

Для цитирования: О.И. Степанов, Е.Е. Зайцева, С.А. Худякова. Моделирование расчетов параметров работы звеньев газодымозащитной службы на основе эксперимента. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2020; 47 (1): 117-125. DOI:10.21822/2073-6185-2020-47-1-117-125

For citation: O.I. Stepanov, E.E. Zaitseva, S.A. Khudyakova. Model of calculations for experimentally-obtained gas and waterproof service line operational parameters. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2020; 47 (1): 117-125. (In Russ.) DOI:10.21822/2073-6185-2020-47-1-117-125

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 004.932.2

DOI: 10.21822/2073-6185-2020-47-1-117-125

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСЧЕТОВ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ЗВЕНЬЕВ ГАЗОДЫМОЗАЩИТНОЙ СЛУЖБЫ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

О.И. Степанов¹, Е.Е. Зайцева², С.А. Худякова³

¹Казенное учреждение Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Центр обработки вызовов и мониторинга систем обеспечения безопасности жизнедеятельности»

¹628007, г. Ханты-Мансийск, ул. Мира, д.108, Россия,

²Главное управление МЧС России по Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре

²628011, г. Ханты-Мансийск, ул. Студенческая, 5а, Россия,

³Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России,

³620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22, Россия

Резюме. Целью исследования является моделирование и расчетное обоснование тактических возможностей звеньев газодымозащитной службы пожарно-спасательных подразделений, как первичных единиц, осуществляющих разведку пожара и спасание пострадавших; анализ методики оценки действий личного состава пожарных подразделений по спасанию пострадавших. **Метод.** Экспериментальное обоснование необходимости корректировки расчетных методов определения параметров работы звеньев газодымозащитной службы при организации массового спасания пострадавших на объекте пожара. Моделирование действий звеньев газодымозащитной службы на основе теории графов. Рассмотрены различные подходы к прогнозированию параметров работы звеньев газодымозащитной службы в противопожарных службах. **Результат.** Приведены факторы, определяющие предельные параметры работы звеньев газодымозащитной службы. Приведены примеры расчета параметров работы звеньев газодымозащитной службы при массовом спасении пострадавших на объекте пожара. **Вывод.** Сформулировано заключение относительно целесообразности учета осложняющих факторов работы личного состава газодымозащитной службы в коэффициенте, учитывающем необходимый запас воздуха на обратный путь с учетом непредвиденных обстоятельств и значении среднего расхода воздуха.

Ключевые слова: разведка, звено, эксперимент, спасание, расход воздуха, путь

MODEL OF CALCULATIONS FOR EXPERIMENTALLY-OBTAINED GAS AND WATERPROOF SERVICE LINE OPERATIONAL PARAMETERS

O.I. Stepanov¹, E.E. Zaitseva², S.A. Khudyakova³

¹Government agency of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Ugra «Centre for Call Processing and Monitoring of Health and Safety Systems»

¹108 St. Mira, Khanty-Mansiysk 1628007, Russia,

²General Directorate of the Ministry of Emergencies of Russia for the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug - Ugra,

²5a Studencheskaya Str., Khanty-Mansiysk 1628011, Russia,

³Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia,

³22 Mira Str., Ekaterinburg 2620062, Russia

Abstract. Aim. Modelling and calculations were carried out to justify the tactical capabilities of gas and smoke protection units of the fire and rescue units as primary units carrying out fire reconnaissance and rescue of victims of fires. A methodology for assessing actions of personnel of fire departments when rescuing victims was analysed. **Method.** An experimental justification is given for the need to adjust the calculation methods for determining the working parameters of gas and smoke protection units when organising mass rescue of victims of a fire. A model is proposed for considering the actions of the fireteam of a gas and smoke protection service based on graph theory. Various approaches to forecasting operational parameters of gas and smoke protection units in fire services are considered. **Results.** Factors determining the limiting parameters of the gas and smoke protection units are presented along with examples for calculating operational parameters during mass rescue of victims of a fire. **Conclusion.** A conclusion is formulated regarding complicating factors of the work of the personnel of the gas and smoke protection service in the coefficient, considering the necessary air supply for the return trip, unforeseen circumstances and average air flow.

