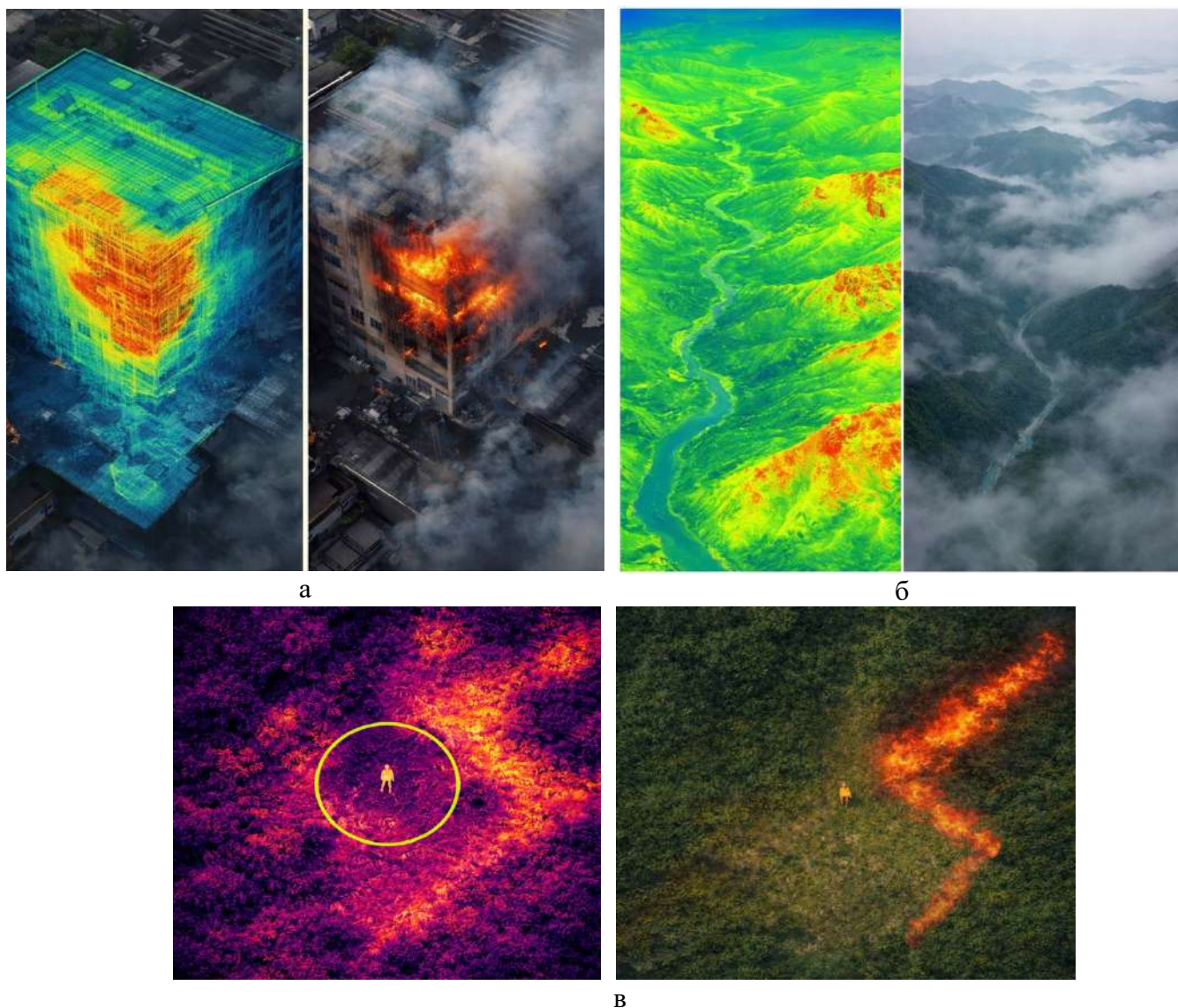
Рисунок 1 – Показатели прямого ущерба от пожаров, млн. руб.

Повышение эффективности деятельности пожарной охраны является одним из ключевых аспектов минимизации ущерба от пожаров, и одной из важнейших составляющих этого является увеличение качества информационного обеспечения с использованием современных технологий.

Современные технологии позволяют значительно повысить эффективность и координацию действий подразделений пожарной охраны. Одним из вариантов использования таких технологий это применение беспилотных летательных аппаратов (БЛА).

БЛА могут использоваться в разведке очагов возгорания, мониторинге распространения огня, оценке масштабов возгорания, поиске пострадавших и др. (рисунок 2).

Кроме этого, в настоящее время рассматривается реальная возможность использования БЛА при тушении пожаров в труднодоступных местах и в высотных зданиях¹.



*а – телевизионное наблюдение за пожаром; б – поисково-спасательные операции;
в - мониторинг очага лесного пожара*

Рисунок 2 – Некоторые варианты применения БЛА:

В связи с этим встает острый вопрос о правом регулировании применения БЛА в целях выполнения, поставленных задач перед подразделениями пожарной охраны.

Применение БЛА в РФ в настоящее время регламентируется следующим комплексом нормативных актов:

1. «Воздушный кодекс Российской Федерации» от 19.03.1997 № 60-ФЗ.
2. Постановлениями Правительства РФ от 11.03.2010 № 138 «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации».
3. Приказ МЧС России от 10 мая 2023 года №447 «Об утверждении норм обеспечения беспилотными авиационными системами территориальных органов МЧС России и спасательных воинских формирований МЧС России».

¹ Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/7991940>

4. Приказ МЧС России от 12 ноября 2014 года №14-I «Об использовании в подразделениях МЧС России робототехнических комплексов, беспилотных летательных аппаратов и дальнейшем развитии робототехники и технологии ее применения».

5. Решение коллегии от 25.03.2015 № 6-V «О Временных единых технических требованиях к робототехническим комплексам, беспилотным летательным аппаратам и прикладному программному обеспечению к ним».

6. ГОСТ Р 70802-2023 «беспилотные авиационные системы для обеспечения пожаротушения, аварийно-спасательных и других работ, выполняемых в целях предупреждения чрезвычайных ситуаций и ликвидации их последствий».

7. Федеральный закон от 30.12.2015 № 462-ФЗ «О внесении изменений в Воздушный кодекс Российской Федерации в части использования беспилотных воздушных судов».

При этом специальное регулирование применения БЛА именно для целей пожаротушения отсутствует. Действующие нормы носят общий характер и не учитывают следующую специфику:

- решение оперативных задач при тушении пожаров;
- условий эксплуатации в зонах ЧС;
- требований к сбору и обработке данных дистанционного мониторинга.

Анализ практики применения БЛА в пожарно-спасательных операциях позволяет выделить такие проблемы как отсутствие единых стандартов эксплуатации, а также отсутствие утверждённых регламентов по следующим направлениям:

- выбор типов БЛА для разных сценариев;
- порядок развёртывания БЛА в зонах их применения;
- требования к полётным заданиям.

В настоящее время не определен правовой статус операторов, отсутствуют:

- квалификационные требования к персоналу;
- полномочия при взаимодействии с другими службами;
- не определены грани ответственности за принятие решений в условиях ограниченного времени.

Процедуры согласования полётов имеют большое количество сложностей. Действующие правила использования воздушного пространства не адаптированы под экстренные случаи:

- затянутые сроки получения разрешений;
- отсутствие механизмов оперативного взаимодействия с органами ПВО и гражданской авиации.

Не выстроена система обработки данных. Отсутствуют конкретные нормы:

- хранение и передача информации с БЛА;
- защита персональных данных при аэрофотосъёмке;
- юридическая сила материалов дистанционного мониторинга.

Для устранения выявленных пробелов целесообразно разработать регламент применения БЛА подразделениями пожарной охраны, включающий:

- классификацию БЛА по задачам (разведка, мониторинг, доставка средств тушения);
- стандарты подготовки операторов;
- типовые полётные задания для различных видов работ.

Внести изменения в законодательство, дополнив его положениями:

- правовой статус БЛА, как средства, применяемого подразделениями пожарной охраны;
 - полномочия операторов БЛА при проведении различных видов работ;
 - порядок взаимодействия с органами воздушного контроля в экстренных ситуациях.
- Необходимо актуализировать Воздушный кодекс РФ, предусмотрев:
- упрощённый порядок согласования полётов БЛА в зонах работ;

- механизмы оперативного взаимодействия с Единой системой организации воздушного движения;
- исключения ограничений для беспилотных систем, задействованных подразделениями пожарной охраны для выполнения поставленных задач.

Принять подзаконные акты по обработке данных, регламентирующие:

- требования к защите информации, получаемой с БЛА;
- порядок хранения и передачи материалов аэромониторинга;
- критерии допустимости использования данных в качестве доказательств при расследовании причин пожаров.

Совершенствование нормативной правовой базы в сфере применения БЛА для пожаротушения позволит: повысить оперативность принятия управленческих решений, снизить риски для личного состава подразделений пожарной охраны, оптимизировать использование сил и средств подразделений пожарной охраны.

Реализация предложенных мер требует межведомственного взаимодействия Минтранса России, МЧС России, Минцифры России и других профильных ведомств. Систематическая актуализация нормативной базы с учётом технологического развития обеспечит эффективное внедрение беспилотных систем в практику пожарно-спасательных операций.

Список источников

1. Гавкалюк Б. В., Давиденко А. С. Методика выполнения пожарно-тактической экспертизы пожаров с использованием беспилотных авиационных систем // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2023. № 2 (29). С. 186–192. DOI: 10.34987/vestnik.sibpsa.2023.67.46.013.
2. Гусев И. А., Ольховский И. А., Акуратов Р. А., Хайкин М. С. Беспилотные летательные аппараты для проведения аварийно-спасательных работ и пожаротушения // Материалы международной научно-технической конференции «Системы безопасности». 2019. № 28. С. 237–243.
3. Макухин А. А. Законодательное регулирование правового статуса беспилотных летательных аппаратов // Научный вестник Крыма. 2017. № 1.
4. Мотасова Д. Д. Гражданско-правовое регулирование использования беспилотных летательных аппаратов в российском и зарубежном законодательстве: автореф. дис. ... канд. юрид. наук. М., 2020. С. 12.
5. Быков А. И. К некоторым вопросам правового регулирования полётов беспилотных летательных аппаратов на территории Российской Федерации // Вестник Воронежского государственного университета. Серия «Право».

Сергей Владимирович Антонов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (S.Antonov@academygps.ru, SPIN 6439-1620, ID: 763527)

Проблемные вопросы в системах обнаружения людей при пожарах в зданиях объектов энергетики

Аннотация. В условиях сложной инфраструктуры и высокой опасности объектов энергетики контроль местоположения технического персонала становится ключевым аспектом обеспечения организации координированного управления эвакуации и спасения. Несмотря на активное развитие технологий, включая компьютерное зрение, радиолокацию, акустический анализ и сенсорные сети, существуют значительные технические и алгоритмические барьеры, снижающие эффективность и надежность таких систем. В данной статье систематизированы основные проблемы обнаружения людей в условиях внутренних помещений, проанализированы ограничения существующих методов и предложены направления дальнейших исследований, а также рассматриваются преимущества, проблемные вопросы и практические примеры внедрения Wi-Fi-систем для обнаружения работников на объектах энергетики.

Ключевые слова: система оповещения, беспроводные системы, пожары и ЧС, обнаружение и спасение людей, оптимизация маршрутов спасения, роутеры WiFi, радиоканал, объекты энергетики.

Sergey V. Antonov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Moscow, Russia

Problematic issues in human detection systems in case of fires in buildings of energy facilities

Abstract. In conditions of complex infrastructure and high danger of energy facilities, monitoring the location of technical personnel is becoming a key aspect of ensuring the organization of coordinated evacuation and rescue management. Despite the rapid development of technologies, including computer vision, radar, acoustic analysis, and sensor networks, there are significant technical and algorithmic barriers that reduce the effectiveness and reliability of such systems. This article systematizes the main problems of detecting people in indoor environments, analyzes the limitations of existing methods and suggests areas for further research, as well as discusses the advantages, problematic issues and practical examples of the introduction of Wi-Fi systems for detecting workers at energy facilities.

Keywords: warning system, wireless systems, fires and emergencies, detection and rescue of people, optimization of rescue routes, WiFi routers, radio channel, energy facilities.

Одной из проблем координированного управления спасением людей является их обнаружение за преградой (за стеной, завалом и т.п.) в помещениях здания (без возможности визуального их обнаружения) и определение их физиологического состояния (стоит человек, лежит, затруднено дыхание и сердцебиение и т.д.), т.е. человек может находиться без сознания и привлечь к себе внимание он не в состоянии. В отличие от открытых пространств, внутренние помещения зданий создают сложную, динамически изменяющуюся среду, где традиционные методы навигации (например, GPS) неприменимы.

Проводить спасение человека пожарным подразделениям будет более эффективно в случае, когда они будут заранее знать где находится пострадавший, а не проводить его поиски посредством обследования всех помещений объекта энергетики.

Работы, посвященные поиску человека за преградой (без визуального его обнаружения, находящегося в закрытом помещении), и организация эвакуации и спасения человека, отражены в следующих работах:

Шихалев Д.В. Оценка возможности определения безопасности людей в режиме реального времени [1].

Система видеонаблюдения не способна обнаружить людей в темноте или за преградой (стены, мебель и т.д.).

Журавлев Д.Е. Система контроля персонала объекта энергетики по принципу радиочастотной идентификации [2].

Метки RFID позволяют определить наличие людей в помещении (проходил человек или нет), но отслеживать их перемещения внутри помещения система меток не позволяет и, тем более, нет возможности передавать индивидуальные команды человеку на изменяющийся путь эвакуации.

Антонов С.В. Обнаружение и спасение людей в зданиях объектов энергетики [3-5].

Все сотрудники оснащены персональным устройством с WiFi модулем. Рефракция и интерференция радиоволн увеличивают количество ошибок и ложных сигналов, что затруднит определение местоположения человека.

Зарубежные исследования, направленные на поиск и обнаружение человека за преградой [6-12], условно можно разделить на категории:

Оптические методы (компьютерное зрение)

Наиболее распространенный подход — использование камер и алгоритмов глубокого обучения (YOLO, SSD, Mask R-CNN) для определения движения людей.

Преимущества:

- Высокая точность при хорошем освещении и прямой видимости;
- Возможность распознавания позы, жестов, идентификации.

Недостатки:

- Неэффективность в темноте или при контровом свете;
- Невозможность обнаружения за препятствиями (стены, мебель);
- Высокие вычислительные затраты;

Инфракрасные и тепловизионные системы

Преимущества:

- Работают в полной темноте;
- Не зависят от видимого света;

Недостатки:

- Низкое разрешение;
- Сложность различения людей при близком расположении;
- Влияние температуры окружающей среды и одежды;
- Высокая стоимость тепловизионных камер.

Недостатки пассивных инфракрасных датчиков (PIR)

- Обнаруживают только движение, не фиксируют неподвижных людей;
- Ложные срабатывания от тепловых потоков или животных;
- Нет информации о количестве и локализации.

Акустические и сейсмические методы

Преимущества:

- Пассивность и незаметность;
- Возможность интеграции с существующей инфраструктурой.

Недостатки:

- Высокий уровень фонового шума;

- Сложность различения источников звука;
- Низкая точность локализации.

Радиочастотные и радиолокационные методы

Включают Wi-Fi-радар, ультраширокополосные (UWB) и миллиметровые волны (mmWave).

Преимущества:

- Работают сквозь стены и препятствия;
- Не требуют прямой видимости;

Недостатки:

- Многолучевое распространение сигнала в помещении;
- Сложность интерпретации данных при множестве отражений;
- Высокая стоимость оборудования (mmWave);
- Ограниченная точность при скоплении людей.

Из приведенной ранее статьи [13] были сделаны выводы, что технологии сотовой связи 2G (технологии TDMA, CDMA и GSM на частотах 1,8 ГГц), 3G (технологии HSDPA, DC-HSPA+ и UMTS на частотах 2,1 ГГц), как и технология 4G (технологии LTE-Advanced, HSPA+, WiMAX и UMB на частотах 1,8 и 2,6 ГГц), обеспечивают точность определения местоположения до 6 метров. Данная точность не поможет выявить состояние человека (стоит он или лежит), а также в каком конкретно помещении или этаже он находится, но выделяются две технологии беспроводной передачи данных, а именно, Bluetooth и Wi-Fi. У технологии Bluetooth Low Energy (BLE) точность определения местоположения повышается до 10 см. Технология Wi-Fi обладает точностью определения местоположения устройства до 50 см.

Для примера организации контроля местоположения человека был проведен эксперимент, в котором техническим персоналом объектов энергетики используются мобильные персональные устройства с функцией обратной связи на основе беспроводной сети Wi-Fi [3].

Результатом проведения эксперимента при возникновении пожара в зданиях объекта энергетики, при оснащении технического персонала мобильными персональными устройствами, является достаточно точное определение местоположения людей. Зная точное местоположение человека и его состояние (стоит он или лежит) можно передать на мобильное устройство направление оптимального пути следования в безопасную зону для его спасения от опасных факторов пожара.

Выводы

Обнаружение людей за преградами и в помещениях зданий объектов энергетики — это междисциплинарная задача, находящаяся на стыке компьютерного зрения, сенсорных технологий и обработки сигналов.

На основании проведенного анализа использования систем оповещения и управления эвакуацией предложены рекомендации по координированному управлению эвакуацией и спасением людей при пожарах в зданиях объектов энергетики с использованием технологии Wi-Fi.

Создание системы поиска людей при пожарах в зданиях объектов энергетики позволит не только определять точное местоположение людей, оснащенных мобильными персональными устройствами, но и обеспечивать их спасение посредством оптимизации маршрута следования в безопасную зону.

Список источников

1. Григорян Р. А. Оценка возможности определения безопасности людей в режиме реального времени / А. А. Ефимов, Д. В. Шихалев // Технологии техносферной безопасности – 2020. – Вып. 4 (90). – С. 62-73. DOI: 10.25257/TTS.2020.4.90.62-73
2. Журавлев Д.Е. Система контроля персонала объекта энергетики по принципу радиочастотной идентификации / Д.Е. Журавлев, М.И. Горбунова, В.И. Зыков // Пожары и ЧС: предотвращение, ликвидация. 3-2021. С. 5-12.

3. Антонов С. В. Оптимизация путей спасения людей в зданиях объектов энергетики [Текст] / В. С. Бутко, В. И. Зыков // Пожары и чрезвычайные ситуации: предупреждение, ликвидация. 2024. № 4. С. 46–54. DOI:10.25257/FE.2024.4.46-54.
4. Антонов С.В. Система персонального поиска людей при пожарах и чрезвычайных ситуациях / В. С. Бутко, В. И. Зыков // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. № 4. – 2023. – С. 20-26.
5. Антонов С.В. Активная система оповещения и управления эвакуацией на основе сетей WIFI / В. И. Зыков // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции, 23 ноября 2023г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 7-11.
6. Jiaqi Geng, Dong Huang, Fernando De la Torre DensePose From WiFi // Computer Vision and Pattern Recognition (cs.CV), 2022, DOI: 10.48550/arXiv.2301.00250.
7. Yuto Shibata, Yutaka Kawashima, Mariko Isogawa, Go Irie, Akisato Kimura, Yoshimitsu Aoki Listening Human Behavior: 3 D Human Pose Estimation with Acoustic Signals// 2023 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Vancouver, BC, Canada, 2023. S. 13323-13332.
8. Ryosuke Hori, Ryo Hachiuma, Mariko Isogawa, Dan Mikami, and Hideo Saito, "Silhouette-based 3D Human Pose Estimation Using a Single Wrist-mounted 360° Camera", *IEEE Access*, vol. 10, pp. 54957-54968, 2022.
9. Jayaweera, Sakila S. et al. mmID: High-Resolution mmWave Imaging for Human Identification // IEEE 9th World Forum on Internet of Things (WF-IoT) (2023): 1-6. [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/abs/2402.00996> (дата обращения: 15.02.2026).
10. Li, Zherui and Raye Chen Hua Yeow PoseAction: Action Recognition for Patients in the Ward using Deep Learning Approaches // Computer Vision and Pattern Recognition. 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/abs/2310.03288> (дата обращения: 15.02.2026).
11. Strohmayer, Julian et al. Through-Wall Imaging based on WiFi Channel State Information // Julian Strohmayer. 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/abs/2401.17417> (дата обращения: 15.02.2026).
12. Tanigawa, Risako and Yasunori Ishii Hear-your-action: Human Action Recognition by Ultrasound Active Sensing // Computer Vision and Pattern Recognition. 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/abs/2309.08087> (дата обращения: 15.02.2026).
13. Антонов С.В. Обнаружение людей при пожарах в зданиях объектов энергетики [Текст] / С.В. Антонов // Материалы XIII Международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов «Проблемы техносферной безопасности – 2024». – М.: Академия ГПС МЧС России, 2024. – С.74-83.

Денис Анатольевич Вечтомов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (d.vechtomov@academygps.ru, SPIN 4999-6183, ID: 766502)

Игорь Александрович Уваров

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (I.Uvarov@academygps.ru, SPIN 8547-2591, ID: 761017)

Сергей Николаевич Довыденко

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (s.dovydenko@academygps.ru, SPIN 2655-2349, ID: 286668)

О методике анализа достаточности действий по тушению пожара

Аннотация. В статье проведен анализ существующей практики проведения пожарно-тактических экспертиз при рассмотрении дел о пожарах, проведен ретроспективный анализ организации производства судебных пожарно-тактических экспертиз. Рассмотрены основы производства судебных экспертиз по уголовным делам в отношении действий, направленных на спасение людей и имущества от опасных факторов пожара, ликвидацию пожара. Акцентируется проблема отсутствия единых подходов и требований при проведении экспертиз по пожарам. Сформулированы предложения по разработке единой методики проведения анализа достаточности действий, выполненных персоналом объекта защиты и подразделениями пожарной охраны.

Ключевые слова: пожар, судебная пожарно-тактическая экспертиза, судебная пожарно-техническая экспертиза, тушение пожара, действия личного состава подразделений пожарной охраны.

Denis A. Vechtomov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Igor A. Uvarov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Sergey N. Dovydenko

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

On the methodology for analyzing the sufficiency of fire extinguishing actions

Abstracts. The article analyzes the existing practice of conducting fire-tactical examinations in the consideration of cases of fires, conducted a retrospective analysis of the organization of judicial fire-tactical examinations. The basics of conducting forensic examinations in criminal cases in relation to actions aimed at saving people and property from fire hazards and fire elimination are considered. The problem of the lack of uniform approaches and requirements for conducting fire examinations is emphasized. Proposals have been formulated to develop a unified methodology for analyzing the sufficiency of actions performed by the personnel of the protection facility and fire protection units.

Keywords: fire, judicial fire and tactical expertise, judicial fire and technical expertise, fire extinguishing, actions of personnel of fire protection units.

Количество и сложность судебных экспертиз, назначаемых по делам о пожарах, связанных с исследованием действий должностных лиц при тушении пожара проводимых государственными судебно-экспертными учреждениями федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» МЧС России (СЭУ ФПС «ИПЛ» МЧС

России), постоянно увеличивается, при этом, численность сотрудников, осуществляющих эту деятельность остается на прежнем уровне. В результате возросшей нагрузки на должностных лиц при рассмотрении дел о пожарах, увеличения сроков и количества проведения экспертиз по одному и тому же пожару, сформировалась потребность в создании научно обоснованной методологии и нормативно-технического обеспечения производства судебных пожарно-тактических экспертиз.

В настоящее время проведение судебных пожарно-тактических экспертиз производится в рамках пожарно-технической экспертизы. По всем крупным пожарам в г. Москве кроме судебной пожарно-технической экспертизы (СПТЭ) назначались пожарно-тактические экспертизы. Поводом для назначения экспертизы были последствия пожаров, а также заявления и сообщения граждан по поводу неправильных действий пожарных подразделений [1]. После ликвидации последствий пожара, участникам тушения пожара вменяется несвоевременность и неправильность действий, способствующих развитию пожара до крупных размеров, наступление тяжких последствий и больших материальных потерь. Также не редки стали случаи обращения в суд в порядке гражданского судопроизводства пострадавших от пожара граждан, с иском в адрес Государственной противопожарной службы, о возмещении материального ущерба ввиду неправильных действий, по их мнению, которые нанесли неоправданные убытки.