Keywords: reconnaissance, fireteam, experiment, rescue, air consumption, path

Введение. Одной из основных функций системы обеспечения пожарной безопасности является тушение пожаров и проведение аварийно-спасательных работ, осуществляемое совокупностью сил и средств (личного состава, техники пожарно-спасательных подразделений, огнетушащих веществ) [1, 2].

Силы и средства пожарно-спасательных подразделений на месте пожара действуют в виде позиций, представляющих из себя организационные системы или человеко-машинные (эргатические) системы [3, 4].

Постановка задачи. Наиболее функциональными позициями, с точки зрения разновидности выполняемых задач, являются звенья газодымозащитной службы (ГДЗС) [5], а также позиции, осуществляющие действия при помощи робототехнических средств (РТС) [6].

Методы исследования. В учебной и методической литературе приводятся различные методики оценки действий личного состава при выполнении задач по тушению пожаров [7, 8]. Большинство методов основаны на микро нормировании действий личного состава и расчете времени выполнения действий при различной нагрузке с учетом многообразных факторов [9, 10]. В [11] предложены зависимости времени спасения пострадавших способами переноски, с помощью спасательной веревки, способом сопровождения и по автолестнице. В зависимости от способа транспортировки, приводятся следующие значения времени спасения [11] (табл. 1).

Табл. 1. Зависимость времени спасания (мин.) по лестничному маршруту от веса спасаемого
Table 1. The dependence of the time of rescue (min) by flight of stairs on the weight of the saved

Этаж Floor	Масса, кг Weight, kg					
	60	65	70	75	80	90
2	0,6	0,62	0,65	0,66	0,75	0,78
4	1,23	1,27	1,38	1,43	1,47	1,5
6	1,75	1,78	1,83	1,98	2,03	2,15

В [12] приведены результаты практических экспериментов по проведению спасательных работ в среде, непригодной для дыхания, в части определения зависимостей времени проведения спасательных работ и расхода воздуха в баллонах ДАСВ при поиске и спасании пострадавших методом транспортировки в положении лёжа на спине (табл. 2).

Табл. 2. Результаты проведённых экспериментов по поиску, нахождению и спасанию пострадавших (взрослого человека и ребенка)

Table 2. The results of experiments to search, find and rescue the injured (adult and child)

Спасательные работы Rescue Work	Время спасательных работ, мин. Rescue Time, min.	Расход воздуха по давлению в баллоне, кгс/см ² Air consumption by pressure in a cylinder, kgf / cm ²	Расход воздуха по времени работы в ДАСВ, (кгс/см ²)/мин Air consumption by operating time in DASV, (kgf / cm ²) / min.	Средний расход воздуха, л/мин. Average air consumption l/min
Поиск и нахождение взрослого пострадавшего, упаковка и транспортировка Search and finding an adult victim, packaging and transportation	транспортировка: 13 всего: 22,5 Total:transportation	до 255	до 11,33	до 70,06
Поиск и нахождение пострадавшего ребенка, упаковка и транспортировка Search and find the injured child, packaging and transportation	транспортировка: 7 всего: 20,5 Total:transportation	до 195	до 9,51	до 58,80

В [13] приведен способ распределения запаса воздуха в ДАСВ по правилу «трех третей», согласно которому звено распределяет запас на 3 части.

Одна треть на продвижение вглубь объекта пожара, по израсходованию которой звено ГДЗС должно направляться к выходу из НДС. Для обратного пути предназначена вторая треть, а третья резервируется для непредвиденных задержек во время возврата.

Обсуждение результатов. Эксперименты, проведенные в подразделениях федеральной противопожарной службы по Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре, показали существенное влияние на тактические возможности звеньев ГДЗС следующих факторов:

- уровень (этаж) нахождения пострадавших;
- тип применяемого дыхательного аппарата на сжатом воздухе (ДАСВ) и его характеристики (в основном по запасу воздуха и эргономике);
- состояние и масса пострадавших;
- наличие технических средств (решений), облегчающих транспортировку пострадавших.