Вопрос необходимости введения новой экспертной специальности – «Судебная пожарно-тактическая экспертиза» неоднократно поднимался экспертным сообществом. С 2019 г. в системе государственных судебно-экспертных учреждений федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» МЧС России (СЭУ ФПС «ИПЛ» МЧС России) планируется ввести новую экспертную специальность – «Судебная пожарно-тактическая экспертиза») [2].

Попытки организовать производство судебных пожарно-тактических экспертиз в экспертных учреждениях МВД и МЮ России не увенчались успехом. В основном по причине отсутствия профессиональных кадров с высшим пожарно-техническим образованием и опытом работы. Нежелание её организации в судебно-экспертных учреждениях МЧС России диктовалось в основном этическими соображениями и сложностями с обеспечением независимости эксперта. Хотя и имеется многолетний опыт успешного функционирования судебно-медицинской экспертизы в рамках системы здравоохранения [2].

Система СЭУ ФПС осуществляет свою деятельность по восьми специализациям СПТЭ:

1. Реконструкция процесса возникновения и развития пожара;
2. Металлографические и морфологические исследования металлических объектов СПТЭ;
3. Рентгенофазовый анализ при исследовании объектов СПТЭ;
4. Молекулярная спектроскопия при исследовании объектов СПТЭ;
5. Термический анализ при исследовании объектов СПТЭ;
6. Обнаружение и классификация инициаторов горения при исследовании объектов СПТЭ;
7. Полевые инструментальные методы при исследовании объектов СПТЭ;
8. Анализ нарушений нормативных требований в области пожарной безопасности, прогнозирование и экспертное исследование их последствий.

Суды и следственные органы стали чаще ставить перед экспертами вопросы о ненадлежащем исполнении должностным лицом своих обязанностей при организации тушения пожаров и действий, направленных на спасение людей и имущества. За последние годы увеличилось количество уголовных и гражданских дел о халатности в отношении пожарных из-за гибели людей, нанесения огромного материального ущерба [3].

В отсутствии методологической основы оценки деятельности подразделений пожарной охраны, в настоящее время, при проведении судебной пожарно-тактической экспертизы, основные вопросы, подлежащие экспертной оценке сводятся к установлению правильности проведения разведки, оценки обстановки, принятия решений руководителями тушения

пожара (РТП). Эксперт устанавливает правильность и своевременность выполнения подразделениями распоряжений должностных лиц на пожаре, своевременность и достаточность вызова дополнительных сил и средств, задержки в прибытии подразделений к месту пожара и их причины, вносимые руководителем тушения пожара коррективы в ранее принятые решения, и т.д.

Экспертная деятельность сводится к оценке работы диспетчера пожарной части, оценке действий личного состава пожарных подразделений, действий руководителя тушения пожара и штаба пожаротушения и определения надлежащего исполнения ими своих обязанностей.

При таком подходе не в полной мере учитываются психофизиологические возможности и информационная обеспеченность сотрудников государственной противопожарной службы. Выполнение боевых действий на пожаре осуществляется в нестандартной, непредсказуемой и постоянно изменяющейся обстановке, в условиях неопределённости, при недостатке объективной оперативной информации о пожаре, вследствие чего, пожарные испытывают огромные физические и психологические нагрузки. При этом руководитель тушения пожара (далее РТП) должен учесть и спрогнозировать развитие пожара с учетом: условий погоды, наличия газопровода низкого давления в зоне пожара, угрозу от возможного взрыва газовых баллонов и топливных баков автомобилей, удалённость водоисточников, отсутствие достаточного количества сил и средств, угрозу тепловой радиации пожара соседним объектам и личному составу.

Без наличия оперативной, достоверной и объективной вышеуказанной информации, РТП практически невозможно со 100 % результатом принять исключительно правильное решение. При этом, в судебной практике РТП достаточно часто вменяется «умышленное принятие неверного решения». В практике пожаротушения в условиях боевой обстановки РТП любого ранга выбирает из множества возможных управленческих решений наиболее целесообразное в той ситуации оперативной обстановки, которая сложилась на определённый момент времени. Сотрудники службы пожаротушения сами определяют безопасные и оптимальные условия своей работы в сложной оперативной обстановке на пожаре, на основе индивидуального субъективного теоретического и практического опыта в каждый момент времени.

Каждый происходящий пожар представляет собой столь разнообразные условия для выполнения боевых задач по тушению и проведению АСР, которые трудно, а в некоторых случаях и не представляется возможно предвидеть дальнейшие события, поэтому нет возможности предварительного установления строгих правил тушения каждого отдельного пожара. Нет и не может быть универсальной инструкции по тушению пожара. Нет норм тушения, нет норм решения боевых задач, норм спасения [3]. Предусмотреть инструктивно-методическую или жёстко регламентированную нормативную базу регламентирующую действия сотрудников службы пожаротушения на пожаре невозможно, а в действующих нормативно-правовых документах даются только общие положения и правила действий, без установления нормы или конечного измеряемого результата регламентированных боевых действий по тушению пожара и защите имущества.

Для пожарных разработаны программы подготовки (единые для всей пожарной охраны страны), программы инструктажей, тренировки и практические занятия, речь идёт о методических способах и приёмах выполнения задач на пожаре, об охране труда и технике безопасности пожарных, газодымозащитников при работе в непригодной для дыхания среде, в условиях угрозы поражения факторами взрывов, электрическим током и при условиях особой опасности для пожарных.

Руководящий состав пожарно-спасательных подразделений многие особенности тушения пожаров изучают самостоятельно (как вид профессиональной подготовки, изложенный в Программе профессиональной подготовки), получая задания на самостоятельную подготовку на учебный год. И все это – единое для всех пожарных страны, государственных (в т.ч. федеральных), ведомственных, добровольных, частных или муниципальных пожарных: единая нормативно-правовая база, система подготовки и

практических отработок, единая система организации службы в виде местных и территориальных гарнизонов, и караульной службы!

Каждый пожар не похож на все другие, в любой момент может произойти событие на объекте, представляющее внезапную опасность для личного состава и создающем препятствия для успешного тушения пожара, не попадающей в область действий регламентированных руководящими документами, и требующей от РТП и его подчиненных одновременно - правильной, слаженной деятельности.

Тщательная подготовка мобильных сил пожаротушения никоим образом не гарантирует успешное и мгновенное выполнение задач, если на месте пожара не выполнен хотя бы минимум профилактических мер по ограничению распространения пожара и по созданию условий успешного тушения пожара, в том числе мер по обеспечению безопасности участников тушения. Меры профилактики пожаров и его успешного тушения возложены на собственников имущества.

Прибывшие пожарные подразделения, обладают определёнными тактическими возможностями при выполнении задач по тушению спасению. На эти возможности влияют сложившиеся обстоятельства: некомплект номеров пожарных расчётов, оперативная обстановка в гарнизоне, уровень подготовки, уровень технической оснащённости, опыт участников тушения, погодные условия, психологический фактор, отношение общества к службе пожарных, количество и масштаб нарушений норм и правил пожарной безопасности на объекте пожара и т.д. и т.п.

Подводя итоги, можно отметить, что работа пожарного при непосредственном выполнении задач на пожаре осуществляется в нестандартной и непредсказуемой обстановке, а сам пожарный подвержен угрозе и воздействию всех опасных факторов пожара. Предусмотреть инструктивно-методическую или жёстко регламентированную нормативную базу поведения на пожаре невозможно, а в действующих нормативно-правовых и организационно-распорядительных документах приведены общие основания и правила действий без установления нормы или конечного результата регламентированных боевых действий.

В связи с вышеуказанным, необходимо провести дополнительную работу, для разработки методики анализа достаточности действий по тушению пожара, которая всесторонне и объективно позволяла бы давать оценку действиям не только подразделениям пожарной охраны, но и персоналу объекта защиты.

Список источников

1. О необходимости развития теоретических основ пожарно-тактической экспертизы. Жигалов Н.Ю. В сборнике: Правовые проблемы укрепления российской государственности. под редакцией С.А. Елисеева, Л.М. Прокументова, В.А. Уткина, О.И. Андреевой, М.К. Свиридова, Н.С. Дергача. Томск, 2013. С. 132-133.;
2. Судебная пожарно-тактическая экспертиза: предмет, объекты исследования и пределы компетенции эксперта. Шарапов С.В., Чешко И.Д., Бондарь А.А. Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. 2018. № 3. С. 5-8.;
3. Правовая защита пожарных выполняющих государственную функцию пожаротушения. Подгрушный А.В. В сборнике: Федеральный государственный пожарный надзор. Сборник трудов первой международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию МЧС России. Москва, 2025. С. 214-226.
4. Квалификационные требования к сотрудникам федеральной противопожарной службы МЧС России по специальности «Судебная пожарно-техническая экспертиза». И.Д. Чешко, А.О. Антонов, А.Н. Соколова, А.Ю. Мокряк, С.А. Кондратье, М.Ю. Принцева, Е.Д. Андреева, З.И. Тверьянович, С.П. Воронов, А.В. Попов. М.: ВНИИПО, 2012. 72 с.

УДК 614.894:612.2

ББК 51.1 (2) 2

Максим Олегович Баканов

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва, Россия (mask-13@mail.ru, SPIN 3185-5193, ID: 802943)

Борис Борисович Гринченко

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Иваново, Россия (grinchenko.borya@mail.ru, SPIN 6329-2575, ID: 864204)

Дмитрий Юрьевич Захаров

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Иваново, Россия (mr.dmitriyzakharov@mail.ru, SPIN 7772-8477, ID: 906509)

Александр Юрьевич Кляузов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (A.Klyauzov@academygps.ru, SPIN 2035-5126, ID: 767064)

Алик Виссарионович Хачиров

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (A.Hachirov@academygps.ru, SPIN 2283-8581, ID: 769364)

Влияние тепловой нагрузки на функциональное состояние газодымозащитников при тушении пожаров

Аннотация. В статье рассматривается проблема теплового стресса у газодымозащитников, работающих в непригодной для дыхания среде. Анализируются физиологические механизмы нарушения терморегуляции под воздействием высоких температур и защитной одежды. Приводятся данные о динамике температуры тела и частоты сердечных сокращений в процессе тушения пожара. Особое внимание уделяется вопросам дегидратации, электролитного дисбаланса и их влиянию на физическую и когнитивную работоспособность личного состава. Обосновывается необходимость совершенствования режимов труда и отдыха для предотвращения гипертермии и теплового удара.

Ключевые слова: газодымозащитник, тепловой стресс, гипертермия, боевая одежда пожарного, дегидратация, терморегуляция, пожарная безопасность.

Maxim O. Bakanov

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)

Boris B. Grinchenko

Ivanovo Fire and Rescue Academy of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Ivanovo, Russia

Dmitry Y. Zakharov

Ivanovo Fire and Rescue Academy of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Ivanovo, Russia

Alexander Y. Klyauzov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Alik V. Hachirov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Influence of thermal load on the functional state of respiratory protective equipment wearers during firefighting

Abstract. The article deals with the problem of heat stress in respiratory protective equipment wearers operating in an unbreathable environment. The physiological mechanisms of thermoregulation disorders under high temperatures and protective clothing are analyzed. Data on the dynamics of body temperature and heart rate during firefighting are presented. Special attention is paid to dehydration, electrolyte imbalance and their impact on physical and cognitive performance of personnel. The necessity of improving work and rest regimes to prevent hyperthermia and heat stroke is substantiated.

Keywords: respiratory protective equipment wearer, heat stress, hyperthermia, firefighter protective clothing, dehydration, thermoregulation, fire safety.

Деятельность газодымозащитников в непригодной для дыхания среде (НДС) относится к категории работ с экстремальными физическими и психоэмоциональными нагрузками. Воздействие высоких температур окружающей среды в сочетании с использованием тяжелой боевой одежды пожарного (БОП) и дыхательных аппаратов создает условия для быстрого нарушения теплового баланса организма. Высокая температура нарушает механизмы терморегуляции, что может привести к критической гипертермии и тепловому удару [1]. Интенсивность негативного воздействия зависит от температуры и влажности воздуха, интенсивности физической нагрузки, продолжительности работы и индивидуальной способности организма к термоадаптации.

В ответ на перегрев, организм активизирует физиологические механизмы охлаждения, основным из которых является потоотделение. Однако, в условиях изолирующего воздействия БОП, эффективность испарительного охлаждения резко снижается. Усиленное потоотделение приводит к значительной потере жидкости и электролитов, что провоцирует дегидратацию и нарушение электролитного баланса [2]. Эти процессы усугубляют негативное воздействие на организм газодымозащитника, снижая его производительность труда.

Целью настоящей работы является анализ физиологических изменений в организме газодымозащитника под воздействием высоких температур и обоснование требований к режимам работы для сохранения его профессионального долголетия и безопасности.

Материалы и методы исследования

Исследование базируется на анализе литературных данных, а также на результатах экспериментальных наблюдений за физиологическим состоянием пожарных в ходе тренировок и ликвидации пожаров. Проводился мониторинг температуры тела и частоты сердечных сокращений (ЧСС) в динамике с регистрацией периодов работы и отдыха. Анализировались данные о потере жидкости, электролитном балансе и их влиянии на когнитивные функции личного состава.

Результаты и их обсуждение

Физиологические механизмы перегрева и дегидратации

В условиях воздействия высоких температур организм инициирует физиологические механизмы терморегуляции. Основным из них является интенсификация потоотделения, направленная на снижение температуры тела за счет испарения влаги с поверхности кожи. Однако в условиях ношения БОП, обладающей низкой паропроницаемостью, испарение затруднено, что снижает эффективность охлаждения [3].

Усиленное потоотделение приводит к потере не только жидкости, но и электролитов (натрия, калия, хлора). Дефицит жидкости и электролитный дисбаланс оказывают выраженное негативное воздействие на физическую работоспособность. Снижение объема циркулирующей крови уменьшает перфузию электролитов в мембранах мышечных клеток, что проявляется в снижении сократительной способности мышечных волокон, что, в свою очередь, влечет за собой уменьшение силы и выносливости мышц.

Кроме того, дегидратация негативно влияет на когнитивные функции в результате развивающейся гипоксии: внимание, концентрацию и скорость принятия решений. В условиях сложной и динамичной обстановки пожара это может привести к ошибкам и несчастным случаям.

Сердечно-сосудистая система подвергается значительной нагрузке. Организм пытается компенсировать потерю жидкости и поддержать адекватное кровоснабжение органов за счет учащения пульса, повышения артериального давления и увеличения сердечного выброса [5]. Однако при усугублении дегидратации и электролитных нарушений компенсаторные механизмы могут оказаться недостаточными, что создает риск развития аритмии, ишемии миокарда и внезапной остановки сердца в результате тромбоэмболии.

Динамика температуры тела при работе в БОП

Длительное воздействие высоких температур оказывает влияние на центральную нервную систему, вызывая головокружение, слабость, нарушение сознания и снижение скорости психомоторных реакций. Гипертермия может приводить к повреждению нейронов и нарушению нейротрансмиссии [6].

Исследования физиологического состояния пожарных во время тушения затяжных пожаров показывают значительное повышение температуры тела. Анализ данных демонстрирует устойчивую тенденцию к росту температуры тела пожарных в процессе работы. Установлено, что в результате непрерывной работы в БОП температура тела повышается в среднем на 1,9 °С (таблица 1).

Таблица – Изменение температуры тела пожарных в процессе работы

Этапы работы	Средняя температура тела, °С
До начала работы	36,6
После 30 мин работы	37,8
После 60 мин работы	38,5

Важной особенностью является то, что температура продолжает повышаться даже после продолжительных перерывов длительностью свыше 30 минут. Имеющиеся данные указывают на инерционность терморегуляторных процессов в организме. Скорость повышения температуры тела после отдыха увеличивается с 0,036 до 0,048 °С/мин. Это связано с тем, что организм, находясь в условиях высоких температур, продолжает активно генерировать тепло для поддержания метаболических процессов, в то время как эффективность теплоотдачи снижается из-за ношения БОП и высокой влажности окружающей среды внутри костюма.

В совокупности эти факторы создают предпосылки для быстрого развития патологической гипертермии и теплового удара. Анализ частоты сердечных сокращений также подтверждает высокую нагрузку на организм (рисунок 1).

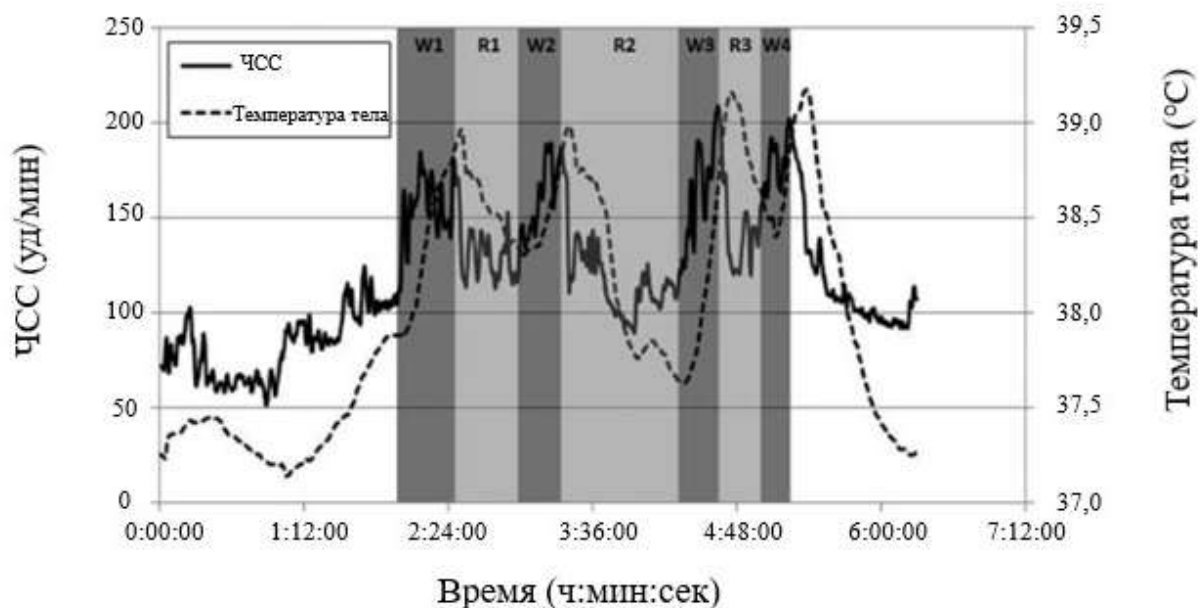


Рисунок – Показатели ЧСС и температуры тела пожарного во время тушения пожара (периоды работы и отдыха)

Выводы

1. Воздействие высоких температур на газодымозащитников в непригодной для дыхания среде носит комплексный негативный характер, вызывая гипертермию, гипоксию, дегидратацию, электролитный дисбаланс и чрезмерную нагрузку на сердечно-сосудистую систему в результате сгущения крови.

2. Выявленная инерционность терморегуляторных процессов (продолжение роста температуры даже в период отдыха), выраженная в ускорении роста температуры после кратковременных перерывов требуют пересмотра существующих нормативов режимов труда и отдыха газодымозащитников.

3. Для предотвращения теплового удара и сохранения профессиональной надежности газодымозащитников необходимо:

- увеличить продолжительность периодов отдыха между циклами активной работы;
- обеспечить эффективное пассивное охлаждение (снятие Б ОП, нахождение в тени или вентилируемых зонах);
- организовать обязательное восполнение водно-солевого баланса в периоды отдыха;
- внедрить мониторинг теплового состояния личного состава с использованием носимых датчиков.

Список источников

1. Федорович А. А. и др. Параметры микроциркуляторного кровотока в коже человека в условиях длительного теплового стресса (модельный эксперимент) // Кардиологический вестник. - 2013. - Т. 8. - №. 1. - С. 7-17. EDN: RNIWAT
2. Коршунов И. В. и др. О поисково-спасательных работах звена газодымозащитной службы // Технологии техносферной безопасности. - 2016. - №. 4. - С. 82-88. EDN: YNEXMX
3. Баканов М. О., Захаров Д. Ю. Влияние теплового стресса на эффективность боевых действий пожарных: экспериментальные исследования микроклиматических условий. Постановка задачи // Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации: Материалы IX

международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Москва, 19-20 марта 2024 года. - 2024. - С. 81.

4. Леонтьева П. А., Медведева Ю. В., Палатинская И. П. Анализ особенностей функционального состояния организма пожарного // Наука ЮУрГУ. - 2022. - С. 429. EDN: MCEELD

5. Захаров, Д. Ю. Исследование корреляции между интенсивностью расхода дыхательных ресурсов и частотой сердечных сокращений газодымозащитников / Д. Ю. Захаров, Б. Б. Гринченко, М. О. Баканов // Новые технические, организационные и методические решения в области пожарной безопасности : сборник материалов научно-практической конференции молодых ученых, приуроченной ко Дню российской науки, Балашиха, 07 февраля 2025 года. – Балашиха: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2025. – С. 119-125. – EDN HAPWPD.

6. Horn G.P. et al. Core temperature and heart rate response to repeated bouts of firefighting activities // Ergonomics. - 2013. - Т. 56. - №. 9. - С. 1465-1473.

УДК 614.841.2
ББК 30в6

Евгений Александрович Фелер

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (felerzena02@gmail.com)

Бэлла Анатольевна Бженикова

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (bellabzhenikova2002@gmail.com)

Иван Александрович Ольховский

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (250615m@mail.ru)

Алексей Александрович Мамонов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (mvd.shekino@gmail.com)

Обеспечение пожарной безопасности на атомных электростанциях Российской Федерации, анализ современных угроз о материально-технического обеспечения

Аннотация: В статье рассматриваются актуальные вопросы обеспечения пожарной безопасности на объектах использования радиоактивных и делящихся материалов, которые характеризуются повышенной потенциальной опасностью для сотрудников, населения и окружающей среды. Подтверждается необходимость комплексного подхода к разработке требований пожарной безопасности с учетом специфики технологических процессов и конструктивных особенностей атомных станций. Проведен детальный анализ современного состояния пожарной охраны на трех ключевых атомных электростанциях Российской Федерации. Приведены их основные технические характеристики, показатели мощности и вклад в региональные энергосистемы. Описана ведомственная принадлежность и состав боевого расчета специальных пожарно-спасательных частей, осуществляющих охрану данных объектов защиты. На основе сравнительного анализа материально-технической базы пожарных подразделений делается вывод о том, что парк специализированной техники практически идентичен снаряжению городских пожарных частей. Отмечается, что штатного количества автоцистерн и ограниченного набора специальных пожарных автомобилей может быть недостаточно для эффективного реагирования на весь спектр потенциальных угроз. Особое внимание уделяется проблеме отсутствия роботизированных и беспилотных систем пожаротушения, что критически снижает возможности личного состава при ликвидации возгораний, вызванных атаками беспилотных летательных аппаратов.

Ключевые слова: пожарная безопасность, специальная пожарно-спасательная часть, боевой расчет, пожарная техника, беспилотные летательные аппараты.

Evgeny A. Feler

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Bella A. Bzhenikova

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Ivan A. Olkhovsky

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Alexey A. Mamonov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Ensuring fire safety at nuclear power plants of the Russian Federation, analysis of modern threats of material and technical support

Abstract: The article discusses current issues of ensuring fire safety at facilities using radioactive and fissile materials, which are characterized by an increased potential danger to employees, the public and the environment. It confirms the need for an integrated approach to the development of fire safety requirements, taking into account the specifics of technological processes and design features of nuclear power plants. A detailed analysis of the current state of fire protection at three key nuclear power plants in the Russian Federation has been carried out. Their main technical characteristics, power indicators and contribution to regional energy systems are given. The departmental affiliation and composition of the combat crew of special fire and rescue units protecting these protection facilities are described. Based on a comparative analysis of the material and technical base of fire departments, it is concluded that the fleet of specialized equipment is almost identical to the equipment of urban fire departments. It is noted that the regular number of tanker trucks and a limited set of special fire trucks may not be enough to effectively respond to the full range of potential threats. Special attention is paid to the problem of the lack of robotic and unmanned fire extinguishing systems, which critically reduces the capabilities of personnel in extinguishing fires caused by attacks by unmanned aerial vehicles.

Keywords: fire safety, special fire and rescue unit, combat crew, firefighting equipment, unmanned aerial vehicles.

Обеспечение пожарной безопасности на объектах, где используются радиоактивные и делящиеся материалы, является одной из приоритетных задач современного промышленного и научного комплекса. Такие объекты характеризуются высокой степенью потенциальной опасности не только для персонала и окружающей среды, но и для населения в прилегающих территориях. Возникновение пожара в условиях наличия радиационно опасных веществ может привести к серьезным экологическим катастрофам и распространению радиационного загрязнения.

В связи с этим разработка и строгое соблюдение требований пожарной безопасности для подобных объектов защиты имеет особое значение и требует комплексного подхода, учитывающего специфические свойства используемых материалов, особенности технологических процессов, а также конструктивные особенности зданий и сооружений.

В настоящее время атомные электростанции (Далее – АЭС), которые когда-то представляли собой амбициозные эксперименты быстро развивающихся держав, трансформировались в неотъемлемую составляющую энергетической инфраструктуры множества стран. В контексте обеспечения пожарной безопасности на таких объектах наблюдается значительный прогресс по сравнению с первыми атомными станциями. Современные системы безопасности демонстрируют высокую эффективность, что позволяет минимизировать риск возникновения пожаров вследствие технических сбоев в работе оборудования.

На сегодняшний день охрану объектов атомной энергетики осуществляют специализированные пожарные части, находящиеся в ведении Управления Министерства по чрезвычайным ситуациям Российской Федерации. Специализированные пожарно-спасательные части (Далее - СПСЧ) МЧС России занимаются комплексным реагированием на чрезвычайные ситуации, связанные с тушением крупных пожаров и проведением аварийно-спасательных работ. Такие подразделения создаются, как правило, в административных центрах субъектов РФ и на особо важных и пожароопасных объектах.

Кольская АЭС – уникальное энергетическое предприятие, первая атомная станция, построенная в суровых климатических условиях Заполярья и самая северная АЭС в Европе.

Пуск первого энергоблока Кольской АЭС состоялся 29 июня 1973 года. Эта дата считается днем рождения предприятия, которое сегодня является филиалом концерна «Росэнергоатом» – Электроэнергетического дивизиона Госкорпорации «Росатом».

Кольская атомная станция надёжно обеспечивает электрической энергией потребителей Мурманской области и Карелии, ее доля в выработке в регионе составляет почти 61%.

Доля атомной генерации в Объединенной энергосистеме Северо-Запада, к которой относятся Кольская и Ленинградская АЭС, составляет 35 %.

Производство электроэнергии на Кольской АЭС обеспечивают четыре энергоблока с реакторами типа ВВЭР мощностью 440 МВт каждый.

В 2019 году на станции успешно завершилась масштабная модернизация энергоблоков первой очереди, позволившая на порядок повысить уровень их безопасности и продлить срок эксплуатации до 2033 и 2034 гг. Кольская АЭС стала единственной в России атомной станцией, где реализована программа повторного продления сроков эксплуатации двух энергоблоков.

Продление эксплуатационного ресурса энергоблоков Кольской АЭС гарантирует надежное энергоснабжение Арктического региона и стимулирует создание на территории Кольского Заполярья новых инновационных производств.

Станция является одной из лучших АЭС России по показателям безопасности, надежности и эффективности. Кольская АЭС уже в пятый раз признана лучшей атомной станцией России по культуре безопасности и является лидером в сфере организации работ по охране труда среди крупных предприятий региона.

Расстояние до города-спутника (г. Полярные Зори) – 11 км; до областного центра (г. Мурманск) – 170 км. На охране Кольской АЭС стоит Специальная пожарно-спасательная часть № 6 Специального управления ФПС № 72 МЧС России, на вооружении которой стоят следующие типы пожарных автомобилей: автоцистерны, автомобили пенного тушения, автолестницы, автомобили насосно-рукавные, аварийно-спасательные автомобили.

Курская АЭС является важнейшим узлом Единой энергетической системы России. Доля Курской атомной станции в установленной мощности всех электростанций Черноземья составляет 35%. Она обеспечивает электроэнергией более 90% промышленных предприятий Курской области.

Вместе с Курской АЭС к ОЭС Центра относятся: Калининская, Нововоронежская и Смоленская АЭС – доля общей атомной генерации в региональной энергосистеме около 40%.

На атомной станции используются канальные реакторы кипящего типа с графитовым замедлителем и водяным теплоносителем. Такой реактор предназначен для выработки насыщенного пара под давлением 7,0 МПа.

Курская АЭС – станция одноконтурного типа: пар, подаваемый на турбины, образуется непосредственно в реакторе при кипении проходящего через него теплоносителя. В качестве теплоносителя используется обычная очищенная вода, циркулирующая по замкнутому контуру. Для охлаждения отработавшего пара в конденсаторах турбин используется вода пруда-охладителя. Площадь зеркала водоема – 21,5 км².

Станция сооружена в две очереди: первая – энергоблоки № 1 и № 2, вторая – №3 и №4. Энергоблок №5 третьей очереди находится в стадии консервации.

Расстояние до города-спутника (г. Курчатова) – 4 км; до областного центра (г. Курск) – 40 км. На охране Курской АЭС стоит Специальная пожарно-спасательная часть № 3, на вооружении которой стоят следующие типы пожарных автомобилей: автоцистерны, автомобили пенного тушения, автолестницы, автомобили насосно-рукавные, аварийно-спасательные автомобили.

Калининская атомная станция является крупнейшим энергетическим объектом в Объединенной энергосистеме Центра - самой мощной в РФ. Калининская АЭС выдает электроэнергию в энергосистемы Тверской, Владимирской, Вологодской, Ленинградской областей, Москву и Московскую область.

Калининская АЭС является важным звеном межсистемного перетока электроэнергии из энергоизбыточных районов в энергодефицитные. Вместе с ней к ОЭС Центра относятся:

Курская, Нововоронежская, Смоленская АЭС – доля общей атомной генерации в региональной системе около 40 %.

В энергобалансе Тверской области доля Калининской АЭС составляет 80%.

На Калининской АЭС используются реакторные установки типа ВВЭР-1000. Реакторы ВВЭР на сегодняшний день занимают ведущее место в мировой практике по высокой степени безопасности и надежности, большой единичной мощности и экономической эффективности.

Эффективность реакторов ВВЭР доказана их успешной эксплуатацией – более 1000 реакторо-лет безаварийной работы.

На охране Курской АЭС стоит Специальная пожарно-спасательная часть № 8, на вооружении которой стоят следующие типы пожарных автомобилей: автоцистерны, автомобили пенного тушения, автолестницы, автомобили насосно-рукавные, аварийно-спасательные автомобили.

В результате детального анализа масштабов атомных электростанций и материально-технического обеспечения пожарных подразделений, становится очевидным, что парк специализированной пожарной техники, задействованной в обеспечении безопасности атомных объектов, практически идентичен арсеналу пожарных частей, осуществляющих охрану крупных городов.

Более того, в составе боевого расчета, как правило, недостаточное количество автоцистерн, а в редких случаях присутствует автомобиль пенного тушения и пожарная автолестница. В условиях значительной удаленности от крупных населенных пунктов, можно констатировать, что данного количества специализированной техники может оказаться недостаточно для эффективного реагирования на широкий спектр возможных чрезвычайных ситуаций.

Отсутствие роботизированных и беспилотных систем пожаротушения в случае возгорания, вызванного атакой вражеских беспилотных летательных аппаратов, существенно ограничивает возможности личного состава по выполнению задач по ликвидации чрезвычайной ситуации. Это обусловлено повышенным риском повторного удара, что ставит под угрозу безопасность и эффективность оперативных мероприятий по борьбе с огнем.

Список источников

1. Лебедченко, О. С. Теплофизические основы пассивных технологий систем пожарной безопасности АЭС с водно-водяными реакторами: специальность 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки): автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Лебедченко Ольга Сергеевна; Академия ГПС МЧС России. – Москва, 2024. – 48 с.
2. Микеев, А. К. Противопожарная защита АЭС / А. К. Микеев. – Москва: Энергоатомиздат, 1990. – 431 с. – ISBN 5-283-03835-1.
3. Автоматические и роботизированные системы пожаротушения как альтернатива оперативным подразделениям на автономных и малообслуживаемых объектах топливно-энергетического комплекса / И. Р. Хасанов [и др.] // Сфера. Нефть и газ. – 2023. – № 4. – С. 112-119.
5. Ищенко, А. Д. Теория локализации пожаров в зданиях объектов энергетики: специальность 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Ищенко Андрей Дмитриевич. – Москва, 2020. – 48 с.
6. Организация тушения крупных пожаров, оценка действия первого руководителя тушения пожара / Е. А. Фелер, А. А. Мамонов, П. С. Музыка, Д. А. Миронов // Парадигма. – 2025. – № 5-6. – С. 50-55. – EDN JSPVFF.
7. Пуцев, Д. И. Применение полевого моделирования пожара для обоснования эффективности конструктивной огнезащиты кабельных каналов в помещениях АЭС / Д. И. Пуцев, А. В. Беспалов, С. Ю. Мишина, Ю. М. Грошев // Вестник НИЦ «Строительство». – 2025. – Т. 45, № 2. – С. 83-94. – DOI 10.37538/2224-9494-2025-2(45)-83-94.

8. Кишкурно, В. Т. Основы технологии, пожарная опасность и противопожарная защита радиационных производств и атомных электростанций: для начальствующего состава ГПС МВД РФ / В. Т. Кишкурно, А. И. Кокшаров. – Челябинск, 2001. – 179 с. – ISBN 5-87184-247-X.

УДК 614.84
ББК 68.923

Иван Александрович Ольховский

ФГБОУВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (I.Olkhovskiy@academygps.ru, SPIN 4380-8730, ID: 771909)

Александр Юрьевич Дмитриев

ФГБОУВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (a.dmitriev@academygps.ru, SPIN 9413-5910, ID: 1197599)

Кирилл Петрович Щетнев

ФГБОУВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (shetnev.kirill2015@yandex.ru, SPIN 9779-4367, ID: 1122948)

Елена Николаевна Косьянова

ФГБОУВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (Elenkoss@yandex.ru, SPIN 1091-2374, ID: 766422)

О необходимости обеспечения пожарной безопасности на зарядных станциях

Аннотация. В статье проанализированы тенденции увеличения количества пожаров на электрозарядных станциях для электромобилей. Эти случаи представляют значительную угрозу не только для сотрудников пожарной охраны, но и для близлежащих объектов инфраструктуры. Проведенное исследование подчеркивает важность разработки и внедрения комплексного подхода к обеспечению пожарной безопасности на данных объектах.

Ключевые слова: зарядная станция, пожар, аккумуляторная батарея, пожарная безопасность, объект защиты.

On the need to ensure fire safety at charging stations

Abstract. The article analyzes the trends of increasing the number of fires at electric charging stations for electric vehicles. These incidents pose a significant threat not only to firefighters, but also to nearby infrastructure facilities. The conducted research highlights the importance of developing and implementing a comprehensive approach to ensuring fire safety at these facilities.

Keywords: charging station, fire, battery, fire safety, protected object.

Ivan A. Olkhovsky

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Alexander Y. Dmitriev

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Kirill P. Shchetnev

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Elena N. Kosyanova

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Пожар — это опасность номер один при установке зарядных станций для электромобилей.

Тем не менее, крайне важно учитывать особенности, которые могут отличать пожары в электромобилях и гибридных транспортных средствах от пожаров в автомобилях с традиционными двигателями внутреннего сгорания. Это обусловлено тем, что тушение таких пожаров представляет собой более сложную задачу по следующим причинам:

— химический состав аккумулятора: в электромобилях используются литий-ионные аккумуляторы, которые, как известно, при возгорании вступают в бурную реакцию. Литий-ионные аккумуляторы содержат легковоспламеняющиеся электролиты, и при

перегреве или тепловом разгоне они могут выделять значительное количество тепла и энергии, что приводит к усилению горения;

- тепловой разгон: если часть аккумуляторной батареи электромобиля воспламеняется, существует риск теплового разгона — явления, при котором огонь может быстро распространяться от одного элемента батареи к другому. Это может привести к эффекту домино и затруднить тушение пожара;

- системы охлаждения: многие электромобили оснащены системами охлаждения для контроля температуры аккумуляторной батареи. Если эти системы выходят из строя во время пожара, температура может повыситься, что приведёт к более активному горению;

- изоляция: Аккумуляторная батарея сконструирована таким образом, чтобы локализовать возгорание и предотвратить его распространение. Однако если огонь выходит за пределы изоляции, справиться с ним становится сложнее;

- средства пожаротушения: традиционные средства пожаротушения, такие как вода, пена и порошок недостаточно эффективны при тушении возгорания литий-ионных аккумуляторов;

- повторное возгорание: при возгорании электромобилей существует риск повторного воспламенения. Даже после того, как кажется, что огонь потушен, в аккумуляторе могут оставаться тлеющие или раскаленные участки, которые могут привести к повторному возгоранию.

Для устранения вышеуказанных проблем производители предпринимают активные усилия по совершенствованию систем безопасности электромобилей. Эти меры направлены на снижение вероятности возгорания и повышение эффективности их ликвидации в случае возникновения. Однако, на текущий момент данные проблемы остаются нерешенными в полной мере.

Сегодня случаи возгорания электромобилей распределяются приблизительно поровну между происходящими после дорожно-транспортных происшествий и возгораниями во время стоянки и/или процесса зарядки от сети переменного или постоянного тока, а также в течение одного часа после отключения от зарядного устройства. Эти данные были сопоставлены с официальной статистикой стран, осуществляющих мониторинг и публикацию информации о пожарах, связанных с использованием электромобилей. Результаты анализа выявили схожесть показателей в различных государствах.

В связи с увеличением доли электромобилей на рынке, прогнозируется рост числа зарядных станций. Это, в свою очередь, приведет к расширению инфраструктуры зарядных станций и их более широкому распространению.

Пожарная безопасность на таких объектах и самих электромобилях представляет собой значимую проблему, требующую комплексного подхода к ее решению. В настоящее время необходимо обратить внимание вопросам разработки и внедрению эффективных мер противопожарной защиты для предотвращения потенциальных возгораний.

Проблема тушения пожаров, связанных с электромобилями, в том числе с использованием автоматических установок пожаротушения (АУП), заключается в сложности тушения возгораний литий-ионных аккумуляторов. Это связано с особенностями конструкции электромобилей: аккумуляторы устанавливаются в защищенном корпусе, который интегрируется в конструкцию автомобиля (например, в днище). Это не позволяет огнетушащему веществу проникнуть непосредственно в аккумулятор и делает внешнее охлаждение малоэффективным. Также проблема связана с тем, что при взаимодействии лития с водой выделяются водород и тепло, которого и без возникновения пожара достаточно для воспламенения водорода. А в нормативных документах не установлены отдельные требования к АУП для автостоянок, в которых размещаются электромобили. Например, в СП 506.1311500.2021 и проекте нового свода правил «Стоянки автомобилей. Требования пожарной безопасности» нет требований к проектированию установок пожаротушения для пожаров класса D (D2), которые возможны в электромобилях. При этом в России принято

тушить пожары класса D специальными порошками, другие виды огнетушащих веществ нормативного обоснования не имеют.

В ходе анализа причин возгорания аккумуляторов электромобилей были выявлены основные факторы, способствующие возникновению инцидентов. В большинстве случаев возгорания связаны с предшествующими повреждениями аккумуляторной батареи, после которых она была подключена к зарядному устройству.

На рисунке 1 представлены ключевые причины повреждений аккумуляторов, приводящих к возгораниям.



а) механическое воздействие; б) воздействие влаги; в) брак; г) внешнее возгорание.

Рисунок 1 – Причины повреждений аккумуляторов, приводящих к возгоранию

Некоторые пояснения по указанным причинам на рисунке 1 повреждения аккумуляторов:

- дорожно-транспортные происшествия, при которых автомобиль контактирует днищем с различными препятствиями на дороге, включая столкновения. В результате таких инцидентов аккумуляторный блок может получить значительные механические повреждения;
- наезд электромобиля на дорожные препятствия, что также может привести к серьёзным повреждениям аккумуляторного блока;
- попадание влаги в аккумуляторный блок обусловленное длительным нахождением электромобиля в воде, особенно в соленой или в воде из прибрежных районов, может привести к повреждению аккумуляторного блока. Обычно это происходит в случае наводнения и может длиться от нескольких часов до нескольких дней;
- внешнее возгорание, вызванное воздействием огня на электромобиль, будь то внутри здания или снаружи, может привести к повреждению как корпуса автомобиля, так и аккумуляторного блока.

Далее в таблице 1 представлены зарегистрированные случаи пожара за последний год, связанных с зарядкой автомобилей.

Таблица 1 – Зарегистрированные случаи пожара за последний год, связанных с зарядкой автомобилей

	252 пожара, связанных с возгоранием аккумуляторов
	35 пожаров, возникших при подключенном к зарядному устройству
	5 пожаров случились в течение часа после зарядки

	1 пожар из-за удлинителя 1 пожар из-за неподходящего кабеля 1 пожар из-за неисправности электропроводки в здании
	16 пожаров из-за дефекта ячейки при производстве
	16 пожаров по неизвестной причине

В ходе консультаций с производителями и установщиками зарядных станций, а также на основании анализа международных научных исследований была выявлена основная угроза при тушении пожаров — риск поражения электрическим током в результате сохранения электроснабжения.

На основе вышеизложенного можно сделать вывод о том, что электромобили, характеризующиеся длительным подключением к зарядным устройствам, подвержены относительно большой частоте случаев возгорания и представляют большую опасность для ликвидирующих. В связи с этим необходимо разработать и внедрить комплекс мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на объектах, где осуществляется зарядка электромобилей.

Необходимо понимать, что возгорание электромобиля в процессе его зарядки может повлечь за собой следующие последствия:

- полное выгорание парковочной зоны;
- токсичные выбросы: при сжигании электромобилей происходит выделение различных вредных веществ;
- повреждения автотранспортных средств, находящихся в непосредственной близости от горящего электромобиля. Вследствие воздействия задымления у ряда автомобилей наблюдаются повреждения внутренних элементов салонов;
- угроза жилым зданиям: сильное задымление, токсичные выбросы и высокие температуры могут нанести вред расположенным над парковкой жилым помещениям.

В контексте разработки мер по обеспечению пожарной безопасности на зарядных станциях необходимо учитывать, что решения выявленных проблем должны быть интегрированы в существующие объекты или требовать внесения изменений в строительные нормы и правила проектирования для повышения пожарной безопасности объектов защиты.

Список источников

1. Аксенов С.Г., Синагатуллин Ф.К. Чем и как тушат пожар // Современные проблемы безопасности (FireSafety 2020): теория и практика: Материалы II Всероссийский научно-практической конференции. – Уфа: РИК УГАТУ, 2020 – С. 146-151
2. . Cui Y., Liu J., Cong B., Han X., Yin S. Characterization and assessment of fire evolution process of electric vehicles placed in Parallel // Process Safety and Environmental Protection. 2022. Vol. 166. Pp. 524–534. DOI: 10.1016/j.psep.2022.08.055
3. Boehmer H., Klassen M.S., Olenick S.M. Fire Hazard Analysis of Modern Vehicles in Parking Facilities // Fire Technology. 2021. Vol. 57. Pp. 2097–2127. DOI: 10.1007/s10694-021-01113-1

УДК 614.84
ББК 63.3

Никита Андреевич Васильев

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (vasilev.an@mail.ru)

Татьяна Николаевна Бобкова

Главное управление МЧС России по Владимирской области, Владимир, Россия (cppsios@mail.ru)

Игорь Васильевич Коршунов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (I.Korshunov@academygps.ru SPIN 4744-1914, ID 763354)

Владислав Булатович Габдуллин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (V.Gabdullin@academygps.ru, SPIN 7332-5899, ID: 1058451)

Алик Виссарионович Хачиров

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (alecs-966@mail.ru, SPIN 2283-8581, ID: 769364)

Противопожарная служба г.Вязники с далеких дней до 1917 года

Аннотация. В статье представлены основные аспекты истории пожарной охраны 18-19 веков небольшого уездного города. Описано развитие пожарной охраны с примитивных средств пожаротушения (ведра, багра, лопаты и топора) к паровым машинам, пожарным насосам, лестницам и обмундированию пожарных. Так же описано развитие добровольного пожарного общества с поддержкой от фабрикантов В.Ф. Демидова и С.И. Сенькова.

Ключевые слова: пожарная охрана, средства тушения пожаров, уездный город Вязники, паровая машина.

Andrey S. Vasiliev

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Tatyana N. Bobkova

Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations of Russia for the Vladimir Region, Vladimir, Russia

Igor V. Korshunov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Vladislav B. Gabdullin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Alik V. Khachirov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

The Vyazniki Fire Service from Ancient Times to 1917

Abstract. This article presents the main aspects of the history of the fire service in a small provincial town in the 18th and 19th centuries. It describes the development of the fire service from primitive firefighting equipment—buckets, hooks, shovels, and axes—to steam engines, fire pumps, ladders, and firefighter uniforms. It also describes the development of a volunteer firefighting society with the support of industrialists V.F. Demidov and S.I. Senkov...

Keywords: fire service, firefighting equipment, provincial town of Vyazniki, steam engine.

Чтобы коснуться истории пожарной охраны в городе Вязники, надо вспомнить далекое прошлое. В 1703-м году, 1-го июня по старому стилю, был страшный пожар, при котором

город Ярополч с Вязниковской слободой погорел без остатка, и с того времени город Ярополч уже не восстанавливался. В течение 75-ти лет после этого пожара Вязниковская слобода обстраивалась, и в 1778-м году она преобразовалась в уездный город Вязники. Средства тушения пожара по-прежнему были примитивными, они ограничивались ведром, багром, лопатой и топором.

Именной Указ за № 27.221 от 10 января 1818 года был объявлен управляющим Министерства полиции всем гражданским губернаторам. Начиная с апреля 1820 года, при полицейских частях уездных городов Владимирской губернии приступили к организации пожарных команд из отставных воинских чинов. *«К управлению пожарными инструментами, – говорилось в Указе Александра I, – приучать нижних чинов внутренних гарнизонных батальонов».* В резолюции к следующему Указу (от января 1821 года) вносилась конкретика: и чины гарнизонных батальонов, и пожарных команд должны владеть тонкостями управления пожарными трубами¹.

Отношение вязниковского городничего, надворного советника Языкова, в городскую думу от 2 марта 1822 года содержит практически полную характеристику дел. Из документа следует, что для хранения в исправности труб и бочек при городской полиции сарай так и не был построен. Пожарный инструмент разместили в здании полиции, в особой комнате, багры, лагуны и щиты – на дворе у городничего. Это обстоятельство заставило Языкова вновь и вновь обращаться с просьбой о постройке пожарного сарая, в противном случае *«пожарные инструменты могут прийти по случаю настоящего летнего времени от дождей в повреждение и гнилость»*, – заключал городничий Языков. Настойчивость вязниковского чиновника принесла плоды, и, судя по дальнейшей переписке, вопрос был решен положительно. Этим же годом для хранения пожарных инструментов был построен *«деревянный одноэтажный сарай шириною 6 сажень, поперёк 3 сажени 2 аршина, в высоту 4 аршина»*, для чего из городских доходов на его строительство было затрачено 1156 рублей 80 копеек. В дальнейшем здание по мере необходимости перестраивалось, обновлялось, но продолжало оставаться деревянным (в статистических отчётах за 1876 год, среди общественных зданий упомянут деревянный флигель для пожарной команды).

В 1829 году, по сообщению вязниковской городской думы, на содержание «пожарной предосторожности» потрачено 450 руб., за 10 лет (с 1818 года) – 3500 руб. Для борьбы с огненной стихией в городе имелось 4 единицы пожарных труб (1 большая, 2 средних и 1 малая), из принадлежности к трубам: 2 бочки, 2 лестницы простые и 1 складная, 10 багров, 8 топоров, 8 лошадей, 4 ухвата, 10 ведер. Для подъема инструментов нанимали 2-х лошадей.



Рисунок 1 – Пожарное депо г. Вязники 1892 г.