Эксперименты проводились в 2 блока:

- 1) без пострадавших на свежем воздухе;

2) с пострадавшими на уровне второго этажа зданий (торгово-развлекательных центров).

В целом процесс работы звеньев ГДЗС от момента включения в ДАСВ можно представить в виде графа (рис. 1).

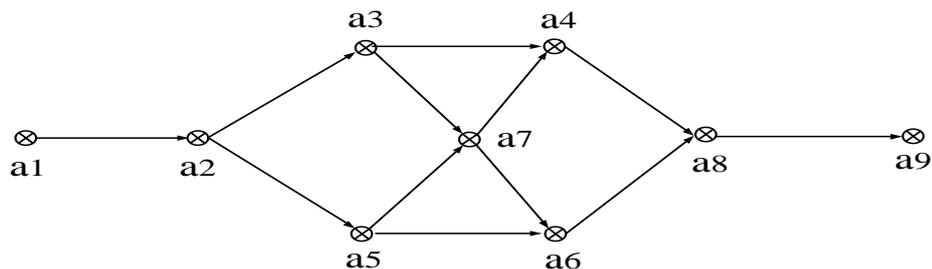


Рис. 1. Граф работы звена ГДЗС

где: a1 – включение звена ГДЗС в ДАСВ, a2 – разведка объекта пожара, a3 – поиск пострадавших, a4 – эвакуация пострадавших, a5 – поиск очага пожара, a6 – тушение очага (зоны горения), a7 – выполнение других аварийно-спасательных работ, a8 – выход звена ГДЗС на свежий воздух, a9 – выключение звена ГДЗС из ДАСВ.

Fig. 1. Schedule of work of the gas and smoke protection service

where: a1 - inclusion of a firefighter unit's in breathing apparatus, a2 - reconnaissance of a fire object, a3 - search for victims, a4 - evacuation of victims, a5 - search for a fire source, a6 - extinguishing a fire (combustion zone), a7 - other emergency rescue operations, a8 - firefighter unit's exit to fresh air, a9 - firefighter unit's shutdown from breathing apparatus.

Экспериментальные данные, полученные при проведении пожарно-тактических учений в г. Ханты-Мансийске, а также в ходе опытов в подразделениях федеральной противопожарной службы в городах Нижневартовск, Югорск, Ханты-Мансийск, показали необходимость поиска путей расширения тактических возможностей звеньев ГДЗС для проведения операций по спасанию пострадавших. Расстояние от места включения звена ГДЗС до места расположения пострадавших составляло не менее 70 м с учетом лестничных маршей.

Зависимость времени спасания 2 пострадавших звеньями ГДЗС в составе 3 человек (рис. 2) показывает необходимость внедрения технических средств (решений), облегчающих транспортировку пострадавших, находящихся в бессознательном состоянии [13, 14].

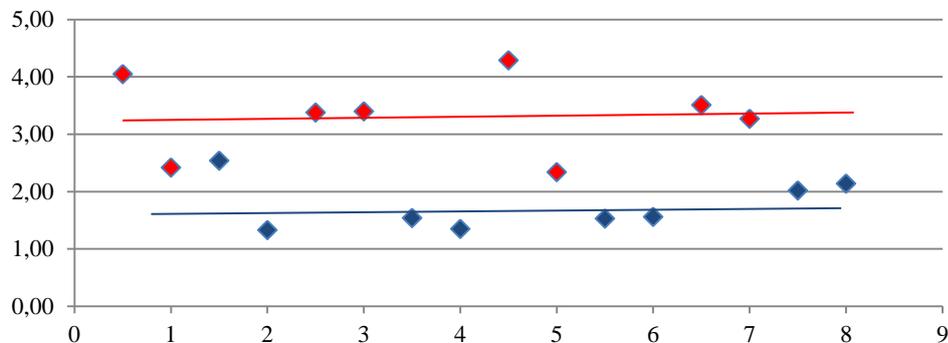


Рис. 2. Результаты экспериментов по проведению спасания 2 пострадавших звеньями ГДЗС в составе 3 человек, мин.