¹ Фонд 14 Владимирского губернатора: опись 1 дела 473, 2426, 2761, 3249, фонд 205 опись 1 дело 93

Довольно неприглядную картину после инспектирования пожарных команд Владимирской губернии в 1848 году рисует армейский подполковник Д.М. Сташевский: *«В большинстве городов пожарные команды существовали формально, пожарным делом не занимались, были беспомощны и не могли в полной мере бороться с многочисленными пожарами»*.

Как свидетельствует сводная таблица *«Сведений о состоянии пожарной части Владимирской губернии»*, по состоянию на 1850 год в уездных Вязниках борьбу с огнем ведут четверо пожарных служителей, из пожарных инструментов – 5 ручных труб, 10 рукавов, 14 летних и 5 зимних дрог, 4 бочки, 12 ведер, 5 деревянных лестниц, 22 багра, 10 топоров (брандмейстер только в губернской столице – Владимире).

«Материальная» часть городских пожарных команд уездных городов была развита настолько, насколько позволял бюджет городов. Финансовую сторону позволили осветить отчёты городских управ. В Вязниках на содержание из городской казны в 1850 году выделено 815 руб. 36 коп.

В 1860 году поставлен вопрос о реорганизации пожарного дела, а 18 августа последовал Указ Александра II о создании в городах империи общественных пожарных команд из обывателей и поставке для пожарного обоза обывательских лошадей. Но пройдет еще 4 долгих года, прежде чем общественные пожарные команды организуются во Владимирской губернии¹.

В проекте устройства вязниковской общественной пожарной команды значится, что для борьбы с огненной стихией горожане определили 5 человек пожарных служителей по найму, из них один – брандмейстер. Пожарный инструмент, принятый по описи от городничего, постановили разместить в специально устроенных зданиях вместе со служителями. Сверх существующих пожарных орудий вязниковские обыватели решили озадачиться приобретением новых и починкой старых. Для этой цели каждые последующие 10 лет отправляли в Московское депо из мещанского общества по одному человеку *«для изучения искусства к деланию огнегасительных орудий и починок их»*, а по возвращению определяли в пожарную команду. Ко всему прочему, вязниковское общество признало необходимым во время пожара поставлять до 20 лошадей к обозу, *«избирая из своей среды не менее 50 человек способных мещан для обязательной явки на пожар»*.

Но не только «автопарк» подчас решал исход борьбы с пожарами. Вода в достаточном количестве – вот что требовалось пожарным служителям... Почти все русские города в середине XIX века были деревянными и часто страдали от пожаров. И Вязники не был исключением. Эффективная борьба с пожарами была возможна лишь при наличии в городах единой системы водоснабжения с непрерывной подачей воды.

Одним из первых во Владимирской губернии был устроен водопровод в г.Вязники. Первоначально вязниковцы брали воду из рек Клязьмы, Волшника, родников и колодцев. В 1834 году фабрикант Сеньков О.М. предложил городской думе устроить водопровод-деревянный. Вода по трубам должна была идти из родников Ефимьевского оврага к городской площади, на которой устраивался накопитель-бассейн, а оттуда расходиться к городским фонтанам и далее на фабрики. Дума одобрила проект, началось строительство. К 1839 году в Вязниках работало пять фонтанов, кроме них при домах сохранялись колодцы. К концу XIX в. число фонтанов в городе увеличилось до десяти. Вода поступала из многочисленных ключей и родников, которыми изобиловали городские холмы и овраги.

Серьёзной проблемой в Вязниках (до появления в 1910 году телефонной связи) оставалась необходимость раннего оповещения о возгораниях. Для наблюдения за городом использовалась колокольня расположенного на площади Казанского собора. Сторожа на колокольне с давнего времени оплачивались за счёт средств города. Ещё 8 марта 1822 года вязниковский городской в своём сообщении в Вязниковскую градскую думу писал: *«Усмотрено мною, что на колокольне здешнего собора для пожарного случая, как днём, так*

¹ Фонд 391 Вязниковской городской управы: опись 2 дела 7.12, 59, 63, 102, 115, опись 3 дело 21

и в ночное время сторожей от общества не имеется. А как оные для такового случая необходимо нужны, почему и прошу оную думу сторожей нанять в непродолжительном времени двоих или одного».

Несмотря на предпринимаемые меры, опустошительные пожары навещали и уездный Вязники. 14 июля 1873 года, г.Вязники – пожар в Масляной слободе, в доме мещанки Коряковцевой. Порывистый ветер способствовал распространению огня. Для борьбы с огненной стихией из Владимира экстренным поездом прибыли 120 нижних чинов губернаторского батальона и пожарные служители, при них 5 огнегасительных инструментов, а из Коврова – 60 рабочих и 3 огнегасительных инструмента. Прибыл и сам губернатор. Шутка ли?! Полыхали 200 жилых построек: жилые дома, здания почтовой конторы, дворянской опеки, мировых судей, земской больницы.

Как свидетельствует хроника, городской глава В.Ф. Демидов, как всегда, лично принимал участие в тушении пожара. Неожиданно к нему подошел губернатор и начал делать какие-то замечания пожарным служителям и Демидову. На что Демидов обернулся и промолвил: *«Эх, ваше превосходительство, мы думали, что вы приехали нам помогать, а вы приехали нас ругать»*. И снова вернулся тушить. Совместными усилиями отстояли административные здания. К счастью, обошлось без жертв – всех больных в спешном порядке эвакуировали в полковую больницу. Спасена была и вся документация зданий, пострадавших от пожара.

Ежегодно на страницах «Владимирских губернских ведомостей» придавались гласности городские расходы, в частности, и на содержание пожарных команд. В 1876 году на содержание пожарной команды Вязников значилась сумма в 988 руб., в 1878 году – 1921 руб. В 1881 году в отчете вязниковской городской управы значилась сумма в 3500 руб. 69 коп., из которых 2000 рублей пошло на устройство дополнительного надворного строения к пожарному депо. В 1894 году из городских доходов на содержание пожарного депо предусматривались следующие суммы: 11-ти служителям – 1452 руб., фураж для 8-ми лошадей и 5-ти быков – 934 руб. 45 коп., ремонт инструментов – 279 руб. 95 коп., на увеличение пожарного обоза – 174 руб. 50 коп., освещение – 36 руб. 63 коп., покупка лошадей и быков – 191 руб., за наблюдение за пожарным сараем в местечке Ярополч – 30 руб., расходы при тушении пожаров – 25 руб. 50 коп. В 1898 году на финансирование общественной пожарной команд Вязников затрачено 3919 руб.25 коп., в 1900 году – 5485 руб., в 1913 году – 9547 руб.¹

В 1892 году построено каменное здание пожарного депо с жилыми помещениями для пожарных служителей, конюшнями на 8 стойл и двумя помещениями для 6 быков под одну железную крышу. Вся постройка *«длиною по фасаду 36 аршин, шириною, внутрь двора, 24 арш., вышиною от бута до крыши 6 арш., наружные стены всего здания в 3 кирпича, а внутренняя, отделяющая жилые помещения и конюшни от сарая, в 2 кирпича»*.

В 1904 году в отчете вязниковской городской управы появляется интересная деталь. Личный состав помимо смотрителя, старшего служителя и 8-ми младших, дополнен 38-ю служителями сверх штата (живущих в депо по особому найму). Из пожарных инструментов – ручных труб – 7 ед., насосов – 1 ед., рукавов – 35 (23 выбрасывающих и 12 напорных), дрог летних – 28 ед., зимних – 15 ед., бочек – 19 ед., чанов – 3 ед., ведер – 21 ед., лестниц – 5 ед., багров – 9 ед., топоров – 14 ед., щитов – 2 ед., черпаков – 5 ед., лопат – 5 ед., колокольчиков – 6 ед. Из обмундирования – блуз и шаровар на 10 человек, ремней с бляхами – 12 ед., касок медных – 15 ед.

Архивы сохранили имена вязниковских пожарных. Поименный список личного состава за 1909 год: смотритель пожарного депо Александр Иванович Невский, исполняющий обязанности брандмейстера Григорий Петрович Циунчик, машинист к паровой машине Федор Дмитриевич Ивановский, трубочист Николай Поликарпович Поляков, рабочие – Александр Иванович Лавров, Василий Васильевич Колесов, Никита Терентьевич Терентьев, парщики –

¹ Фонд 401 Вязниковской городской думы: опись 3 дела 11, 24, 26 (Государственный архив Владимирской области)

Тимофей Ефимович Жуков, Егор Иванович Шапкин, Андрей Максимович Савельев, Исаак Елисеевич Елисеев, Петр Осипович Герасимов, Никифор Иванович Маркелов, Иосиф Николаевич Трусов, Андриан Алексеевич Плотников, сторожа – Иван Егорович Шапкин, Семен Иванович Судаков, Иван Федулович Чиркин. Все застрахованы в обществе Голубого креста.

В 1909 году согласно смете по вязниковской пожарной команде, статье № 1 – «Содержание личного состава», машинист при паровой машине получал 480 руб. годовых, 2 слесаря при паровой машине – 480 руб., старший служитель – 300 руб., 8 младших – 1440 руб., 3 сторожа на колокольне – 432 руб., 12 ночных сторожей – 1440 руб. Комплект пожарных инструментов впечатляет – паровая машина завода Акционерного общества «Бук и Бауцене», при ней 24 рукава длиной 576 сажен и 24 пары гаек системы «РОТ». Пожарные трубы в достаточном количестве – 7 единиц, насосов для наливки водой бочек – 1, к трубам рукавов – 38 (16 наборных и 22 выбрасывающих), дрог летних – 18 и зимних 20, 17 бочек, 3 чана, 4 ухвата, 15 ведер, 13 лестниц, 26 багров, топоров и лопат – 26, щитов и брезентов – 2.¹

Спустя 6 лет появился пожарный сарай в местечке Ярополче, надо полагать, это стало отделение городской пожарной команды г.Вязники. Изменился количественный и качественный состав пожарных (1 старший служитель и 19 младших). А уже к 1913 году на пожарах совместно с городской пожарной командой успешно действовала команда городского добровольного пожарного общества и заливные трубы с достаточным числом рабочих, высылаемых с фабрик В.Ф Демидова и мануфактуры С.И. Сенькова.

Пожелтевшие страницы Памятной Книжки Владимирской губернии, изданной в далеком 1916 году, сохранили имена брандмейстеров, в Вязниках – Филипп Иванович Григорьев. Отважные люди, посвятившие огненной профессии не один год, честно и ревностно выполняя свой долг. А когда приходило время навсегда покинуть пожарное депо, ставшее вторым домом, у них возникали новые, житейские проблемы. Как дальше жить, и главное, – на какие средства, если нет сил и подорвано здоровье?



Рисунок 2 – Пожарная команда г. Вязники

В адрес Вязниковской городской управы уездный врач А.И. Смиренин докладывал, что исполняющий обязанности брандмейстера пожарной команды Г.П. Циунчик *«болен бугорчатым воспалением легких и к несению пожарной службы допущен быть не может»*.

¹ Фонд личного архива начальника Центра противопожарной пропаганды и общественных связей ГУ МЧС России по Владимирской области Т.Н. Бобковой

Что касается причины его заболевания, то она находится в заражении специфической палочкой Коха, а несение пожарной службы могло лишь усилить процесс болезни». А 2 сентября состоялось заседание вязниковской городской думы, где пунктом № 11 обсуждалась тема о назначении пособия оставившего службу исполняющего обязанности брандмейстера Циунчику Георгию Петровичу и назначении пенсии семейству умершего старшего пожарного Жукова Тимофея Ефимовича. Тайным голосованием на шарах единогласно постановили: в случае смерти Циунчика назначить его семейству ежемесячное пособие в 10 рублей сроком на 10 лет, а семейству Жукова – 5 рублей на тот же срок. С неожиданным заявлением выступил владелец мануфактуры С.И. Сеньков, предложив детям вышеуказанных пожарных в случае поступления в местную мужскую гимназию «отдать преимущественное право на пользование учрежденными городом Вязники в означенной гимназии двумя стипендиями имени Н.Л. Никитина и И.И. Попова».

Противопожарная служба Вязников накануне 1917 года. Из отчета городской управы следует, что возглавлял вязниковскую пожарную команду Филипп Григорьев. В команде введена новая единица – санитар, ее исполнял Михаил Лопатин. Одним из своих постановлений управа назначила прибавку к жалованью всем служащим команды: брандмейстеру, машинисту к паровой машине и слесарям – 50% от жалованья, парщикам – 25%, сторожам – 15%. И команда доказала, что прибавка стимулирует работать на пожарах эффективнее. 12 февраля успешно ликвидирован пожар в здании городской Управы. И в качестве дополнительного вознаграждения – выплата всем служащим от Северного страхового общества по 3 руб.50 коп. Это ли не прямое подтверждение ценности опасного труда и профессионализма представителей «огненной» профессии?

Список источников

1. Кондратьев, А. И. Охрана труда в строительстве: учеб. для эконом. специальностей строит. вузов / А. И. Кондратьев, Н. М. Местечкина. – М. : Высш. шк., 1990. – 352 с.
2. Ильин В. В., Мешалкин Е. А. – История пожарной охраны России. М.: Академия ГПС МЧС России. СПб: изд-во СПб ГПУ, 2003. – 368 с.
3. Терехнев В. В., Грачев В. А., Шехов Д. А. Пожарно-строевая подготовка. – Екатеринбург: ООО «Издательство «Калан», 2008.
4. Чехов А.П. Пожарное дело в России. СПб.: Типография Р. Голикс, 1892. – 196 с.

Алексей Николаевич Петров

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (alexeyopen7771@mail.ru)

Алексей Николаевич Григорьев

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (lcurlina@mail.ru, SPIN 1467-6690, ID: 769321)

Усовершенствование алгоритма действий подразделений пожарной охраны при тушении пожара в складском комплексе

Аннотация. Статья посвящена вопросам совершенствования управленческих и тактических алгоритмов действий пожарных подразделений при тушении пожаров на складских комплексах. В работе проанализированы ключевые проблемы, возникающие в условиях дефицита личного состава, значительной площади пожаров и риска распространения горения на кровлю. Предложены усовершенствованные модели управления, направленные на повышение эффективности оперативного реагирования и обеспечения безопасности личного состава в рамках государственного и муниципального управления¹.

Ключевые слова: складские площади, огнетушащие вещества, тушение пожаров.

Alexey N. Petrov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Improvement of the Algorithm of Actions of Fire Departments When Fighting Fire in a Warehouse Complex

Abstract. The article is devoted to the issues of improving the managerial and tactical algorithms of actions of fire departments when fighting fires in warehouse complexes. The paper analyzes the key problems that arise in conditions of personnel shortage, a significant fire area, and the risk of fire spreading to the roof. Improved management models aimed at increasing the efficiency of emergency response and ensuring the safety of personnel within the framework of state and municipal administration are proposed.

Keywords: warehouse premises, fire-extinguishing agents, fire suppression.

Актуальность. Пожары в складских комплексах представляют собой одну из наиболее сложных категорий чрезвычайных ситуаций с точки зрения государственного и муниципального управления. Современные складские объекты характеризуются высокой пожарной нагрузкой, большой площадью, сложной планировкой и наличием горючих материалов на значительной высоте (стеллажное хранение) [1].

Основная часть

Актуальность темы обусловлена тремя ключевыми факторами-ограничителями, которые требуют пересмотра существующих алгоритмов:

1. Хронический дефицит личного состава. В современных условиях реформирования и оптимизации численности пожарных гарнизонов, а также ввиду высокой интенсивности вызовов, подразделения часто прибывают на место пожара в неполном составе. Это требует разработки тактики, позволяющей эффективно действовать ограниченными силами без потери качества тушения и обязательным обеспечением безопасности личного состава.

2. Значительная площадь пожара. Складские комплексы имеют огромные по площади помещения. Развитие пожара по открытой площади происходит стремительно,

требуя огромного расхода огнетушащих веществ и перегруппировки сил еще на начальном этапе.

3. Распространение фронта пожара на кровлю и смежные части здания. Из-за большой высоты стеллажей и наличия вентиляционных систем, пожар часто переходит в вертикальную плоскость, угрожая кровле. Это создает риск обрушения и не позволяет создавать боевые позиции для тушения пожара на кровле.

Таким образом, разработка алгоритма, учитывающего данные ограничения, является приоритетной задачей для сохранения жизни личного состава и материальных ценностей.

Позволяет достичь локализации и ликвидации пожара без риска для жизни и здоровья личного состава [2].

Цель исследования. Разработка усовершенствованного алгоритма действий подразделений пожарной охраны, обеспечивающего эффективное тушение пожаров в складских комплексах в условиях ограниченности сил и средств, большой площади пожара и угрозы перехода огня на кровлю, с безусловным соблюдением требований охраны труда [1-2].

Задачи исследования.

1. Анализ оперативно-тактических характеристик современных складских комплексов и выявление основных рисков для личного состава при большой площади и высотном распространении пожара.

2. Оценка тактических возможностей местных гарнизонов в условиях нехватки личного состава при тушении крупных пожаров.

3. Моделирование действий подразделений с учетом приоритетной защиты кровли и подачи огнетушащих веществ на большие площади.

4. Выработка управленческих решений руководителя тушения пожара (РТП) по компенсации дефицита личного состава и обеспечению безопасности работ на высоте.

Объект исследования. Система управления силами и средствами местного пожарно-спасательного гарнизона.

Предмет исследования. Методы управления силами и средствами местного пожарно-спасательного гарнизона для ликвидации пожара на примере ОАО «Завод специализированных автомобилей».

Новизна исследования заключается в следующем:

1. Усовершенствованный алгоритм управления применения сил и средств местного пожарно-спасательного гарнизона.

2. Повышение эффективности управления тактического потенциала местного пожарно-спасательного гарнизона при тушении пожаров на примере ОАО «Завод специализированных автомобилей».

3. Различные ситуации могут привести к необходимости разработки и применению методов, которые могут помочь РТП определить в каком направлении необходимо принимать какие либо управленческие решения, позволяющие кардинально повлиять на выполнение боевой задачи

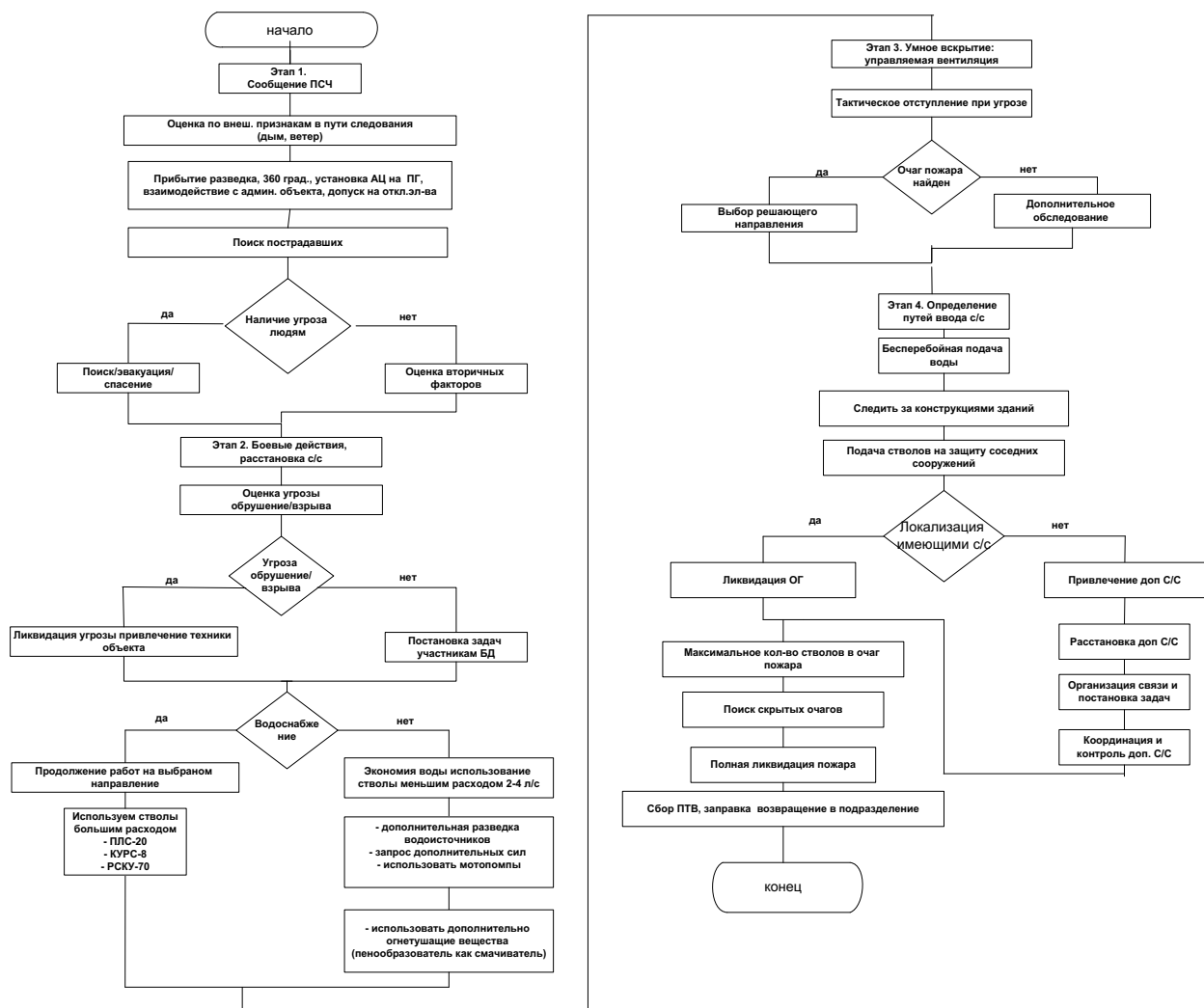


Рисунок – Алгоритм определения достаточности сил и средств местного пожарно-спасательного гарнизона

Заключение. Усовершенствование алгоритма действий пожарных подразделений при тушении складов в условиях современного дефицита ресурсов требует отхода от шаблонных решений. Предложенный в исследовании управленческий подход позволяет РТП гибко реагировать на три ключевых фактора ограничения: малочисленность боевых расчетов, угрозу обрушения и недостаток водоснабжения.

1. Снизить риск гибели и травматизма личного состава.
2. Повысить эффективность использования ограниченных сил.
3. Обеспечить устойчивость несущих конструкций и предотвратить обрушение кровли на работающих пожарных³.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке ведомственных инструкций МЧС России, а также в программах повышения квалификации начальствующего состава пожарной охраны.

Список источников

1. Григорьев, А.Н. Тушения пожаров на производственно-складских комплексах. Григорьев А.Н., Ганенков А.В., Москва, 2024. С. 47-53.
2. Исследование факторов, влияющих на управление пожарными подразделениями при тушении пожаров в помещениях / А. Н. Денисов, А. А. Лукьянченко, А. В. Соколов, А. Н. Григорьев // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – Т. 20, № 8. – С. 48-52. – EDN OFXCPF.

Елена Александровна Киселева

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (e.kiseleva@academygps.ru, SPIN 9012-1622, ID: 126674)

Николай Максимович Апарин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (n.aparin@academygps.ru, SPIN 6096-7807, ID: 1314419)

Ольга Анатольевна Кузьмина

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (m.shurygin@academygps.ru, SPIN 4572-7876, ID: 1121766)

Никольский Сергей Александрович

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (m.shurygin@academygps.ru)

Цифровая поддержка профессионального развития сотрудника

Аннотация. Исследование посвящено разработке и обоснованию системы поддержки управления психологическим обеспечением служебной деятельности. Были определены и решены задачи исследования - выполнить анализ текущего состояния психологического обеспечения, выявить его сильные и слабые стороны; определить систему поддержки управления психологическим обеспечением служебной деятельности. Разработана система поддержки управления психологическим обеспечением служебной деятельности, которая включает внедрение специализированных модулей информационной системы для оперативного сбора и обработки данных о состоянии личного состава.

Ключевые слова: служебная деятельность, учебная деятельность, психологическое обеспечение, поддержка управления, цифровая психология.