где: ◆ – время работы звеньев ГДЗС без технических средств (решений), облегчающих транспортировку пострадавших, ◆ – время работы звеньев ГДЗС с применением технических средств (решений), облегчающих транспортировку пострадавших

Fig. 2. The results of experiments on the rescue of 2 injured by gas and smoke protection service, consisting of 3 units, min

where: ◆ – operating time of firefighter units without technical means (solutions) that facilitate the transportation of victims, ◆ – operating time of firefighter units with technical means (solutions) that facilitate the transportation of victims

Среднее значение по проведенным опытам составило для звеньев с техническими средствами (решениями), облегчающими транспортировку пострадавших – 1,75 мин., без технических средств (решений) – 3,33 мин.

При опытах с 5 пострадавшими на 1 звено ГДЗС получены следующие зависимости (табл. 3) [15].

Табл. 3. Результаты проведённых экспериментов по поиску, нахождению и спасанию пострадавших в торговых центрах [15]

Table 3. The results of experiments to search, locate and rescue victims in shopping centers [15]

Состав звеньев The composition of the links	Среднее давление включения, кгс/см ² Average pressure of inclusion, kgf / cm ²	Среднее время проведения действий, мин. сек. Average time of action, min. sec	Количество спасенных пострадавших The number of survivors	Среднее давление при завершении действий, кгс/см ² Average pressure at the completion of actions, kgf / cm ²	Наличие средств спасения Availability of rescue equipment
2	289	12,11	5	60	Есть There is
2	282	13,32	3	53	Нет Not
3	291	14,13	3	63	Нет Not
4	288	07,22	5	160	Нет Not

Итоговое время фиксировалось по выносу на свежий воздух последнего спасенного из расположенных пострадавших или по выключению звена ГДЗС из-за первого срабатывания звукового сигнала ДАСВ [15].

Согласно расчетным формулам [16], примененным для условий проведения опытов с различными составами звеньев ГДЗС, получены значения $P_{\text{max.пад.}}$ – максимальное падение давления при движении от поста безопасности (ПБ) до конечного места работы, кгс/см²; $P_{\text{к.вых.}}$ – давление, при котором звену ГДЗС необходимо выходить из НДС, если очаг пожара не будет найден, кгс/см²; ΔT – время с момента включения в ДАСВ до начала выхода из непригодной для дыхания среды (НДС):

$$P_{\text{max.пад.}} = \frac{P_{\text{min.вкл.}} - P_{\text{уст.раб.}}}{2,5} \quad (1)$$

где $P_{\text{min.вкл.}}$ – наименьшее в составе звена ГДЗС значение давления в баллоне при включении, кгс/см²; 2,5 – коэффициент, учитывающий необходимый запас воздуха на обратный путь с учетом непредвиденных обстоятельств.

$$P_{\text{max.пад.}} = \frac{282 - 10}{2,5} = 108 \text{ кгс/см}^2$$

$$P_{\text{к.вых.}} = P_{\text{min.вкл.}} - P_{\text{max.пад.}} \quad (2)$$

$$P_{\text{к.вых.}} = 282 - 108 = 174 \text{ кгс/см}^2$$

Время с момента включения в ДАСВ до начала выхода из НДС составило:

$$\Delta T = \frac{P_{\text{max.пад.}} \times V_6}{40 \times K_{\text{сж}}} \quad (3)$$

где V_6 – объем баллона со сжатым воздухом, установленный на ДАСВ, л; 40 – средний расход воздуха, л/мин.; $K_{\text{сж}}$ – коэффициент сжимаемости воздуха.

$$\Delta T = \frac{108 \times 6,8}{40 \times 1,1} = 16,6 \text{ мин.}$$

При расчете с коэффициентом, учитывающим необходимый запас воздуха на обратный путь с учетом непредвиденных обстоятельств, принятым для сложных условий работы равный «3», ΔT составит 14 минут.