Elena A. Kiseleva

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Nikolay M. Aparin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Olga A. Kuzmina

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Sergey A. Nikolsky

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Support for the management of psychological support of official activities

Abstract. The study is devoted to the development and justification of the system of support for the management of psychological support of official activities. The objectives of the study were defined and solved - to perform an analysis of the current state of psychological support, to identify its strengths and weaknesses; to determine the system of support for the management of psychological support of official activities. A system of support for the management of psychological support for official activities has been developed, which includes the implementation of specialized modules of the information system for the prompt collection and processing of data on the condition of personnel.

Keywords: official activities, training activities, psychological support, management support, digital psychology

Психологическое обеспечение в Федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы (ФПС ГПС) играет важную роль в поддержании

высокой готовности и работоспособности личного состава, и представляет собой комплекс мероприятий, направленных на укрепление психологического состояния сотрудников, предотвращение профессионального выгорания и формирование эффективных механизмов адаптации к условиям повышенной нагрузки и риска. Так, регулярное проведение психологического тестирования, анкетирования, опросов, индивидуальных и групповых бесед позволяет выявить особенности личности и поведения сотрудников, способствующих или препятствующих эффективному выполнению служебных обязанностей. Если имеют место острые или хронические интенсивные переживания, внутренние конфликты, манифестация внешнеобвиняющего характера, низкая самооценка, неуверенность в себе и т.д., выраженные в психологическом запросе, проводятся индивидуальные консультации, которые помогают специалистам сохранить здоровье, или же специальные тренинги по формированию устойчивого поведения в критических ситуациях

Кроме того, психологи осуществляют различные реабилитационные мероприятия по созданию условий для восстановления ресурсов организма после длительных нагрузок. Но, самое главное, — это мониторинг и профилактика, т.е. систематический контроль и выявление потенциальных рисков для своевременного принятия мер и предотвращения возникновения кризисных состояний и поддержания высокого уровня психологической устойчивости всего подразделения. Деятельность системы МЧС России невозможно представить без обязательного компонента психологического сопровождения, поскольку оно стало неотъемлемой частью современной практики спасательной службы [1; 2; 3].

Однако, необходимо пояснить, что практика психологического обеспечения нередко сталкивается с рядом вызовов, связанных с устаревшими методологиями или методами, ограниченной доступностью специалистов, не всегда достаточной оперативностью оказания помощи и преобладанием бумажного документооборота. Эти факторы снижают общую эффективность психологической поддержки, не позволяя в полной мере учитывать индивидуальные потребности сотрудников и оперативно реагировать на меняющиеся условия.

Цель исследования: разработать и обосновать систему поддержки управления психологическим обеспечением служебной деятельности.

Объектом исследования является психологическое обеспечение служебной деятельности сотрудников и работников Академии ГПС МЧС России.

Предметом исследования выступает система поддержки управления психологическим обеспечением служебной деятельности и современные инструменты для ее реализации.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи исследования - выполнить анализ текущего состояния психологического обеспечения в системе ФПС ГПС, выявить его сильные и слабые стороны; определить систему поддержки управления психологическим обеспечением служебной деятельности, учитывающую специфику работы сотрудников Академии ГПС МЧС России.

В ходе исследования были использованы следующие методы: анализ научной литературы и нормативно-правовой базы, анкетирование, включенное наблюдение, метод моделирования.

Методологическую основу настоящего исследования составляют несколько ключевых направлений научного познания, объединённых общей целью изучения психологических феноменов и разработки эффективной системы поддержки управления психологическим обеспечением служебной деятельности. Так, системный подход позволил рассмотреть изучаемый объект как целостную структуру, состоящую из взаимосвязанных элементов, каждый из которых оказывает влияние на функционирование целого. В свою очередь, деятельностный подход показал, что профессиональная деятельность специалистов экстремального профиля характеризуется высоким уровнем интенсивности, значительными физическими и эмоциональными нагрузками, необходимостью быстрого принятия решений в нестандартных ситуациях. Поэтому важно учитывать особенности психики и нервной системы сотрудников при разработке методик и рекомендаций по управлению

психологическими ресурсами. Для всестороннего понимания исследуемого явления необходим учет не только индивидуальных характеристик сотрудников, но также организационных факторов, кадровой политики и управленческой культуры. Комплексный подход позволил объединить знания из разных областей науки и практики, выявить некоторые проблемные зоны. В исследовании были учтены научные принципы и методы психологического консультирования, диагностики и профилактики, позволяющие объективно оценить психологическое состояние сотрудников и разработать адекватные программы поддержки. Учет современных методов управления проектами и информационными технологиями позволил существенно ускорить разработку и тестирование предложенной модели. Таким образом, методологическая основа базируется на синтезе научных принципов и практических методов, обеспечивающих всестороннее изучение и решение актуальной научной проблемы формирования эффективной системы поддержки управления психологическим обеспечением служебной деятельности сотрудников и работников Академии ГПС МЧС России [4; 5; 6].

1. Система психологического обеспечения

Основная цель психологического обеспечения заключается в создании условий, способствующих оптимальной работе сотрудников и работников Академии ГПС, сохранению их физического и психологического здоровья, профилактике возможных нарушений профессиональной пригодности и содействию в профессиональном развитии. Однако особое внимание уделяется сопровождению учебного процесса курсантов, слушателей и студентов. Это обусловлено спецификой образовательной деятельности Академии, где будущие специалисты проходят подготовку в области пожарной безопасности и защиты населения в чрезвычайных ситуациях. Учебная программа предусматривает освоение теоретических основ и приобретение практических навыков, необходимых для выполнения будущих должностных обязанностей, и психологи в этом отношении крайне востребованы. Направления работы психологов в учебном процессе – это диагностика уровня подготовленности и потенциала обучающихся, развитие их интеллектуально-познавательного потенциала, формирование социально-значимых установок и ценностных ориентаций, коррекция индивидуально-психологических особенностей и устранение недостатков учебно-воспитательного процесса и многое другое.

Созданная система психологического обеспечения способствует достижению целей образовательной деятельности Академии ГПС, повышая качество подготовки специалистов и укрепляя потенциал пожарной охраны нашей страны.

Анкетирование психологов позволило собрать необходимую информацию относительно текущей оценки существующей системы психологического обеспечения и определению перспектив ее улучшения. Анкета содержала девять вопросов с одним или несколькими вариантами выбора ответов. Результаты анкетирования представлены в таблице.

Таблица – Результаты анкетирования практических психологов

Вопросы и ответы анкетирования практических психологов				
1	Стаж работы психологов			
	До 2-х лет	2 - 5 лет	5-10 лет	Более 10 лет
	20%	40%	30%	10%
2	Частота проводимых обследований			
	Еженедельно	По мере необходимости	Ежемесячно	По мере необходимости
3	Используемые методы диагностики			
	Персонализированный подход (интервью)	Интервью, психобиография, новые авторские тесты	Традиционные методы (тестирование и наблюдение)	Традиционные методы (тестирование и наблюдение)

4	Оценка эффективности применяемых методик			
	Не определились с ответом	Средняя эффективность	Высокая оценка	Высокая оценка
5	Проблемы, связанные с нехваткой времени			
	Не ощущают недостаток времени	Редко возникающие трудности	Часто возникающие трудности	Постоянные трудности
6	Ограничения технического характера			
	Нет значительных препятствий	Редко проблемы с оборудованием и техническими средствами	Часто проблемы с оборудованием и техническими средствами	Нет значительных препятствий
7	Компьютеризация процесса диагностики и отчётности			
	Очень часто используют цифровые средства	Часто задействуют компьютеры	Часто задействуют компьютеры	Периодически использует цифровые средства
8	Уровень удовлетворённости организацией рабочих мест и условиями труда			
	Полностью устраивает	В основном устраивает	Не устраивает совсем	Частично устраивает
9	Необходимость расширения штата психологов в вашем учреждении			
	Необходимо значительное расширение	Желательно некоторое расширение	Оптимальная численность достигнута	Численность избыточна

Большинство опрошенных психологов обладают средним профессиональным опытом (преимущественно от 2 до 5 лет - 40%). Специалисты с большим стажем (более 10 лет) представлены наименьшей группой (10%).

Основная масса респондентов предпочитает проводить обследования по мере необходимости (50%), меньшинство - еженедельно (20%) или ежемесячно (30%). Преобладают традиционные методы диагностики (тестирование и наблюдение) - 40% и инновационные подходы (структурированное интервью, психобиография, авторские тесты) - 40%, остальные используют персональный подход (интервью) - 10%.

При оценке эффективности методик большая часть оценивают ее как среднюю (50%), некоторые - как высокую (40%), небольшая группа не определилась с оценкой (10%).

Указывая на трудности в работе психологов, связанные с недостатком времени, необходимо пояснить, что четверть специалистов не испытывают недостатка времени (20%), треть специалистов сталкивается с редкими трудностями (30%), остальные (50%) регулярно или постоянно испытывают временные ограничения.

Небольшая доля психологов (20%) не имеют никаких проблем с техникой, третья часть специалистов (30%) сталкивается с незначительными техническими трудностями, половина (50%) регулярно сталкивается с серьезными техническими ограничениями.

Одна десятая часть специалистов (10%) активно использует цифровые технологии, две трети специалистов (60%) довольно часто прибегают к цифровизации, оставшаяся четверть (30%) – лишь эпизодически.

Никто из опрошенных не отметил наличие полного удовлетворения условиями труда, три четверти специалистов (70%) частично довольны своими рабочими местами, четверть (20%) недовольны условиями труда.

Анализируя потребность в расширении штатной численности психологов, значительная часть специалистов (40%) уверена, что необходимо ее существенное расширение, ещё одна треть (30%) полагает, что желательно небольшое увеличение штата,

лишь малая часть (20%) считает, что имеющийся штат достаточен, минимальная доля (10%) отметила избыток специалистов.

Полученные результаты показывают значительную неоднородность мнения психологов относительно основных аспектов их работы. В частности, существует различие в восприятии эффективности используемых методик, наличии временных и технических ограничений, уровне удовлетворения документацией и порядке отчётов. Наибольшую обеспокоенность вызывает недостаток времени у опытных специалистов и потребность в улучшении техники у большинства опрошенных. Эти различия отражают реальную ситуацию в системе психологического обеспечения, подчёркивая важность дифференцированного подхода к решению существующих проблем.

2. Поддержка управления психологическим обеспечением

Для повышения эффективности деятельности психологического подразделения в Академии ГПС МЧС России предлагается использовать следующие методы поддержки управления.

Дерево целей (Objectives Tree) - иерархическая структура, которая декомпозирует главную цель, например, «Эффективное психологическое обеспечение сотрудников» на более мелкие, достижимые подцели, задачи и действия. На каждом уровне цели связаны между собой, т.е. цели нижнего уровня являются средствами для достижения целей верхнего уровня. Этот метод помогает структурировать весь процесс, определить, какие именно действия приведут к желаемому результату, и как они связаны между собой. Позволяет отслеживать прогресс достижения каждой цели. Его преимущества: наглядность, системность, четкость постановки задач, ориентация на результат. Но имеется и недостаток – этот метод может быть избыточно сложным для простых задач, он требует очень четкой проработки на начальном этапе.

ТРИЗ (Теория решения изобретательских задач) С.Альтшуллера - это система методов, ориентированных на поиск идеального конечного результата и устранение противоречий в системе. Акцент делается на выявлении и решении проблем путем применения стандартизированных алгоритмов и эвристик (например, 40 принципов решения изобретательских задач, анализ физических полей, закон роста технических систем).

Матрица Эйзенхауэра – метод приоритизации задач и действий на основе двух критериев, наиболее распространенный вариант, при котором задачи делятся на четыре категории:

- Важно и срочно: выполнять немедленно.
- Важно, но не срочно: планировать и выполнять.
- Не важно, но срочно: делегировать (если возможно).
- Не важно и не срочно: исключить или отложить.

Метод используется для эффективного управления временем и ресурсами, фокусировки на действительно приоритетных задачах. В контексте психологического обеспечения это может быть распределение нагрузки психологов, определение срочности решения проблем сотрудников. Преимущества метода: простота, наглядность, помогает сосредоточиться на главном. Недостатки: не всегда учитывает сложность задачи или необходимость использования специфических ресурсов.

Метод SWOT-анализа (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) - анализ сильных и слабых сторон (внутренние факторы) и возможностей и угроз (внешние факторы), связанных с объектом анализа (например, текущей системой психологического обеспечения или предлагаемым цифровым решением). Метод помогает оценить текущее состояние, выявить потенциальные проблемы и возможности, разработать стратегию развития. Для нашего случая – оценка текущей системы психологического тестирования, выявление сильных сторон в поведении, которые нужно сохранить, и слабых, которые нужно устранить, а также анализ внешних факторов (например, корпоративная культура, доступность технологий). Преимущества: комплексный подход, помогает понять контекст, является основой для

стратегического планирования. Недостатки: требует сбора большого объема информации, результаты могут быть субъективными.

Как использовать совокупность методов поддержки управления психологическим обеспечением? SWOT-анализ – это стартовая точка. Он помогает определить общие направления психологической поддержки. Дерево целей – помогает структурировать путь от общей цели к конкретным шагам в организации деятельности психологов. Матрица «Важно/Не важно» используется ежедневно или еженедельно для того, чтобы психологи знали, на чем сосредоточиться в первую очередь. ТРИЗ - применяется при возникновении сложных, нестандартных задач, которые не решаются обычными методами. Таким образом, каждый метод дополняет друг друга, создавая комплексную систему поддержки.

Интеграция этих методов с инструментами цифровой трансформации обеспечивает существенное повышение эффективности и доступности психологического сопровождения, делая его более адаптивным и соответствующим современным требованиям профессионального роста и охраны психического здоровья сотрудников. Разработанная в этой связи модель является авторской и создана специалистами Академии ГПС МЧС России. Компоненты модели включают техническую поддержку и развитие платформ - поддержку приложения, сайта и инфраструктуру, затем развитие контента, управление данными и аналитику и, наконец, решение возможных проблем у пользователей. Сама разработка предполагает практическое внедрение с целью оптимизировать работу психологов, освободить их от рутинных задач, повысить эффективность диагностики и консультирования, а также вовлечь в развитие цифровых инструментов. Это полнофункциональное Android-приложение для психологического обеспечения с личным кабинетом и системой тестирования. Функционально оно имеет возможность создать личный кабинет сотрудника с профилем пользователя, историей психодиагностики, статистикой результатов, персональными рекомендациями, а также непосредственно предложить систему тестирования и, соответственно, оценку - автоматическую проверку, баллы и временные ограничения. Технически приложение предполагает офлайн работу с полной функциональностью без интернета и синхронизацией при подключении, хорошую производительность с быстрой загрузкой данных, оптимизированным использованием памяти и плавной анимацией, совместимость и прочее.

Преимущества разработки – это удобный доступ к ресурсам в любое время, конфиденциальность и безопасность данных, профессиональная поддержка от опытных специалистов, индивидуальный подход к каждому пользователю. Роль психолога трансформируется из исполнителя бумажных процедур в ключевого эксперта, аналитика и консультанта, который использует цифровые инструменты для повышения эффективности, доступности и качества психологического обеспечения. Получают возможность уделять больше времени интеллектуальной, аналитической и творческой работе, а также непосредственно работе с людьми, вместо рутинной обработки данных.

Заключение

В результате анализа существующего положения дел в области психологического сопровождения сотрудников были выявлены его сильные стороны - наличие квалифицированных кадров среди психологов, обладающих опытом работы в условиях ЧС, использование современных методик диагностики и коррекции психоэмоционального состояния личного состава, реализация профилактических мероприятий, направленных на снижение уровня стресса сотрудников. Однако имеют место и слабые стороны, такие как недостаточная интеграция психологического компонента в общую структуру управленческих решений, отсутствие единой централизованной базы данных для мониторинга динамики психологического здоровья сотрудников, а также определенная ограниченность ресурсов для полноценного внедрения и сопровождения.

Но, тем не менее, это большое достижение в области цифровой психологии, и оно требует дальнейшего развития. Важно продолжить работу над внедрением современных методов поддержки управления, созданием комплексной системы цифрового мониторинга,

включающей современные технологии сбора и обработки данных, разработки специализированных алгоритмов анализа рисков и индивидуальных подходов к каждому сотруднику.

Список источников

1. Психологическая устойчивость в условиях ЧС: Курс лекций / О.А. Кузьмина, Е.А. Киселева, Е.Н. Спирина. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2021. 160 с.
2. Психологическое и кадровое обеспечение деятельности ФПС ГПС МЧС России. Практикум. / Сост. О.А. Кузьмина, Е.А. Киселёва, А.А. Федосеев, Т.В. Иванова - М.: Академия ГПС МЧС России, 2024. 170 с.
3. Hansen C. Learning analytics and open learning modelling for professional competence development of firefighters and future healthcare leaders [Текст] / C. Hansen, G. Nettelund, B. Wasson // CEUR Workshop Proceedings. – 2016. P. 87-90.
4. Корнилова Т.В. Методологические основы психологии: учебник для вузов / Т.В. Корнилова, С.Д. Смирнов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2026. 395 с.
5. Мартынова М.А. Психолого-педагогическое консультирование: практикум / М.А. Мартынова. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2023. 151 с.
6. Чекмарев А.В. Управление цифровыми проектами и процессами: учебник для вузов / А.В. Чекмарев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2026. 424 с.

УДК 614.842
ББК 38.702

Николай Максимович Апарин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (n.aparin@academygps.ru, SPIN 6096-7807, ID: 1314419)

Максим Андреевич Шурыгин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (m.shurygin@academygps.ru, SPIN 2413-1802, ID: 745388)

Казбек Анатольевич Агузаров

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (k.aguzarov@academygps.ru)

Александр Евгеньевич Середа

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (a.sereda@academygps.ru)

Александр Анатольевич Бурлай

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (a.burlay@academygps.ru)

Инновационные подходы к тушению пожаров на навесных вентилируемых фасадах многоэтажных зданий в условиях ограниченной доступности пожарно-спасательной техники

Аннотация. Рассматриваются инновационные методы тушения пожаров на навесных вентилируемых фасадах (НВФ) многоэтажных зданий, особенно в условиях ограниченной доступности пожарно-спасательной техники. Анализируется специфика распространения огня в конструкции НВФ, включая роль воздушного зазора и горючих материалов утеплителя. На примере объекта КВВ 1 демонстрируются практические решения: применение беспилотных летательных аппаратов (БЛА), роботизированных лафетных стволов и модульных систем пожаротушения. Предложены рекомендации по повышению эффективности ликвидации возгораний на высотных объектах.

Ключевые слова: навесной вентилируемый фасад, тушение пожаров, многоэтажные здания, беспилотные летательные аппараты, роботизированные системы пожаротушения, ограниченная доступность техники.

Nikolay M. Aparin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Maxim A. Shurygin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Kazbek A. Aguzarov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Aleksandr E. Sereda

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Alexander A. Burlai

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Innovative approaches to extinguishing fires on hinged ventilated facades of multi-storey buildings in conditions of limited availability of fire and rescue equipment

Abstract. Innovative methods of extinguishing fires on hinged ventilated facades of multi-storey buildings are considered, especially in conditions of limited availability of fire and rescue equipment. The article analyzes the specifics of the spread of fire in the construction of explosives,

including the role of an air gap and combustible insulation materials. Using the example of the KBB 1 facility, practical solutions are demonstrated: the use of unmanned aerial vehicles (UAVs), robotic gun carriages and modular fire extinguishing systems. Recommendations for improving the efficiency of fire elimination at high-rise facilities are proposed.

Keywords: hinged ventilated facade, firefighting, multi-storey buildings, unmanned aerial vehicles, robotic fire extinguishing systems, limited availability of equipment.

Навесные вентилируемые фасады (НВФ) широко применяются в современном строительстве многоэтажных зданий благодаря энергоэффективности и эстетике. Однако их конструкция создаёт повышенные риски при пожаре: воздушный зазор способствует быстрому вертикальному распространению пламени, а горючие материалы утеплителя (полистирол, пенополиуретан) усиливают интенсивность горения.

Особую сложность представляет тушение пожаров на НВФ в условиях плотной городской застройки, где ограничена доступность пожарно-спасательной техники — узкие проезды, отсутствие площадок для установки автолестниц и автоподъёмников. Цель статьи — проанализировать инновационные подходы к ликвидации возгораний на НВФ и апробировать их на примере объекта КБВ 1.

Специфика пожаров на навесных вентилируемых фасадах

Основные факторы, осложняющие тушение пожаров на НВФ:

- Быстрое распространение пламени по воздушному зазору и горючим материалам облицовки/утеплителя.
- Вертикальное распространение огня с нижних этажей на верхние, включая переброс искр.
- Сложность локализации из-за скрытого горения внутри конструкции.
- Опасность обрушения элементов фасада под воздействием высокой температуры.
- Ограниченная доступность для традиционных средств тушения (автолестницы, подъёмники).

Тушения пожаров на навесных вентилируемых фасадах особую роль играют инновационные методы, позволяющие минимизировать риски при ограниченных возможностях доступа пожарно-спасательной техники. Их систематизация и сравнительная оценка приведены в таблице.

Таблица – Инновационные методы тушения

Критерии	Описание
Применение БЛА с тепловизорами и средствами пожаротушения	– БЛА оперативно проводят разведку, выявляя очаги возгорания и пути распространения огня. – Дроны с модулями сброса огнетушащих составов (порошки, аэрозоли) позволяют локализовать пламя на ранних стадиях. – Беспилотники обеспечивают мониторинг ситуации в режиме реального времени, помогая корректировать тактику тушения.
Роботизированные лафетные стволы с дистанционным управлением	– Размещаются на безопасных расстояниях или на крышах соседних зданий. – Обеспечивают точное наведение на очаг пожара с возможностью регулировки расхода и формы струи. – Позволяют тушить фасады на высоте до 100 м без привлечения автолестниц.

Модульные системы пожаротушения, интегрированные в конструкцию НВФ	– Автоматические модули с огнетушащим составом монтируются на разных уровнях фасада. – Активируются при достижении критической температуры или по сигналу датчиков дыма. – Локализуют возгорание до прибытия пожарных подразделений.
Огнетушащие спреи и гелевые составы	– Гелевые составы обладают повышенной адгезией к вертикальным поверхностям, создавая огнезащитный барьер. – Спреи на основе микро капсулированных реагентов эффективно подавляют пламя в воздушных зазорах.
Системы раннего обнаружения и оповещения	– Датчики температуры и дыма, установленные в воздушном зазоре НВФ. – Интеграция с автоматизированными системами управления пожаротушением.

Кроме этого, в настоящее время рассматривается реальная возможность использования БЛА при тушении пожаров в труднодоступных местах и в высотных зданиях¹.

Практическое применение на объекте КВВ 1

Объект КВВ 1 — 25-этажный жилой комплекс с навесным вентилируемым фасадом (утеплитель — минераловатные плиты, облицовка — керамогранитные панели).

Особенности застройки:

- ограниченная ширина проездов (4 м);
- отсутствие площадок для развёртывания автолестниц;
- плотная застройка в радиусе 50 м.



Рисунок – Тушение пожара на навесных вентилируемых фасадах многоэтажных зданий в условиях ограниченной доступности пожарно-спасательной техники

Инновационные подходы к тушению пожаров на навесных вентилируемых фасадах позволяют эффективно бороться с возгораниями в условиях ограниченной доступности

¹ Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/7991940>

техники. Комбинация БЛА, роботизированных систем и модульных огнетушащих устройств сокращает время локализации пожара и минимизирует риски для спасателей и жителей. Внедрение этих технологий требует нормативного закрепления и адаптации тактик пожаротушения для высотных зданий.

Список источников

1. Елфимова М. В., Елфимов Н. В. «О вопросах пожарной и промышленной безопасности при использовании навесных вентилируемых фасадов» // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. — 2017. — № 4. — С. 50–57. .
2. Доброгорская Л. В., Бушманова А. В., Михайлова М. К., Далинчук В. С. «Меры предотвращения пожаров навесных вентилируемых фасадов» // Строительство уникальных зданий и сооружений. — 2016. — № 9 (48).
3. Елфимова М. В., Елфимов Н. В. «Исследование показателей пожарной опасности при технологическом процессе изготовления навесных вентилируемых фасадов, применяемых в строительстве» // Интернет-журнал «Науковедение». — 2017. — Том 9, № 1
4. Богданова Г. А. «Анализ причин возникновения пожаров в зданиях с системами навесных вентилируемых фасадов» // КиберЛенинка. — 2025.
5. Хасенова А. Н., Кузьмичёв А. А., Гололобов Д. А. «Обзор автоматических систем пожаротушения в зданиях высотного строительства для обеспечения безопасности и эффективного управления при аварийных ситуациях» // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. — 2025. — № 1 (17). — С. 11–15.
6. Лопухов А. А., Логинов В. И., Осипов Ю. Н., Ершов В. И. «Направления экспериментальных исследований по применению беспилотных авиационных систем для тушения пожаров в зданиях повышенной этажности с использованием компрессионной пены» // КиберЛенинка. — 2021.

Андрей Дмитриевич Нуйкин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (nad2000253@gmail.com)

Максим Владимирович Сибиряков

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (m.sibiryakov@academygps.ru, SPIN 9001-8247, ID: 1014698)

Николай Максимович Апарин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (n.aparin@academygps.ru, SPIN 6096-7807, ID: 1314419)

Максим Андреевич Шурыгин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (m.shurygin@academygps.ru, SPIN 2413-1802, ID: 745388)

Анализ существующих средств и способов спасения из многоэтажных зданий

Аннотация. В статье рассказывается о существующих способах и средствах спасения пострадавших с высоты. Особое внимание уделено реальным условиям использования: сложности городской застройки, высоте зданий, погодным факторам и уровню подготовки персонала. Представлена классификация современных средств спасения с высоты, оценка их эффективности и расстановка задач по применению в различных чрезвычайных ситуациях.

Ключевые слова: средства спасения, спасение людей с высоты, высотные здания.

Andrey D. Nuikin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Maxim V. Sibiryakov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Nikolay M. Aparin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Maxim A. Shurygin

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Analysis of Existing High-Rise Rescue Means and Methods

Abstract: The article describes the existing methods and means of rescuing victims from heights. Special attention is paid to the actual conditions of use: the complexity of urban development, the height of buildings, weather conditions, and the level of personnel training. The article presents a classification of modern means of rescuing from heights, evaluates their effectiveness, and outlines the tasks of their use in various emergency situations.

Keywords: rescue equipment, rescuing people from heights, high-rise buildings.

В настоящее время на территории Российской Федерации был и остаётся актуальным вопрос спасения людей при пожарах в зданиях различной этажности. С каждым годом застройка в городах увеличивается, количество многоэтажных зданий растёт. Вместе с тем более частыми становятся и случаи возникновения пожаров. И чем выше расположен очаг возгорания, тем сложнее становится проведение аварийно-спасательных работ для личного состава подразделений пожарной охраны. Вопросы спасения пострадавших из высотных зданий становятся всё более актуальными.

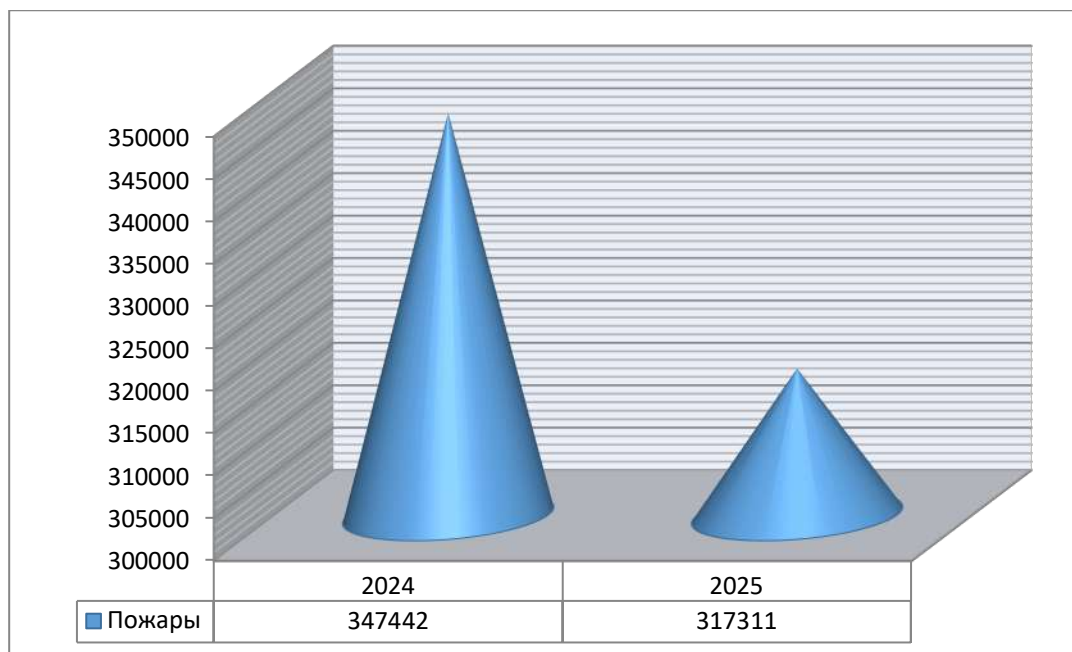


Рисунок 1 – Основные показатели обстановки с пожарами и их последствиями в Российской Федерации

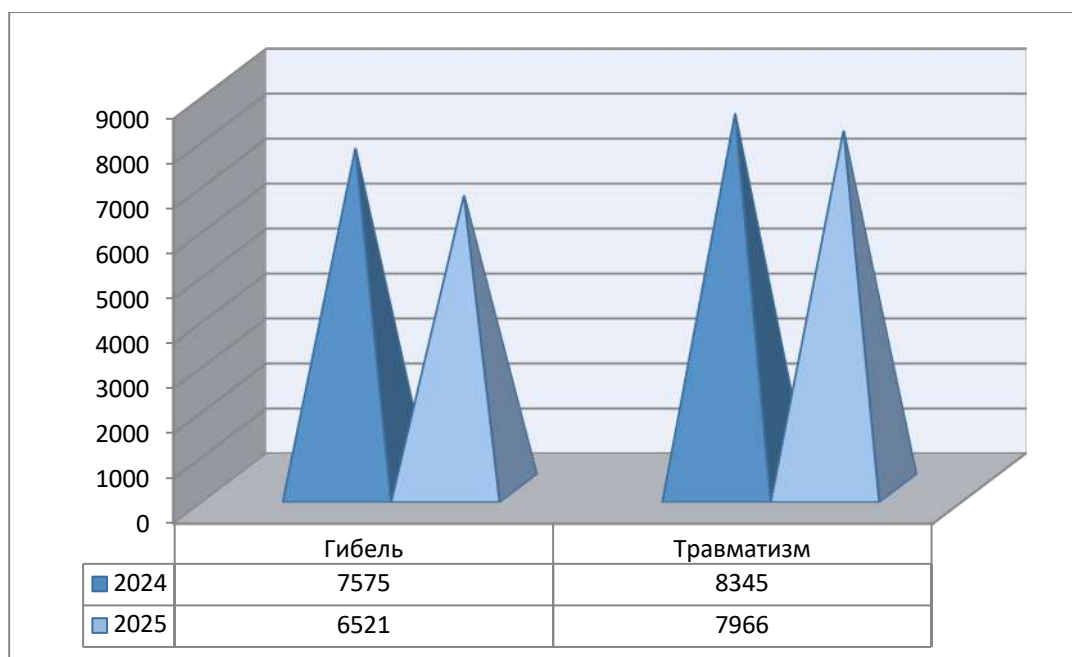


Рисунок 2 – Основные показатели обстановки с пожарами и их последствиями в Российской Федерации

В зависимости от сложившейся обстановки и имеющегося пожарно-технического оборудования, спасение может осуществляться с применением механизированных средств: автолестниц, коленчатых подъемников, а также технических средств: спасательных рукавов, веревок, трапов, специальных и ручных пожарных лестниц. Это именно тот перечень, который находится на вооружении в подразделениях пожарной охраны на территории Российской Федерации. Все вышеперечисленные способы и средства в отдельных случаях не являются эффективными и пострадавших приходится спасать, спуская вниз по лестничным маршам методами переноски на руках, а также с использованием носилок. Даже имеющиеся автомобили не всегда могут прийти на помощь при возникновении пожара, поскольку имеют

ряд недостатков: ограниченная высота подъема (подавляющее большинство лестниц имеют длину до 30 м); недостаточная маневренность [1]. Для укладывания пострадавшего на носилки используют в основном два приема. Из четверых спасающих трое становятся на колени лицом к лежащему пострадавшему и, подводя под него руки, одновременно приподнимают его и кладут на раскрытые носилки, которые подводит под пострадавшего четвертый. Двое спасателей могут применить способ малоизвестный, но легкий и удобный. Вместо носилок можно использовать стул. Пострадавший садится на стул, один носильщик идет сзади и держит спинку стула, а второй идет впереди и держит стул за верхнюю часть передних ножек, располагая свое туловище между ногами пострадавшего.



Рисунок 3 – Проведение эксперимента. Вынос пострадавшего на носилках. Спуск с 16 этажа



Рисунок 4 – Проведение эксперимента. Вынос пострадавшего на носилках. Спуск с 16 этажа

В настоящее время в эксплуатации находится большое количество зданий и сооружений, которые не соответствуют в полной мере действующим нормам по уровню противопожарной защиты. Однако даже на объектах, построенных в полном соответствии с нормами, при пожаре или чрезвычайной ситуации может сложиться такая обстановка, когда безопасный выход людей по существующим эвакуационным путям будет невозможен. Архитектурно-планировочные решения, способы подъезда пожарной техники, наличие там технологических сооружений, наличие растительности в непосредственной близости от зданий – основные факторы, которые следует учитывать при выборе средств спасения людей с высоты [2].

Эффективность решения, принятого РТП, напрямую зависит от объёма и достоверности предварительной информации, которой он располагает. Наиболее полные и качественные данные об объекте руководитель может получить от представителя либо

собственника организации, а также из документов предварительного планирования, таких как планы тушения пожаров, карточки тушения пожаров и расписание выезда.

Спасение людей на пожарах и в других чрезвычайных ситуациях в зданиях и сооружениях, особенно в многоэтажных жилых домах с массовым пребыванием людей, является важной задачей при определении критериев безопасности. Часто гибель людей происходит только потому, что пожарно-спасательные и аварийно-спасательные службы не имеют возможности своевременно эвакуировать их из горящего или разрушенного помещения. В случае крупных пожаров и чрезвычайных ситуаций люди на верхних этажах становятся заложниками, так как опасные факторы пожара перекрывают эвакуационные пути к спасению и самоспасению, разрушают лестничные клетки при взрывах бытового газа и т.п.

Способ спасения определяет командир подразделения спасателей на основе оценки обстановки, возможностей имеющихся средств спасения и состояния пострадавших.

При этом оцениваются:

- условия, в которых находятся пострадавшие, состояние подходов к разрушенному зданию;
- устойчивость конструкций, наиболее безопасное и удобное направление ведения спасательных работ; - количество пострадавших, их местонахождение, физическое и психическое состояние;
- возможности имеющихся спасательных средств применительно к сложившейся обстановке;
- время года, суток, состояние погоды, их возможное влияние на ведение работ.

На основе оценки обстановки определяются:

- наиболее рациональный и безопасный способ спасения пострадавших в данной обстановке;
- необходимые силы и средства;
- порядок спасения в данных условиях;
- основные меры безопасности.

При постановке задачи подразделению, назначенному для спасения пострадавших с верхних этажей разрушенных зданий, указывается:

- обстановка на объекте спасательных работ;
- задача подразделения, способ спасения;
- время на выполнение задачи;
- меры безопасности;
- порядок эвакуации;
- место развертывания медицинского пункта;
- место пункта управления, порядок связи.

Современные средства спасения с высоты по характерным признакам могут быть классифицированы на следующие типы [3]:

по размещению средств относительно частей здания: внутренние (расположенные внутри), внешние (наружные);

по взаимосвязи с этапами строительства (реконструкции): не предусмотренные проектом, изначально заложенные в архитектурно-планировочные решения;

по способу установки и базирования: стационарные, мобильные, переносные;

по направлению действия: подъемно-спускные, спускные;

по конструктивному исполнению: канатно-спускные (тросовые, ленточные), рукавные (спиральные, эластичные), трапы (пневматические, натяжные, комбинированные), прыжковые (пневматические, натяжные), лестницы (складные, навесные), вертолеты, дельтапланы, аппараты легче воздуха, в том числе парашюты, агрегатно-комбинированные;

по уровню подготовленности (обученности пользователей): не требующие специальной подготовки (общего применения), требующие специального обучения (профессиональные, специального применения);

по кратности применения: одноразовые, многократные;

по производительности (количеству спасаемых): индивидуальные, групповые (коллективные);

по высоте спуска: с ограничением (по минимальной и максимальной высоте), без ограничения;

по способу управления: с ручным регулированием скорости, с автоматическим регулированием скорости, с ручным и автоматическим регулированием скорости;

по автономности: независимые от внешних источников энергии, зависимые от внешних источников энергии.

Список источников

1. Ширинкин П.В. К вопросу оснащённости инструментом и оборудованием основных пожарных автомобилей общего применения / П.В. Ширинкин, А.Ю. Трояк, С.О. Куртов, В.Ю. Яровой // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2022. – № 2(25). – С. 15-23.

2. Вищекин М.В. Ещё раз о применении средств спасения с высоты при пожаре / М.В. Вищекин, С.М. Дымов, Д.Ю. Русанов // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. – 2021. – № 2(9). – С. 74-77;

3. Реутов Д.В. Средства спасения с высотных уровней зданий и сооружений / Д.В. Реутов, Д.Ю. Беликов, А.А. Омелаева // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. – 2021. – № 1(8). – С. 308-319.

Тамерлан Владимирович Хаджимов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (tamerlan707.rich@mail.ru)

Татьяна Фёдоровна Фирсова

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (tatyana-firsova@yandex.ru, SPIN 4517-6253, ID: 1155437)

Средства повышения эффективности систем подачи воздуха в защищаемые помещения

Аннотация. В статье представлен комплексный анализ эффективности систем приточной противодымной вентиляции в торговых центрах. Рассмотрена статистика пожаров в зданиях с установленными системами дымоудаления, проанализированы причины неработоспособности противодымной вентиляции и их влияние на гибель людей. Особое внимание уделено физическим механизмам возникновения избыточного давления и вакуума в защищаемых помещениях. Предложены технические решения проблемы блокировки дверей при работе противодымной вентиляции.

Ключевые слова: противодымная вентиляция, подача воздуха, избыточное давление, противопожарные двери, торговые центры, подпор воздуха, огнестойкость.

Tamerlan V. Hadjimov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Tatyana F. Firsova

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Means of increasing the efficiency of air supply systems in protected areas

Abstract. The article presents a comprehensive analysis of the efficiency of supply smoke control ventilation systems in shopping malls. Statistics of fires in buildings with installed smoke exhaust systems are reviewed, the causes of inoperability of smoke control systems and their impact on human deaths are analyzed. Special attention is paid to the physical mechanisms of overpressure and vacuum occurrence in protected premises. Technical solutions to the problem of door blocking during the operation of smoke control systems are proposed.

Keywords: smoke control ventilation, air supply, overpressure, fire doors, shopping malls, air pressurization, fire resistance.

Системы приточной противодымной вентиляции являются ключевым элементом обеспечения безопасности людей при пожарах в торговых центрах. Их основная функция – создание избыточного давления в путях эвакуации, лестничных клетках, лифтовых шахтах для предотвращения проникновения дыма и обеспечения незадымляемой эвакуации. Однако практика показывает, что эффективность этих систем часто оказывается ниже проектной, а в некоторых случаях их работа создает дополнительные препятствия для эвакуации.

Актуальность настоящего исследования обусловлена противоречием между нормативными требованиями к работе противодымной вентиляции и реальными условиями их функционирования, в частности – проблемой блокировки противопожарных дверей вследствие создания избыточного давления или вакуума в защищаемых помещениях.

В качестве примера ошибки проектирования систем противодымной вентиляции можно привести неправильное устройство данных систем, результатом чего в защищаемом помещении возможно образование такого подпора воздуха, который не позволит человеку беспрепятственно открыть дверь и эвакуироваться. Данный случай возможен, когда система

противодымной вентиляции спроектирована «с запасом», не учтены параметры помещений, коридоров, утечек из помещений, лифтовых, лестничных клеток, неправильное использование систем приточной вентиляции без устройства соответствующих систем вытяжки, ошибки в разделении на дымовые зоны.

Данные ошибки могут привести к повышению давления подпора воздуха сверх регламентированных федеральным законом значений. Человек не может беспрепятственно открыть дверь в сторону выхода из-за таких ошибок, что приводит к увеличению времени эвакуации, людским потерям, материальному ущербу.

Анализ данных по неисправным системам позволяет классифицировать отказы противодымной вентиляции:

- механические неисправности: заклинивание обратных клапанов, неплотности воздухопроводов (снижение создаваемого давления), неоткрывание противопожарных клапанов;
- электрические неисправности: отсутствие автоматического запуска при срабатывании пожарной сигнализации, несрабатывание вследствие отключения электропитания, ложные срабатывания, приводящие к отключению персоналом;
- аэродинамические проблемы: несбалансированность приточной и вытяжной систем, создание избыточного давления, препятствующего открыванию дверей, образование вакуума в помещениях при работе вытяжных систем.

В качестве примера аварийных отказов техники можно привести неконтролируемую работу вентиляторов, нагнетающих воздух в защищаемые помещения, следовательно, возможно как абсолютное отсутствие подпора воздуха, так и его повышенное значение сверх норм, регламентируемых федеральным законом и другими нормативными документами.

Анализ жертв при пожарах в результате неисправностей противодымной вентиляции, механизм влияния неисправностей на гибель людей.

Статистика пожаров со смертельным исходом показывает, что основным поражающим фактором является не термическое воздействие, а отравление продуктами горения. При неработающей или неэффективной противодымной вентиляции пути эвакуации быстро заполняются дымом, что приводит к:

- потере видимости и невозможности ориентироваться;
- отравлению угарным газом и цианидами;
- панике и давке в задымленных помещениях.

В качестве анализа отказов техники противодымной вентиляции можно привести данные из сборника статистики пожаров за 2024 год, а именно в таблице №55, в которой приводятся следующие данные:

Таблица – Статистические данные о пожарах за 2024год по информации ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Вид пожарной автоматики	Результаты работы (состояние) пожарной автоматики	Количество пожаров, ед.	Погибло, чел.	Травмировано, чел.	Прямой ущерб, тыс. руб.	Спасено, чел.	Эвакуировано, чел.
Опасные факторы пожара воздействовали в защищаемой пожарной автоматикой зоне							
Всего	Всего	7003	117	349	5134654	1517	86381
	Сработала, задачу выполнила	5151	77	243	4755601	1257	80536
	Сработала, задачу не выполнила	182	6	29	381760	30	3356
	Исправна, но не сработала вследствие недостижения порога срабатывания	1675	22	81	752488	170	11605
	Неисправна	350	18	37	488339	202	1892
	Не включена	180	5	10	231820	14	428
Охранно-пожарная и пожарная сигнализация	Всего	6438	99	310	5020349	1447	80007
	Сработала и подала сигнал о пожаре, став первоначальным источником сведений о пожаре	3964	53	179	3360729	953	63598
	Сработала и подала сигнал о пожаре после получения информации о пожаре из других источников	854	18	42	1341356	258	9887
	Исправна, но не сработала вследствие недостижения порога срабатывания	1183	11	58	32533	105	5779
	Неисправна	290	15	22	147701	118	537
	Не включена	150	2	9	138027	13	206
Установка или модуль пожаротушения	Всего	248	6	36	498240	21	9937
	Сработала, пожар потушила	64	0	1	28183	0	2375
	Сработала, подала огнетушащие вещества в очаг пожара (зону горения), пожар не потушила	62	5	21	365293	12	2269
	Сработала и подала огнетушащие вещества вне очага пожара (зоны горения)	35	0	1	4353	2	578
	Исправна, но не сработала вследствие недостижения порога срабатывания	77	1	6	206	1	4549
	Неисправна	7	0	4	0	4	165
	Не включена	4	0	3	100205	2	1
Система противодымной защиты	Всего	1209	28	90	353448	292	15248
	Сработала, обеспечила незадымление путей эвакуации	557	11	48	339256	148	11633
	Сработала, не обеспечила незадымление путей эвакуации	15	1	0	10	9	143
	Исправна, но не сработала вследствие недостижения порога срабатывания	569	13	31	13028	62	2571
	Неисправна	46	3	10	1154	71	869
	Не включена	22	0	1	0	2	32

Из 7003 случаев срабатывания систем пожарной автоматики 1209 приходится на систему противодымной вентиляции.

Из 1209 случаев ожидаемого срабатывания систем ПДВ произошло 46 фактов неисправного состояния данной системы. Анализ данных 46 события требует дополнительного рассмотрения на предмет точной причины неисправности. Следует отметить, что в результате неисправностей системы погибло за 2024год 3 человека, а также травмировано 10.

Статистика по ошибкам проектирования на данный момент отсутствует, ведётся работа в данном.

Рассмотрев указанные факты отказов и ошибок, можно сделать вывод, что данная проблема актуальна, а также необходима разработка новых средств повышения эффективности систем подачи воздуха в защищаемые помещения.

Моим предложением по повышению эффективности средств подачи воздуха в защищаемые помещения является разработка нового конструктива противопожарной двери со «шторкой», позволяющей беспрепятственный выход из помещений для эвакуации.

Для примера можно привести нынешние средства и предложения по преодолению данных проблем:

1. Двери с гидравлическим приводом. Во-первых, данная система является дорогой; во-вторых, усложнение конструкции ведёт к неизбежным отказам, возникающим из-за отсутствия обслуживания; в-третьих, требуется частое техническое обслуживание, что влечёт за собой экономические траты, ответственность за обслуживание систем.

2. Двери с «доработанными» уплотнителями, которые представляют собой вырезанные уплотнители двери, что обеспечивает утечку воздуха для понижения давления подпора воздуха в защищаемых помещениях. Недостатком является несанкционированное внесение изменений в конструкцию двери, разработанной и произведённой согласно регламенту, техническому заданию и требованию нормативных документов, а также данные изменения не изучены и неизвестны параметры удаляемых уплотнителей, обеспечивающих достаточную утечку воздуха для открывания двери.

Указанные выше методы борьбы с ошибками проектирования и аварийных отказов техники являются либо доработками «на месте», ситуативными выходами из сложившейся ситуации, либо дорогими и требующими постоянного ответственного обслуживания.

Список источников

1. Колчев Б. Б. Основные ошибки при проектировании систем противодымной защиты зданий и сооружений / Б. Б. Колчев // Вентиляция. Отопление. Кондиционирование: АВОК. — 2021. — № 2. — С. 34-39. — ISSN 1609-7843.

2. Каменев П. Н. Вентиляция: учебник / П. Н. Каменев. — М. : Издательство АСВ, 2019. — 624 с. — ISBN 978-5-93093-436-3.

3. Есин В. М. Анализ эффективности работы систем противодымной вентиляции в высотных зданиях / В. М. Есин, А. В. Подгрушный // Пожаровзрывобезопасность. — 2020. — Т. 29, № 4. — С. 45-52. — DOI 10.18322/PVB.2020.29.04.45-52. — EDN: XYZABC.

4. Громовой В. А. Проблемы обеспечения незадымляемости путей эвакуации в многофункциональных комплексах / В. А. Громовой, Т. Ф. Фирсова // Технологии техносферной безопасности. — 2022. — № 2 (96). — С. 1-9. — EDN: DEFGHI — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12345678> (дата обращения: 15.03.2026).

5. Сидоренко С. Н. Моделирование аэродинамических процессов в системах противодымной защиты / С. Н. Сидоренко, И. В. Баранова // Пожарная безопасность в строительстве. — 2021. — № 3. — С. 28-35. — EDN: JKLMNO (пример условного кода).

6. Кошмаров Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: учебное пособие / Ю. А. Кошмаров. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. — 218 с. — ISBN 978-5-9228-1654-8.

7. Пузач С. В. Методы расчета тепломассообмена при пожаре в помещении и их применение для решения задач пожаровзрывобезопасности : монография / С. В. Пузач. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. — 312 с. — ISBN 978-5-9228-1789-7.