Расчетные данные показывают, что звенья ГДЗС, задействованные при проведении опытов в экипировке, соответствующей требованиям [5], могли выполнить задачу по спасению 5

пострадавших только в составе 4 и более газодымозащитников при условии повторного возвращения в локацию нахождения пострадавших.

Звенья в сокращенном до 2 человек составе способны выполнить аналогичную задачу на пределе параметра ΔT , при этом расчетный параметр превышает фактически установленный в опытах в среднем на 2 минуты, что означает необходимость уточнения порядка расчета для случаев массового спасения с возвращением в локацию нахождения пострадавших.

Таким образом расширить тактические возможности звеньев ГДЗС возможно, «разгрузив» членов звена, путем совершенствования методов эвакуации пострадавших. Применение средств (решений), облегчающих транспортировку пострадавших, повышает тактические возможности звеньев в 1,5 – 2 раза, как по количественному составу звена, так и по времени проведения спасания.

Также опытами установлено, что наиболее трудозатратным и затратным по времени проведения всей операции по спасанию этапом работы с пострадавшим, находящимся без сознания, является участок а4 – а8 (рис. 1). Именно на этот этап, согласно [12, 15] приходится максимальный расход запаса воздуха ДАСВ 60-85 л/мин (в зависимости от применения спасательного устройства).

Ориентируясь на данные [15, 17]: средняя предельная дистанция передвижения по объекту пожара (при проведении спасательной операции) не более 200 м; среднее предельное время работы газодымозащитников 12-13 минут; средняя площадь разведки 1 звеном ГДЗС до 460 м² – предлагается представить путь а2, а3, а4, а8, в случае массового спасания, в составе следующих этапов (рис. 3):

- 1) путь от ПБ к месту нахождения пострадавших;
- 2) упаковка пострадавшего (пострадавших);
- 3) транспортировка пострадавшего (пострадавших);
- 4) оценка возможности повторного возвращения в случае оставшихся пострадавших;
- 5) путь к месту нахождения пострадавших;
- 6) упаковка пострадавшего (пострадавших);
- 7) транспортировка пострадавшего (пострадавших);
- 8) выход звена ГДЗС из НДС.

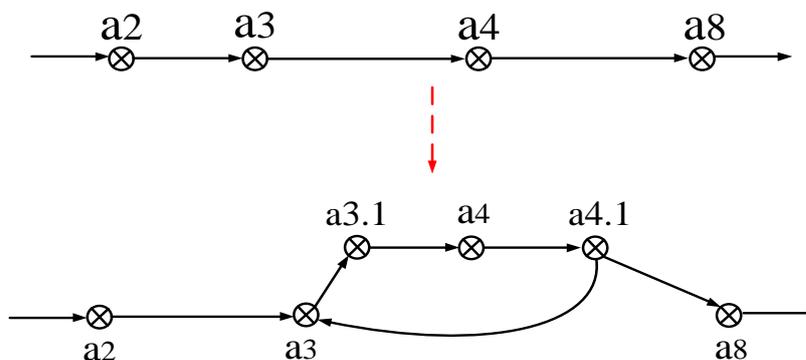


Рис. 3. Эволюция подграфа работы звена ГДЗС (а2 – а8)

где: а2 – разведка объекта пожара, а3 – поиск пострадавших, а3.1 – упаковка пострадавшего, а4 – транспортировка пострадавших, а4.1 – оценка возможности повторного возвращения, а8 – выход звена ГДЗС на свежий воздух.

Fig. 3. The evolution of the subgraph of the work of the gas and smoke protection service (a2 - a8)
where: a2 - reconnaissance of a fire object, a3 - search for the injured, a3.1 - packing the victim, a4 - transporting the victims, a4.1 - assessing the possibility of re-returning, a8 - firefighter unit's exit to fresh air.

Предлагается внести в расчеты оценку расхода воздуха, полученную эмпирическим путем. Так, безопасная и возможная эвакуация пострадавшего звеном ГДЗС возможна на расстоянии 80-90 м от места включения звена.