8. Ильин Н. А. Экспериментальная оценка влияния избыточного давления на усилие открывания противопожарных дверей / Н. А. Ильин, Е. В. Клишкин // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России». — 2023. — № 1. — С. 54-62. — EDN: PQRSTU (пример условного кода). — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=98765432>

Илья Михайлович Игнатов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (ignatov.ilya04@yandex.ru)

Артем Игоревич Соковнин

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (sokovninartem88@yandex.ru, SPIN 4917-2266, ID: 773348)

Параметры объёмного тушения в замкнутых объёмах парокапельной средой

Аннотация. В статье рассматриваются варианты нахождения ключевых параметров объёмного тушения в замкнутых объёмах парокапельными средой. Их определение поможет определить ключевые особенности в использовании парокапельной среды, полученной в результате взрывного вскипания, для тушения пожаров в замкнутых объёмах.

Ключевые слова: объёмное тушение, парокапельная среда, пожарная безопасность, параметры тушения.

Ilya M. Ignatov

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Artem I. Sokovnin

State fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Parameters of volumetric extinguishing in closed spaces using steam-droplet jets

Abstract. The article discusses options for finding key parameters of volumetric extinguishing in enclosed spaces with a vapor-droplet medium. Their determination will help identify key features in using the vapor-droplet medium obtained as a result of explosive boiling for extinguishing fires in enclosed spaces.

Keywords: volumetric extinguishing, vapor-droplet environment, fire safety, extinguishing parameters.

Параметр – это признак или величина, характеризующая какое-либо свойство объекта и принимающая различные значения [1].

Для исследования параметров объёмного тушения необходимо использовать комплекс различных методов исследования, которые помогут всесторонне изучить данный процесс. Условно методы научного исследования можно представить как:

1) Теоретический анализ (данный метод позволит построить математические модели самого процесса тушения, вывести формулы и предсказать поведение системы в той или иной ситуации на основе законов физики и химии).

2) Статистический анализ (данный метод будет использоваться для обработки большого массива данных, полученных в ходе экспериментов, выявления закономерностей и оценки достоверности результатов).

3) Измерение (данный метод является одним из ключевых, поскольку без непосредственных измерений невозможно получить фактические значения параметров тушения).

4) Компьютерное моделирование (данный метод позволит имитировать реальные процессы тушения в виртуальной среде, что поможет исследовать параметры в случаях, когда реальный эксперимент дорог или опасен).

Парокапельная среда — это мелкодисперсный водяной туман (или аэрозоль), получаемый из перегретой воды. Она образуется в результате «взрывного вскипания»

перегретой воды (нагретой до 160–280°C при избыточном давлении от 15,8 до 98,7 атм.) при выходе из ствола-распылителя в атмосферу.[2] По своим свойствам близка к туману (взвесь мелких капель воды в воздухе) во взвешенном состоянии капли могут находиться в воздухе при скорости восходящих потоков 0,6 м/с [3]. В области пожаротушения парокапельная среда, полученная в результате взрывного вскипания, впервые предложена исследованиях Роевко В.В.

Для изучения параметров объёмного тушения в замкнутых объёмах парокапельной средой необходимо использовать совокупность методов исследований. Поскольку предстоит определить большое количество параметров и данных, часть из которых приведена ниже:

- 1) Огнетушащая концентрация огнетушащего вещества (ОТВ) [4] (концентрация огнетушащего вещества в объёме, создающая среду, не поддерживающую горение).
- 2) Критический секундный расход ОТВ (предельное минимальное значение интенсивности подачи огнетушащего вещества, при котором тушение пожара не наступает).
- 3) Удельный расход (количество огнетушащего вещества, приходящееся на единицу площади (объёма) при тушении пожара)
- 4) Фактический удельный расход огнетушащего вещества на тушение (то количество огнетушащего вещества, израсходованное за время тушения в расчёте либо на 1 м² площади пожара, либо на 1 м³ объёма помещения)
- 5) Интенсивность подачи ОТВ (количество огнетушащего вещества, подаваемое на единицу защищаемой площади (объёма) в единицу времени)
- 6) Критическая интенсивность подачи огнетушащего вещества (предельное минимальное значение интенсивности подачи, разделяющее области параметров, в которой происходит тушение пожара, и области, в которой невозможно тушение материалов данными огнетушащими средствами)
- 7) Степень негерметичности (Выраженное в процентах отношение суммарной площади постоянно открытых проемов к общей площади поверхности помещения.)[5]

Огнетушащее действие парокапельной среды включает в себя все существующие механизмы тушения, за счет получения пара и мелкодисперсных капель, витающих в объеме. Данная среда образуется при выходе недогретой струи (температура воды 170-220 °С, давление более 1,6 МПа) из форсунки в атмосферу, переходит мгновенно из «недогретой» воды в «перегретую» и как следствие происходит взрывное вскипание воды. В результате, чего образуется парокапельная среда с размером капель порядка 0,01-10 мкм. Парокапельная среда обладает схожими механизмами прекращения горения, что и огнетушащие газовые составы (изоляция, разбавление, охлаждение, ингибирование).[6] Исходя из этого мы можем предположить, что основные параметры тушения парокапельной средой, возможно определить методами исследования, которые применяются для исследования газовых огнетушащих веществ (ГОТВ)

В настоящий момент существует ряд гостированных испытаний, позволяющих определять огнетушащую интенсивность.

Критическую интенсивность подачи ОТВ можем выразить из формулы нахождения удельного расхода ГОТВ [7]:

$$g = \frac{\tau_T q_{нг} M}{v_{пом} 22,4} \quad (1)$$

$$I_{кр} = \frac{M q_{нг}}{22,4 v_{пом}} \quad (2)$$

где:

τ_T – время тушения;

g – удельный расход, $q_{нг}$ -критический секундный расход;

M – молярная масса;

$v_{пом}$ – объем помещения, $\frac{1}{22,4}$ кол-во киломолей в одном кубическом метре при нормальных условиях (умножение на M дает массу газа в этом кубометре)

Таким образом, для дальнейшего исследования огнетушащей способности паракапельной среды, возможно, опираться на гостированную методику по определению огнетушащей способности газов [8]. Однако необходимо учесть, что паракапельная среда, обладает отличительными особенностями от газовых составов, например, предполагается, что на результат тушения пожара может оказать значительное значение, такой процесс как конденсация паров воды. Поэтому в настоящее время определение параметров объёмного тушения в замкнутых объёмах паракапельной средой, полученной в результате взрывного вскипания, является актуальной научной задачей.

Список источников

1. ГОСТ Р 57188-2016 — национальный стандарт Российской Федерации, «Численное моделирование физических процессов. Термины и определения».
2. Исаева Л.К., Кармес А.П., Пряничников А.В., Храмцов С.П. Экологические аспекты использования температурно-активированной воды при тушении пожаров и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2014. № 2. С. 43-46.
3. Арабаджи В. Туманы планеты [Электронный ресурс] // Интернет-журнал Meteoweb.ru. Режим доступа: <http://meteoweb.ru/phen033.php>
4. ГОСТ Р 53280.3–2009 — национальный стандарт Российской Федерации, «Установки пожаротушения автоматические. Огнетушащие вещества. Часть 3. Газовые огнетушащие вещества. Методы испытаний».
5. СП 485.1311500.2020 — свод правил «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования».
6. Роечко В.В. Технология температурно-активированной воды: физическая сущность, история разработки, перспективы развития / В.В. Роечко, А.П. Кармес // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация – 2008. – № 1. – С. 15–19
7. Лабораторный практикум по дисциплине «Физико-химические основы развития и тушения пожаров»: Учебно-методическое пособие/ С. А. Бобков, А. В. Бабурин, П. В. Комраков, А. В. Смирнов: – М.: Академия ГПС МЧС России, 2013. – 60 с.
8. ГОСТ Р 50969-96 — государственный стандарт Российской Федерации, «Установки газового пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний».

Александр Вадимович Пивоваров

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», Минск, Республика Беларусь
(sasha1500vo@list.ru)

Дмитрий Николаевич Коробочка

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», Минск, Республика Беларусь
(dmkor_box@mail.ru)

**Многофункциональные перчатки спасателя «Rescuehand» как элемент экосистемы
«Smart firefighter»**

Аннотация. В работе рассмотрены перспективы создания многофункциональных аварийно-спасательных перчаток «RESCUEHAND» как элемента интеллектуальной экосистемы «Smart Firefighter». Обоснована необходимость расширения функций традиционных средств защиты рук за счёт интеграции сенсорных модулей, средств передачи данных и элементов оперативного информирования спасателя-пожарного. Представлены основные функциональные возможности разрабатываемых перчаток, включающие мониторинг параметров окружающей среды, обнаружение опасных факторов и передачу данных в режиме реального времени. Показано, что внедрение подобных решений способно повысить уровень ситуационной осведомлённости спасателей-пожарных, снизить риск травматизма и повысить эффективность действий при ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: спасатель-пожарный; интеллектуальная экипировка; Smart Firefighter; мониторинг окружающей среды; сенсорные системы; RESCUEHAND.

Alexander V Pivovarov

State Educational Institution «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Minsk, Republic of Belarus

Dmitry N Korobochka

State Educational Institution «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Minsk, Republic of Belarus

**Multifunctional Rescue Gloves «Rescuehand» as an Element
of the «Smart Firefighter» Ecosystem**

Abstract. The paper examines the prospects for developing multifunctional rescue gloves «RESCUEHAND» as an element of the intelligent «Smart Firefighter» ecosystem. The need to expand the functions of traditional hand protection equipment through the integration of sensor modules, data transmission tools, and elements of оперативного informing the firefighter-rescuer is substantiated. The main functional capabilities of the gloves under development are presented, including monitoring of environmental parameters, detection of hazardous factors, and real-time data transmission. It is shown that the introduction of such solutions can increase the level of situational awareness of firefighter-rescuers, reduce the risk of injuries, and improve the effectiveness of actions taken in emergency response.

Keywords: firefighter-rescuer; intelligent protective equipment; Smart Firefighter; environmental monitoring; sensor systems; RESCUEHAND.

Работа спасателей-пожарных связана с воздействием большого количества опасных факторов: высоких температур, открытого огня, токсичных продуктов горения, механических

повреждений и электрического напряжения. В таких условиях особое значение приобретают средства индивидуальной защиты, обеспечивающие безопасность личного состава при ликвидации чрезвычайных ситуаций. Эффективность выполнения боевой задачи в значительной степени определяется не только уровнем профессиональной подготовки спасателя, но и степенью технологической оснащённости его экипировки. Именно поэтому развитие современных средств индивидуальной защиты сегодня рассматривается как одно из приоритетных направлений повышения безопасности и результативности действий подразделений по чрезвычайным ситуациям.

Аварийно-спасательные перчатки предназначены для защиты рук от термических, механических и химических воздействий, а также для обеспечения возможности выполнения профессиональных действий с техническими средствами, инструментом и элементами оборудования [1]. Вместе с тем традиционные конструкции перчаток ориентированы преимущественно на реализацию защитной функции и, как правило, не обеспечивают получение пользователем информации о параметрах окружающей среды.

Современное развитие сенсорных технологий, носимой электроники и цифровых средств обмена данными создаёт предпосылки для расширения функциональных характеристик аварийно-спасательных перчаток. В рамках концепции «Smart Firefighter» данный элемент экипировки может рассматриваться не только как средство индивидуальной защиты, но и как носимая платформа для сбора, первичной обработки и передачи информации о факторах окружающей среды.

Необходимость такого подхода обусловлена тем, что руки спасателя-пожарного являются одной из наиболее уязвимых анатомических областей при тушении пожаров и проведении связанных с ними аварийно-спасательных работ. При этом конструкция перчаток должна обеспечивать не только нормативный уровень защиты, но и достаточную подвижность кисти, тактильную чувствительность и эргономичность, необходимые для выполнения технологических операций в сложной оперативной обстановке [2].

Современные аварийно-спасательные перчатки изготавливаются из многослойных композиционных материалов, включающих термостойкие ткани, мембранные и влагозащитные слои, а также усиливающие элементы в зонах наибольшей эксплуатационной нагрузки. Подобные конструктивные решения обеспечивают защиту рук от высоких температур, механических повреждений и воздействия агрессивных сред [2]. Однако дальнейшее развитие данного элемента экипировки связано с интеграцией в его конструкцию функциональных электронных компонентов.

К числу основных функциональных возможностей многофункциональных перчаток могут быть отнесены мониторинг параметров окружающей среды, обнаружение тепловых источников, передача данных на внешние устройства отображения, а также обеспечение взаимодействия с другими элементами экипировки спасателя. Реализация указанных функций позволяет рассматривать перчатки как компонент распределённой системы информационной поддержки действий личного состава.

Мониторинг окружающей среды может обеспечиваться посредством встроенных миниатюрных датчиков температуры, влажности, давления и концентрации опасных газов. Использование таких датчиков позволяет регистрировать изменения параметров среды непосредственно в зоне выполнения работ и передавать соответствующую информацию пользователю либо на командный пункт управления [3]. Данная функция имеет практическое значение при работе в замкнутых пространствах, на объектах промышленности, транспортной инфраструктуры и в иных условиях с повышенной вероятностью быстрого изменения оперативной обстановки.

Дополнительным функциональным элементом могут выступать тепловизионные сенсоры, обеспечивающие обнаружение скрытых очагов горения, локальных зон перегрева и объектов, обладающих повышенной тепловой контрастностью [4]. Размещение такого модуля в конструкции перчатки позволяет осуществлять локальный тепловой контроль

непосредственно в процессе обследования оборудования, конструкций и труднодоступных участков.

Получаемая сенсорными модулями информация может передаваться на визор защитного шлема, очки дополненной реальности либо иные устройства визуализации. Такой подход обеспечивает отображение предупреждающих сигналов, служебных отметок и дополнительных информационных сообщений непосредственно в поле зрения пользователя. С точки зрения эргономики это позволяет сократить время восприятия данных и минимизировать необходимость отвлечения от выполнения основной задачи.

Важной составляющей многофункциональных перчаток являются средства связи и передачи данных. Использование встроенных модулей беспроводного обмена позволяет организовать взаимодействие между перчатками, иными элементами экипировки и внешними системами управления [5]. Дополнительно могут применяться тактильные средства оповещения, в частности вибрационные модули, обеспечивающие передачу коротких сигналов в условиях ограниченной слышимости и визуальной доступности информации.

В качестве примера реализации данного подхода может быть рассмотрен проект многофункциональных перчаток спасателя-пожарного нового поколения «RESCUEHAND». Концептуальной особенностью разработки является интеграция системы непрерывного мониторинга опасных факторов среды непосредственно в конструкцию аварийно-спасательных перчаток.

Перчатки «RESCUEHAND» предусматривают возможность регистрации концентрации опасных газов, температуры окружающей среды, напряжённости электрического поля, уровня электромагнитного излучения, наличия пламенного горения, а также скрытых источников возгорания. Такой набор контролируемых параметров ориентирован на комплексную оценку оперативной обстановки в зоне чрезвычайной ситуации.

Данные могут передаваться в режиме реального времени и использоваться для оперативной оценки условий работы личного состава. Это позволяет своевременно выявлять факторы, способные привести к повышению уровня опасности, и учитывать их при принятии тактических решений. Потенциальная область применения разработки включает ликвидацию чрезвычайных ситуаций на объектах электротранспорта, химически опасных объектах, промышленных предприятиях, а также выполнение работ в условиях ограниченной видимости и в среде, непригодной для дыхания.



(1 – инфракрасный датчик; 2, 9 – индикатор; 3 – модуль тепловизора; 4 – модуль обработки данных и связи; 5, 13 – LED-экран; 6 – энергонезависимая метка идентификации спасателя-пожарного; 7, 14 – модуль питания; 8 – датчик температуры; 10 – индикатор состояния; 11 – газоанализатор; 12 – модуль детектора высокого напряжения).

Рисунок – Многофункциональные перчатки спасателя-пожарного «RESCUEHAND»

Использование многофункциональных перчаток данного типа может способствовать совершенствованию информационного обеспечения действий спасателя-пожарного за счёт получения данных о параметрах среды непосредственно в зоне выполнения работ. При этом практическая значимость разработки определяется не только расширением функциональных возможностей средств индивидуальной защиты рук, но и возможностью их интеграции в общую цифровую архитектуру экипировки.

Перспективы дальнейшего развития подобных решений связаны с применением технологий искусственного интеллекта и интернета вещей. Использование алгоритмов интеллектуального анализа данных потенциально позволяет перейти от регистрации отдельных параметров к выявлению характерных сочетаний признаков опасных процессов и формированию предупредительных сигналов о возможном развитии неблагоприятных сценариев, включая аварийные процессы на объектах с высокоэнергетическими источниками питания.

Таким образом, традиционные аварийно-спасательные перчатки, обеспечивая необходимый уровень защиты рук спасателя-пожарного, в большинстве случаев не выполняют функций оперативного мониторинга опасных факторов окружающей среды. В этой связи многофункциональные аварийно-спасательные перчатки следует рассматривать как перспективное направление совершенствования средств индивидуальной защиты спасателя-пожарного. Проект «RESCUEHAND» демонстрирует возможность интеграции защитных, сенсорных и коммуникационных функций в единую носимую систему, обеспечивающую повышение информированности спасателя о параметрах окружающей среды в режиме реального времени. Развитие подобных решений может стать одной из составляющих формирования экосистемы «Smart Firefighter», ориентированной на

совершенствование информационного обеспечения личного состава и повышение эффективности выполнения аварийно-спасательных работ.

Список источников

1. ТР ЕАЭС 043/2017. О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения [Электронный ресурс] : принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 23 июня 2017 г. № 40. — URL: <https://www.reglament.by/wp-content/uploads/2018/05/TR-TS-043-2017-O-trebovaniakh-k-sredstvam-obespechenia-pozharnoy-bezopasnosti-i-sredstv-pozharotushenia.pdf> (дата обращения: 26.03.2026).
2. СТБ 1960-2009. Система стандартов безопасности труда. Средства защиты рук пожарных. Общие технические условия. — Введ. 01.10.2009. — Минск: БелГИСС, 2009. — 36 с.
3. First Responders' Situational Awareness [Электронный ресурс] // VCL ITI. — URL: <https://vcl.iti.gr/publications/smart-helmet-combining-sensors-ai-augmented-reality-and-personal-protection-to-enhance-first-responders-situational-awareness> (дата обращения: 01.02.2026).
4. Тепловизионные технологии VOx и a-Si: в чем их разница? [Электронный ресурс] // Control Engineering. — URL: <https://control.ua/blog/teplovizionnye-tehnologii-vox-i-a-si-v-chem-ih-raznica.html> (дата обращения: 01.02.2026).
5. Средства связи [Электронный ресурс] // FireGuys. — URL: https://fireguys.ru/metodicheskie_plany/pozharnaja-i-avariino-spasatel'naja-tehnika/sredstva-svjazi.html (дата обращения: 01.02.2026).

УДК: 614.86:629.331.5-83
ББК: Ц903.83

Александр Вадимович Пивоваров

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», Минск, Республика Беларусь
(sasha1500vo@list.ru, SPIN 5506-5244)

Иван Андреевич Корускевич

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», Минск, Республика Беларусь
(taktik@ucp.by)

Технология проведения аварийно-спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях с участием электромобилей

Аннотация. В работе рассмотрены особенности ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий с участием электромобилей, а также вопросы тушения тяговых аккумуляторных батарей. Проанализированы основные риски, обусловленные конструктивными особенностями электромобилей, включая наличие высоковольтных систем, возможность теплового разгона аккумуляторов и повторного воспламенения. Представлен алгоритм действий спасателей при проведении аварийно-спасательных работ: идентификация транспортного средства, его стабилизация, обесточивание и деблокировка пострадавших. Рассмотрены современные способы тушения электромобилей, основанные на интенсивном охлаждении аккумуляторных батарей, а также особенности постпожарного контроля. Отмечена необходимость совершенствования тактики действий пожарно-спасательных подразделений и повышения уровня подготовки личного состава к работе с электромобилями.

Ключевые слова: электромобиль, дорожно-транспортное происшествие, аварийно-спасательные работы, высоковольтная батарея, тепловой разгон, пожаротушение, деблокировка пострадавших, тепловизионный контроль.

Alexander V Pivovarov

State Educational Institution «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Minsk, Republic of Belarus

Ivan A Koruskevich

State Educational Institution «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Minsk, Republic of Belarus

Technology for conducting emergency rescue operations in road traffic accidents involving electric vehicles

Abstract. The paper examines the specific features of eliminating the consequences of road traffic accidents involving electric vehicles, as well as the issues of extinguishing traction battery packs. The main risks обусловленные конструктивными особенностями электромобилей, including the presence of high-voltage systems, the possibility of battery thermal runaway, and re-ignition, are analyzed. An algorithm of actions for rescuers during emergency rescue operations is presented: vehicle identification, stabilization, de-energization, and extrication of victims. Modern methods of extinguishing electric vehicles based on intensive cooling of traction battery packs, as well as the specifics of post-fire monitoring, are considered. The need to improve the tactics of fire and rescue units and to enhance the training level of personnel for working with electric vehicles is emphasized.

Keywords: electric vehicle, road traffic accident, emergency rescue operations, high-voltage battery, thermal runaway, firefighting, victim extrication, thermal imaging control.

В современном мире автомобиль остается одним из основных и наиболее массовых средств передвижения. По оценкам на 2025 г., мировой парк транспортных средств составляет около 1,65 млрд единиц. Одновременно продолжается ускоренный рост сегмента электромобилей: по данным IEA, в 2024 г. мировые продажи электромобилей превысили 17 млн единиц, а их доля в структуре глобальных продаж новых автомобилей превысила 20%. В Республике Беларусь также наблюдается устойчивая положительная динамика распространения электротранспорта: по состоянию на 1 октября 2025 г. в стране было зарегистрировано более 41 тыс. электромобилей [1]. На фоне роста автомобилизации и расширения использования EV формируются новые вызовы для аварийно-спасательных подразделений, поскольку конструктивные особенности таких транспортных средств существенно изменяют характер последствий дорожно-транспортных происшествий, алгоритмы деблокировки пострадавших и тактику тушения пожаров. В связи с этим вопросы ликвидации последствий ДТП с участием EV приобретают все большую научную и практическую значимость.

EV могут представлять значительную опасность при ДТП и пожаре вследствие специфики конструкции и наличия высоковольтной аккумуляторной системы. В отличие от автомобилей с двигателем внутреннего сгорания, EV содержат тяговую батарею высокого напряжения, силовые кабели, инверторы, преобразователи и иные элементы электрооборудования, сохраняющие потенциальную опасность даже после остановки автомобиля. При этом батарея может быть повреждена механически или термически, что создает условия для короткого замыкания, выделения токсичных продуктов разложения, повторного воспламенения и развития теплового разгона [2].

Пожарная опасность EV определяется не только наличием значительного запаса электрической энергии, но и применением литий-ионных аккумуляторов, чувствительных к перегреву, механическим воздействиям и внутренним дефектам. При нарушении целостности аккумуляторных ячеек возможно развитие цепной экзотермической реакции, сопровождающейся интенсивным выделением тепла и трудностью прекращения горения традиционными способами [3, 4]. Указанные особенности требуют уточнения алгоритма действий пожарно-спасательных подразделений как на этапе аварийно-спасательных работ, так и при последующем пожаротушении и постпожарном контроле.

Алгоритм действий спасателей при ДТП с участием EV.

Ликвидация последствий ДТП с участием EV должна осуществляться поэтапно с обязательным учетом специфики конструкции транспортного средства и степени повреждения его энергетической системы.

1. Идентификация транспортного средства и оценка обстановки. На первоначальном этапе необходимо определить тип транспортного средства: полностью электрический автомобиль, гибридный автомобиль либо транспортное средство с традиционным двигателем внутреннего сгорания. Для EV характерны отсутствие выхлопной системы, наличие маркировки изготовителя, специальных обозначений зарядных разъемов и иных внешних признаков. При возможности рекомендуется использовать аварийно-спасательные карты конкретной модели автомобиля.

2. Стабилизация и обездвиживание. EV функционирует практически бесшумно, поэтому в процессе работ существует риск позднего обнаружения включенного тягового привода и непроизвольного нажатия на педаль акселератора. Даже при отказе части бортовых систем тяговая батарея продолжает оставаться источником электроэнергии [2]. В связи с этим первоочередным действием является надежная фиксация автомобиля с помощью противооткатных башмаков, а при необходимости — дополнительных средств стабилизации кузова.

3. Блокировка запуска. Требуется установить селектор передач в положение «Park» (для отдельных моделей — в положение, предусмотренное изготовителем), задействовать стояночный тормоз и деактивировать систему зажигания при помощи смарт-ключа, удалив его на расстояние не менее 5 м от автомобиля. При этом необходимо учитывать, что ключ

может находиться в салоне, кармане пострадавшего или в непосредственной близости от места проведения работ.

4. Отключение низковольтной сети. Необходимо отсоединить отрицательную клемму штатной 12-вольтовой АКБ либо удалить фрагмент провода длиной 5–10 см, чтобы исключить риск самопроизвольного восстановления контакта. Это позволяет обесточить часть вспомогательных систем автомобиля и снизить вероятность несанкционированного срабатывания отдельных исполнительных устройств.

5. Отключение высоковольтной сети. Выполняется в соответствии с рекомендациями изготовителя и оперативной документацией, ориентируясь на предупреждающую маркировку, аварийные размыкатели либо сервисные предохранители [5]. Конструкция ряда EV предусматривает наличие специальных зон для аварийного обесточивания — петель для перекусывания кабеля, расположенных в определенных частях кузова. Перекусывание одной из таких петель с удалением фрагмента длиной 5–10 см обеспечивает разрыв цепи высоковольтного оборудования. При отсутствии достоверной информации о конструкции конкретной модели запрещается выполнять резку элементов в зонах вероятного прохождения высоковольтных кабелей.

6. Проведение аварийно-спасательных работ. Перед началом резки элементов кузова необходимо демонтировать внутреннюю обшивку для контроля отсутствия пиропатронов систем пассивной безопасности. Следует исключить случайное повреждение силовых кабелей и высоковольтных узлов, а также удалить декоративные панели для визуального контроля скрытых элементов конструкции. В процессе деблокировки пострадавших, находящихся на передних сиденьях, важно убедиться в отсутствии в зоне резки высоковольтной проводки и силовых агрегатов. Обязательным условием является применение средств защиты от внезапного срабатывания подушки безопасности водителя. Одновременно необходимо организовать постоянный контроль состояния тяговой батареи на предмет нагрева, задымления и появления признаков повторного развития аварийного процесса.

Особенности и способы тушения EV.

Основной задачей при тушении EV является интенсивное охлаждение тяговой АКБ для купирования, замедления и последующего прекращения реакции теплового разгона. Однако ячейки высоковольтной батареи размещены в прочном металлическом корпусе и защищены герметизирующими оболочками, что затрудняет прямой доступ огнетушащих веществ к очагу термической реакции. Именно эта конструктивная особенность во многом определяет специфику тушения EV: батарея способна поддерживать опасный аварийный процесс даже при ограниченном доступе воздуха. В результате эффективность традиционных способов тушения, основанных на поверхностном орошении, снижается, а в отдельных случаях для достижения необходимого охлаждающего эффекта требуются значительные объемы воды [6].

К основным способам тушения EV относятся следующие.

Применение стволов-пробойников. Устройства, такие как Rosenbauer и «Корба», размещаются под днищем аварийного EV. Оснащенные пробивным наконечником, они позволяют вскрыть корпус тяговой батареи и подавать огнетушащее вещество непосредственно в очаг возгорания [6]. К преимуществам метода относятся дистанционный характер работы, сокращение расхода воды и повышение интенсивности локального охлаждения. Ограничением является необходимость точного знания конфигурации батареи и расположения ее модулей у конкретной модели автомобиля.

Технология плавких лючков. В конструкцию отдельных современных EV закладываются специальные технологические отверстия, закрытые термочувствительными вставками. Эти элементы, размещаемые на шасси или корпусе батареи, разрушаются под воздействием высокой температуры и открывают канал для подачи огнетушащего вещества непосредственно внутрь батарейного блока. Несмотря на очевидную эффективность, такие лючки располагаются внутри конструкции автомобиля, что может затруднять их оперативное использование. Кроме того, число моделей, оснащенных данной системой, пока ограничено.

Использование специализированных контейнеров. Поврежденный EV помещается в контейнер, который заполняется водой через пожарные рукава, обеспечивая длительное охлаждение аккумуляторного блока. При невозможности немедленной подачи воды контейнер может использоваться как изолирующая камера для предотвращения распространения опасных факторов пожара. Вместе с тем данный метод оценивается неоднозначно: термическое поражение одного модуля может инициировать каскадное разрушение соседних, а полное погружение способно повредить изначально исправные модули и повысить риск повторного возгорания после извлечения автомобиля. Дополнительными недостатками являются высокая стоимость контейнера и логистические сложности его доставки к месту происшествия.

Подкатные устройства для охлаждения. Для охлаждения тяговой аккумуляторной батареи могут применяться подкатные устройства, изготовленные в подразделении и размещаемые под днищем EV для подачи воды в зону расположения аккумуляторного блока. В отличие от пробивных систем, такие устройства не вскрывают корпус батареи, а обеспечивают наружное охлаждение днища и снижение температуры АКБ. Их применение позволяет организовать длительное охлаждение батарейного отсека, уменьшить вероятность развития теплового разгона и повысить безопасность работы личного состава. Ограничения применения заключаются в том, что такие устройства обеспечивают только внешнее охлаждение батареи через днище автомобиля, поэтому их эффективность может быть недостаточной при глубоком термическом повреждении АКБ, деформации кузова и ограниченном доступе под автомобиль.

Альтернативные средства. Более мобильным и доступным решением по сравнению со специализированным контейнером является сумка-покрывало. В замкнутых пространствах, таких как тоннели и паркинги, на начальном этапе возгорания допускается применение противопожарного полотна для ограничения теплового воздействия и локализации распространения продуктов горения [7]. Однако на практике добиться полной герметизации зоны пожара невозможно, поэтому использование полотна не обеспечивает полной ликвидации горения в EV, но позволяет сдерживать распространение пламени, снижать температуру в очаге и выигрывать время для развертывания основных сил и средств.

Тепловизионный контроль. Обязательным элементом ликвидации пожара EV является тепловизионный контроль состояния тяговой АКБ на всех этапах работ. Его применение позволяет своевременно выявлять локальные зоны перегрева, оценивать эффективность охлаждения и принимать решение о необходимости продолжения подачи огнетушащего вещества.

Полное подавление горения EV может потребовать значительного времени. После завершения активной фазы пожара необходим продолжительный мониторинг состояния тяговой АКБ ввиду сохраняющейся угрозы повторного воспламенения. При фиксации повторного роста температуры, задымления, выделения газов или иных признаков возобновления аварийного процесса подачу огнетушащего вещества необходимо немедленно возобновить. Кроме того, целесообразно организовать безопасную площадку временного размещения поврежденного EV на удалении от зданий, сооружений и иных транспортных средств.

Таким образом, установлено, что ликвидация последствий ДТП с участием EV требует обязательного учета специфики их конструкции, прежде всего наличия высоковольтной системы и тяговой аккумуляторной батареи, способной сохранять опасность после механического повреждения и в условиях пожара. Определено, что наибольшее значение для обеспечения безопасности личного состава имеют своевременная идентификация типа транспортного средства, его стабилизация, блокировка запуска и последовательное отключение низковольтной и высоковольтной систем. Показано, что при тушении EV решающим фактором является интенсивное и продолжительное охлаждение тяговой АКБ, тогда как выбор технических средств должен определяться конструктивными особенностями конкретной модели и условиями оперативной обстановки. Практическая значимость работы

заключается в возможности использования полученных результатов при подготовке личного состава пожарно-спасательных подразделений, совершенствовании тактики действий и разработке методических рекомендаций по ликвидации последствий ДТП с участием EV.

Список источников

1. Более 41 тыс. электромобилей зарегистрировано в Беларуси // БЕЛТА. — URL: <https://belta.by/economics/view/boleee-41-tys-elektromobilej-zaregistrirovano-v-belarusi-741836-2025/> (дата обращения: 17.03.2026).
2. Чем опасен электрокар при ДТП? // dtp-profi.ru. — URL: <http://dtp-profi.ru/chem-opasen-elektrokar-pri-dtp.html> (дата обращения: 07.03.2025).
3. Гори ясно: почему электромобили – это головная боль пожарных // autonews.ru. — URL: <https://www.autonews.ru/news/5b2c96419a7947692164d0c2> (дата обращения: 07.03.2025).
4. Канонин, Ю. Н. Пожарная опасность электромобилей / Ю. Н. Канонин, А. В. Лыщик // Бюллетень результатов научных исследований. — 2023. — Вып. 1. — С. 38–51. — DOI: 10.20295/2223-9987-2023-1-38-51.
5. Рекомендации по тушению пожаров и ликвидации чрезвычайных ситуаций в электромобилях и электробусах: утв. Первым заместителем Министра по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь // Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.
6. Kolbasov, A. F. The main approaches to the system of fire extinguishing and elimination of consequences of accidents of electric vehicles / A. F. Kolbasov, K. Karpukhin, O. V. Dvoenko, I. A. Olkhovsky // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — 2021. — Vol. 867, Iss. 1. — P. 012092. — DOI: 10.1088/1755-1315/867/1/012092.
7. Kathrine, A. EV fire blanket test. Centro Zaragoza tests the Bridgehill reusable fire blanket on an electric vehicle 2023 // bridgehill.com. — URL: <https://bridgehill.com/news-insights/ev-fire-blanket-test> (дата обращения: 10.02.2025).

Содержание

Секция 1

Тушение пожаров управление, совершенствование, проблемы

<i>Теребнев В. В., Андреев Д. В., Зайченко Ю. С.</i>	
Управление дыханием в условиях минимального количества воздуха при использовании дыхательных аппаратов в организационной системе подготовки газодымозащитников	5
<i>Молодоженцев П. В., Ищенко А. Д., Андросенко С. Г.</i>	
Сдерживание пожаров на объектах энергетики в начальной стадии	11
<i>Данилов М. М., Денисов А. Н., Апарин Н. М.</i>	
Сравнительный анализ архитектур управления группой беспилотных летательных аппаратов для задач МЧС России.....	18
<i>Шкунов С. А., Зайченко Ю. С.</i>	
Моделирование поддержки принятия решений при управлении переоснащением территориальных пожарно-спасательных гарнизонов	24
<i>Антонов С. В.</i>	
Обнаружение людей мобильным персональным устройством при пожарах в зданиях объектов энергетики.....	29
<i>Володченков Р. Б., Новиков А. А.</i>	
Современные методические подходы по обоснованию выбора пожарного автомобиля.....	32
<i>Горбунов Д. Н., Гаврилюкова Т. Е., Данилов М. М., Денисов А. Н., Ширинкин П. В.</i>	
Тактический прием применения инструмента при тушении пожара	38
<i>Захаревский В. Б., Григорьев А. Н.</i>	
К вопросу применения аэрозольных огнетушащих составов для тушения пожаров в торговых центрах подразделениями пожарной охраны.....	44
<i>Савченко В. В., Григорьев А. Н.</i>	
Применение жаргона на пожаре - теория и практика	46
<i>Давыдова В. М., Апарин Н. М., Кипкеев Н. Э., Грацкий Р. Н., Базаев Ю.И.</i>	
Интеграция прогнозных моделей распространения огня на базе искусственного интеллекта в системы управления полетами беспилотными летательными аппаратами для оптимизации тактики пожаротушения.....	49
<i>Денисов А. Н., Данилов М. М., Власов К. С.</i>	
Условия развития пожаров до крупных размеров	53
<i>Денисов А. Н., Данилов М. М., Мареев М. А.</i>	
Совершенствование организационного управления охраной труда в системе МЧС России на основе анализа статистических данных и моделирования	59
<i>Денисов А. Н., Данилов М. М., Максимкин В. А., Шевцов М. В., Клименти Н. Ю.</i>	
Граничные условия, определяющие динамику тушения пожара при горении вентилируемых фасадов.....	65
<i>Григорьев А. Н., Денисов А. Н., Евтеев Д. С.</i>	
Унификация условно-графических обозначений на схемах расстановки сил и средств	71
<i>Шатилов Ю. С., Аниськов В. И., Ефремова А. С.</i>	
Методы охлаждения тяговых аккумуляторных батарей при пожарах легковых электромобилей	75
<i>Жилкин Е. С., Данилов М. М., Денисов А. Н., Еловигов Э. В.</i>	
Идентификация участников тушения пожара и анализ угроз их здоровью	78
<i>Захарченко А. Н.</i>	
Оценка пожарных рисков в Сибирском федеральном округе.....	82

<i>Камалов Д. К., Аристархов В. А.</i>	
Предложения по повышению эффективности технического обслуживания и ремонта пожарных автомобилей Главного Управления МЧС России по Тюменской области.....	88
<i>Морозов А. А., Козлов Е. А.</i>	
Эксплуатационные испытания дыхательных аппаратов со сжатым воздухом	94
<i>Каминская М. М., Корчак А. С.</i>	
Актуальность применения тактической вентиляции при тушении пожаров на кораблях и подводных лодках	99
<i>Циммер Д. А., Ковалев С. В., Ковалева О.А., Коришунов И. В., Смагин А. В.</i>	
Интеллектуальные методы анализа технического состояния дыхательных аппаратов со сжатым воздухом	104
<i>Кузнецов А. В., Кузнецов И. А., Суrowегин А.В., Куликова Е. Л.</i>	
Применение беспилотных летательных аппаратов для мониторинга и управления ликвидацией крупных пожаров на резервуарных парках	109
<i>Кузовков И. М., Габдуллин В. Б., Смагин А. В., Садыков И. И., Андреев Д. В.</i>	
Бифункциональная система сухотрубов: параллельная подача воды на тушение пожара и подача воздуха в СИЗОД для обеспечения непрерывной работы в непригодной для дыхания среде	115
<i>Кузовкова А. С., Кузовков И. М., Хачиров А. В., Коришунов И. В., Габдуллин В. Б.</i>	
Разрыв между теорией и практикой в образовательном процессе: юридические и тактические аспекты преодоления	118
<i>Кузовкова А. С., Кузовков И. М., Грацкий Р. Н., Бурлай А. А., Середа А. Е.</i>	
Инструкция по эксплуатации «крайней необходимости»: практикум для руководителя тушения пожара	123
<i>Кутузов В. Р., Коришунов И. В., Смагин А. В., Бондаренко М. В., Кузовков И. М.</i>	
Поиск и спасение пострадавших с применением фотолюминесцентного маркера	129
<i>Куртов С. О.</i>	
Обоснование геометрического подхода к определению глубины тушения современных пожарных стволов.....	135
<i>Двоенко О.В., Кучмасов Д. А., Фератов А, Р.</i>	
Тушение пожаров электротранспорта, использующего литий-ионные аккумуляторные батареи: проблемы и практики борьбы с ними.....	139
<i>Лазаренко С. Л.</i>	
Совершенствование методов тушения пожара в многоэтажных зданиях	144
<i>Левченко А. С., Зыков В., И., Антонов С. В.</i>	
Организация оперативной связи в подразделениях пожарной охраны.....	150
<i>Мареев М. А., Денисов А. Н.</i>	
Нормативно-параметрическая модель управления ресурсными потоками в организационной системе пожаротушения.....	155
<i>Михайлова Г. А., Стешенко Н. А.</i>	
Трагедия на Чернобыльской атомной электростанции.....	161
<i>Нгуен Тхе Тай</i>	
Формализация процессов управления в организационных системах пожаротушения на основе математической логики	165
<i>Апарин Н. М., Нуйкин А. Д., Давыдова В. М.</i>	
Влияние этажности и конструктивных особенностей зданий на выбор методов эвакуации и средств спасания в условиях пожара	170
<i>Рубцов Д. Н., Осипов Д. Р.</i>	
Системы автоматической противопожарной защиты для нефтяных резервуаров с плавающей крышей.....	177

<i>Пилецкий Р. В., Денисов А. Н.</i>	
Организация управления тушением пожаров в регионе с нестабильным режимом функционирования: этапы, вызовы и перспективы (на примере Донецкой Народной Республики)	183
<i>Пустовалова Н. С., Гавкалюк Б. В., Тарасов С. В., Пигусов Д. Ю.</i>	
Алгоритм прогнозирования и оценки обстановки на пожарах в жилых и общественных зданиях для проведения спасательных работ	189
<i>Саляхутдинова А.А., Алексеева Е. И.</i>	
Проблемы тушения лесных пожаров на особо охраняемых природных территориях	194
<i>Лыжов В. В., Смагин А. В., Терехнев В. В.</i>	
Оценка тактических возможностей сил газодымозащитной службы пожарно-спасательного гарнизона при проведении спасательных работ в дошкольных образовательных учреждениях ЦАО г. Москвы	199
<i>Кирьян А. П., Лебедева В. В., Старикова И.Г.</i>	
Влияние химических реагентов на огнетушащую способность воды	204
<i>Копылов Н. П., Инчиков А. П., Кузнецов А. Е., Сушкина Е. Ю., Новикова В. И.</i>	
Огнезащитная эффективность добавки к воде «лес-01» при защите объектов от ландшафтных пожаров	208
<i>Минаев В. А., Мокшанцев А. В., Тимохин В. В., Алексеев Г. Н.</i>	
Моделирование динамики распространения лесных пожаров на основе модифицированного клеточного автомата с учётом рельефа и метеорологических условий	213
<i>Минаев В. А., Мокшанцев А. В., Тимохин В. В., Алексеев Г. Н.</i>	
Оптимизация мониторинга лесных территорий с применением адаптивных маршрутов беспилотных авиационных систем	218
<i>Третьяков А.А.</i>	
Обоснование проблем и направлений совершенствования системы управления пожарными подразделениями	223
<i>Тужиков Е. Н., Куширов К. А.</i>	
Роль it-технологий в повышении пожарной безопасности: опыт разработки программы для эвм в МЧС России	227
<i>Тужиков Е. Н., Куширов К. А.</i>	
Проектирование баз данных как ключевой элемент развития информационных систем МЧС России: обеспечение пожарной безопасности и управление чрезвычайными ситуациями ...	232
<i>Pham Quoc Hung, Nguyen Minh Tan, Pham The Quang</i>	
International cooperation experiences of countries in preventing and responding to emergency situations - issues posed for Vietnam in the coming time	237
<i>Денисов И. П., Фроленков С. В.</i>	
Исследование проблемы аварийного самоспасения пожарных при отказе дыхательного аппарата со сжатым воздухом: нормативные коллизии и пути их преодоления	243
<i>Хабибулин Р. Ш.</i>	
Многоуровневая адаптация управления реагированием пожарно-спасательных подразделений	247
<i>Фроленкова С. В., Хацукова И. А., Массерова И.В.</i>	
Формирование клинического мышления у сотрудников ГПС при оказании первой помощи на основе симуляционных технологий	252
<i>Массерова И.В., Фроленкова С. В., Хацукова И. А., Крупчак М.М.</i>	
Оптимизация алгоритмов первой помощи при поражении опасными факторами пожара	255
<i>Шамсудинов Г. Ю., Чумутин А. О.</i>	
Применение технологий nvdi при мониторинге лесных пожаров	260
<i>Кулагина Л. В., Шефер Э. А., Серебряков П. М.</i>	
Разработка гибридной интеллектуальной мониторинговой системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты	265

<i>Фогилев И.С., Шухмин Е. А.</i>	
Анализ пожаров в жилом секторе в Российской Федерации	270
<i>Щербаков А. В., Денисов А. Н.</i>	
Детерминация параметров системы управления добровольной пожарной охраной	275
<i>Щербаков А. В.</i>	
Организационное управление создания и развития добровольной пожарной охраны.....	282
<i>Щербаков А. В.</i>	
Добровольчество в системе управления пожарной безопасностью Московской области.....	287
<i>Щербаков А. В., Джангиев Р. Н.</i>	
Управление корпусом сил добровольной пожарно-спасательной службы.....	294
<i>Щербаков А. В., Данилов М. М.</i>	
Документационное управление добровольной пожарной охраной	298
<i>Долговидов А. В., Орлов О. И., Комельков В.А.</i>	
Методика оценки эффективности гелевого огнетушителя «ягель» при тушении пожаров литий-ионных аккумуляторов	303
<i>Данилов И. М.</i>	
Горно-маркшейдерский подход к анализу зоны пожара в подземных сооружениях и управлению тушением в условиях крайней необходимости.....	310
<i>Аникин С. Н.</i>	
Показатель адекватности как сравнительный признак достаточности принятых решений при тушении пассажирских железнодорожных подвижных составов	315
<i>Апарин Н. М., Шурыгин М. А., Приступок Д. Н.</i>	
Нормативные правовые пробелы в регулировании применения беспилотных летательных аппаратов для пожаротушения: предложения по совершенствованию законодательств	319
<i>Антонов С. В.</i>	
Проблемные вопросы в системах обнаружения людей при пожарах в зданиях объектов энергетики.....	324
<i>Вечтомов Д. А., Уваров И. А., Довыденко С. Н.</i>	
О методике анализа достаточности действий по тушению пожара.....	328
<i>Баканов М. О., Гринченко Б. Б., Захаров Д. Ю., Кляузов А. Ю. Хачиров А. В.</i>	
Влияние тепловой нагрузки на функциональное состояние газодымозащитников при тушении пожаров	332
<i>Фелер Е. А., Бженикова Б. А., Ольховский И. А., Мамонов А. А.</i>	
Обеспечение пожарной безопасности на атомных электростанциях Российской Федерации, анализ современных угроз о материально-технического обеспечения.....	337
<i>Ольховский И. А., Дмитриев А. Ю., Щетнев К. П., Косьянова Е. Н.</i>	
О необходимости обеспечения пожарной безопасности на зарядных станциях.....	342
<i>Васильев Н. А., Бобкова Т. Н., Кориунов И. В., Габдуллин В. Б., Хачиров А. В.</i>	
Противопожарная служба г.Вязники с далеких дней до 1917 года	346
<i>Петров А. Н., Григорьев А. Н.</i>	
Усовершенствование алгоритма действий подразделений пожарной охраны при тушении пожара в складском комплексе.....	352
<i>Киселева Е. А., Апарин Н. М., Кузьмина О. А., Никольский С. А.</i>	
Цифровая поддержка профессионального развития сотрудника.....	355
<i>Апарин Н.М., Шурыгин М. А., Агузаров К. А., Середина А. Е., Бурлай А. А.</i>	
Инновационные подходы к тушению пожаров на навесных вентилируемых фасадах многоэтажных зданий в условиях ограниченной доступности пожарно-спасательной техники	362
<i>Нуйкин А. Д., Сибиряков М. В., Апарин Н. М., Шурыгин М. А.</i>	
Анализ существующих средств и способов спасения из многоэтажных зданий	366
<i>Хаджимов Т. В., Фирсова Т. Ф.</i>	
Средства повышения эффективности систем подачи воздуха в защищаемые помещения ...	371

<i>Игнатов И. М., Соковнин А. И.</i>	
Параметры объёмного тушения в замкнутых объёмах парокапельной средой.....	375
<i>Пивоваров А. В., Коробочка Д. Н.</i>	
Многофункциональные перчатки спасателя «rescuehand» как элемент экосистемы «smart firefighter»	378
<i>Пивоваров А. В., Корускевич И. А.</i>	
Технология проведения аварийно-спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях с участием электромобилей.....	383

**МАТЕРИАЛЫ
X МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ПОЖАРОТУШЕНИЕ: ПРОБЛЕМЫ, ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ»**

Издано в авторской редакции

Редакционная коллегия:

доктор техн. наук Ищенко Андрей Дмитриевич – главный редактор
канд. техн. наук Зайченко Юлия Сергеевна – выпускающий редактор
канд. техн. наук, доцент Бондаренко Михаил Владимирович

Косьянова Елена Николаевна
Андросенко Сергей Геннадьевич
Шурыгин Максим Андреевич
Апарин Николай Максимович
Гудков Максим Андреевич
Комаревцев Никита Васильевич
Андросенко Сергей Геннадьевич
Габдуллин Владислав Булатович

Подписано в печать _____. Формат 60×90 1/16.
Печ. л. 21,75. Уч.-изд. л. 15,9. Бумага офсетная.
Тираж 100 экз. Заказ _____

Академия ГПС МЧС России
129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, 4