При обнаружении пострадавшего, продвижение возможно до 6 минут. Время продвижения с пострадавшим (пострадавшими) замедляет звено в 2 и более раза, потребление воздуха возрастает в 1,5 раза. Таким образом, при массовом спасании, операции а3 – а4 могут прово-

даться при нахождении пострадавших не далее 40-45 м от места ввода звена ГДЗС, в глубине объекта пожара.

Таким образом, необходимо внести в расчет времени работы звена ГДЗС (ΔT), при массовом спасении, средний расход воздуха не менее 60 л/мин.

По ранее проведенному расчету ΔT составит:

$$\Delta T = \frac{108 \times 6,8}{60 \times 1,1} = 11,1 \text{ мин.}$$

Полученный расчет коррелирует с экспериментальными данными [15, 17] и позволяет оценить возможность проведения массового спасения на объекте пожара.

Вывод. Текущий порядок расчетов параметров работы звеньев ГДЗС, на основании экспериментальных данных, требует корректировки в части применения коэффициента для сложных условий или среднего расхода воздуха из ДАСВ.

Изменение коэффициента, учитывающего необходимый запас воздуха на обратный путь с учетом непредвиденных обстоятельств, на значение «3,5» или применение среднего расхода воздуха 60 л/мин более коррелируется со временем работы, полученным в ходе проведения экспериментов.

Разрабатываемые методики оценки действий личного состава пожарных подразделений по спасению пострадавших должны проходить обязательное широкое экспериментальное обоснование в условиях наиболее приближенных к условиям реального пожара.

Библиографический список:

1. Федеральный закон от 21 декабря 1994 года № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» (с изменениями и дополнениями).
2. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями и дополнениями).
3. Степанов О.И. Информационно-аналитическое обеспечение управления пожарными подразделениями при тушении пожаров в жилом секторе. Автореферат диссертации канд. тех. наук: 05.13.10 / Олег Игоревич Степанов – М., 2019. – 25 с.
4. Степанов О.И., Денисов А.Н. Алгоритм синтеза системы управления пожарными подразделениями на месте пожара // интернет-журнал «Техносферная безопасность» – 2018. – Вып. № 2 (19).
5. Приказ МЧС России от 09.01.2013 №3 «Об утверждении Правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде».
6. Методические рекомендации по тактике применения наземных робототехнических средств при тушении пожаров, утвержденные МЧС России 17.07.2015, 38 с.
7. Терещнев В.В., Подгрушный А.В. Пожарная тактика: Основы тушения пожаров: учеб. пособие. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 322 с.
8. Терещнев В.В. Пожарная тактика. Расчет параметров пожаротушения. 2-е издание с изм. Екатеринбург: ООО «Издательство «Калан», 2019. – 447 с.
9. Терещнев В.В., Паровин С.Л. Математическая модель определения времени боевого развертывания // Динамика пожаров и их тушение: сборник научных трудов. – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1987.
10. Повзик Я.С., Терещнев В.В. Неравномерность нагрузки на пожарных при боевом развертывании. Пожарная техника, тактика и автоматические установки пожаротушения : сб. науч. трудов. – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1989.
11. Терещнев В.В., Подгрушный А.В. Пожарная тактика. Основы тушения пожара. – Екатеринбург: Калан, 2008. – 512 с.
12. Коршунов И.В., Смагин А.В., Панков Ю.И., Андреев Д.В. О поисково-спасательных работах звена газодымозащитной службы // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». – 2016. – № 4 (68).
13. Кабелев Н.А. Пожарная разведка: тактика, стратегия и культура. Екатеринбург: ООО «Издательство «Калан», 2016. – 348 с.
14. Универсальная спасательная петля. Рекомендации. Методика использования. – М.: ГУ МЧС России по г. Москве, 2018, 49 с.
15. Степанов О.И., Зайцева Е.Е., Стахеев М.В., Худякова С.А. О тактических возможностях звеньев газодымозащитной службы спасения пострадавших в торгово-развлекательных центрах // интернет-журнал «Техносферная безопасность» – 2019. – Вып. № 4 (25).

16. Методические указания по проведению расчетов параметров работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и зрения, утвержденные МЧС России 05.08.2013 (с изменениями), 8 с.

17. Тужиков Е.Н. Экспериментальная проверка эффективности управления звеньями газодымозащитной службы при внедрении датчиков неподвижного состояния. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2018, 45 (4), с. 124-132. [Doi.org/10.21822/2073-6185-2018-45-4-124-132](https://doi.org/10.21822/2073-6185-2018-45-4-124-132)

References:

1. Federal'nyj zakon ot 21 dekabrya 1994 g. № 69-FZ «O pozharnoj bezopasnosti» (s izmeneniyami i dopolneniyami). [Federal law of 21 Decemder 1994 № 69-FZ «On Fire Safety» (with changes and additions). (In Russ)]
2. Federal'nyj zakon ot 22 iyulya 2008 g. № 123-FZ «Tekhnicheskij reglament o trebo-vaniyah pozharnoj bezopasnosti» (s izmeneniyami i dopolneniyami). [Federal law of 22 July 2008 № 123-FZ «Technical regulations about requirements of fire safety» (with changes and additions). (In Russ)]
3. Stepanov O.I. Informacionno-analiticheskoe obespechenie upravleniya pozharnymi podrazdeleniyami pri tushenii pozharov v zhilom sektore. Avtoreferat dissertacii kand. tekhn. nauk: 05.13.10 / Oleg Igorevich Stepanov – M., 2019. – 25 s. [Stepanov O.I. Information and analytical support for the management of fire departments in extinguishing fires in the residential sector. Abstract of the dissertation: 05.13.10 - M., 2019. 25 p. (In Russ)]
4. Stepanov O.I., Denisov A.N. Algoritm sinteza sistemy upravleniya pozharnymi podrazdeleniyami na meste pozhara // internet-zhurnal «Tekhnosfernaya bezopasnost» – 2018. – Vol. № 2 (19). [Stepanov O.I., Denisov A.N. The synthesis algorithm of the fire department control system at the fire site // Technosphere Security online journal 2018. Issue. № 2 (19). (In Russ)]
5. Prikaz MCHS Rossii ot 09.01.2013 №3 «Ob utverzhdenii Pravil provedeniya lichnym sostavom federal'noj protivopozharnoj sluzhby Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby avarijno-spatel'nyh rabot pri tushenii pozharov s ispol'zovaniem sredstv individual'noj zashchity organov dyhaniya i zreniya v neprigodnoj dlya dyhaniya srede». [Order of the Ministry of Emergencies of Russia 01.01.2013 № 3 «On the Approval of the Rules for Conducting by the Personnel of the Federal Fire Service of the State Fire Service of Emergency Rescue Operations during Fire Fighting Using Personal Respiratory and Visual Aids in Unsuitable Breathing Environment». (In Russ)]
6. Metodicheskie rekomendacii po taktike primeneniya nazemnyh robototekhnicheskikh sredstv pri tushenii pozharov, utverzhdenyye MCHS Rossii 17.07.2015, 38 s. [Methodological recommendations on the tactics of using ground-based robotic equipment for fire fighting, approved by EMERCOM of Russia on 07.17.2015, 38 p. (In Russ)]
7. Terebnev V.V., Podgrushnyj A.V. Pozharnaya taktika: Osnovy tusheniya pozharov: ucheb. posobie. – M.: Akademiya GPS MCHS Rossii, 2012. – 322 s. [Terebnev V.V., Podgrushnyj A.V. Fire tactics: Fundamentals of fire fighting: textbook. allowance. - M.: Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, 2012. 322 p. (In Russ)]
8. Terebnev V.V. Pozharnaya taktika. Raschet parametrov pozharotusheniya. 2-e izdanie s izm. Ekaterinburg: OOO «Izdatel'stvo «Kalan», 2019. – 447 s. [Terebnev V.V. Fire tactics. Calculation of fire extinguishing parameters. 2nd edition, rev. Ekaterinburg: «Publishing House «Kalan», 2019. 447 p. (In Russ)]
9. Terebnyov V.V., Parovin S.L. Matematicheskaya model' opredeleniya vremeni boevogo razvyortyvaniya // Dinamika pozharov i ih tushenie: sbornik nauchnyh trudov. – M.: VIPTSH MVD SSSR, 1987. [Terebnev V.V., Parovin S.L. A mathematical model for determining the deployment time // Fire dynamics and extinguishing: a collection of scientific papers. - M.: Higher Fire Engineering School of the Ministry of the Interior USSR, 1987. (In Russ)]
10. Povzik Ya.S., Terebnyov V.V. Neravnomernost' nagruzki na pozharnyh pri boevom razvyortyvani. Pozharnaya tekhnika, taktika i avtomaticheskie ustanovki pozharotusheniya : sb. nauch. trudov. – M.: VIPTSH MVD SSSR, 1989. [Povzik Ya.S., Terebnev V.V. Uneven load on firefighters during combat deployment. Fire fighting equipment, tactics and automatic fire extinguishing installations: Sat scientific labor. - M.: Higher Fire Engineering School of the Ministry of the Interior USSR, 1989. (In Russ)]
11. Terebnyov V.V., Podgrushnyj A.V. Pozharnaya taktika. Osnovy tusheniya pozhara. – Ekaterinburg: Kalan, 2008. – 512 s. [Terebnev V.V., Podgrushnyj A.V. Fire tactics. Fire fighting basics. - Ekaterinburg: «Publishing House «Kalan», 2008. 512 p. (In Russ)]
12. Korshunov I.V., Smagin A.V., Pankov Yu.I., Andreev D.V. O poiskovo-spatel'nyh rabotah zvena gazodymozashchitnoj sluzhby // Internet-zhurnal «Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti». – 2016. – № 4 (68). [Korshunov I.V., Smagin A.V., Pankov Yu.I., Andreev D.V. On search and rescue operations of a gas and smoke protection service link // Internet journal «Technosphere Safety Technologies». 2016. No 4 (68). (In Russ)]
13. Kabelev N.A. Pozharnaya razvedka: taktika, strategiya i kul'tura. Ekaterinburg: OOO «Izdatel'stvo «Kalan», 2016. – 348 s. [Kabelev N.A. Fire intelligence: tactics, strategy and culture. Ekaterinburg: «Publishing House «Kalan», 2016. - 348 p. (In Russ)]

14. Universal'naya spasatel'naya petlya. Rekomendacii. Metodika ispol'zovaniya. – M.: GU MCHS Rossii po g. Moskve, 2018, 49 s. [Universal rescue loop. Recommendations The method of use. – M.: head-office for Moscow of EMERCOM of Russia, 2018, 49 p. (In Russ)]
15. Stepanov O.I., Zajceva E.E., Staheev M.V., Hudyakova S.A. O takticheskikh vozmozhnostyakh zven'ev gazodymozashchitnoj sluzhby spaseniya postradavshih v torгово-razvlekatel'nyh centrakh // internet-zhurnal «Tekhnosfernaya bezopasnost'» – 2019. – Vol. № 4 (25). [Stepanov O.I., Zaitseva E.E., Stakheev M.V., Khudyakova S.A. On the tactical capabilities of the gas and smoke protection service for rescue of victims in shopping and entertainment centers // Internet journal «Technosphere Security» - 2019. - Issue. № 4 (25). (In Russ)]
16. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu raschetov parametrov raboty v sredstvakh individual'noj zashchity organov dyhaniya i zreniya, utverzhdennye MCHS Rossii 05.08.2013 (s izmeneniyami), 8 s. [Guidelines for calculating the parameters of work in personal protective equipment for respiratory and visual organs, approved by EMERCOM of Russia on 05.08.2013 (as amended), 8 p. (In Russ)]
17. Tuzhikov E.N. Eksperimental'naya proverka effektivnosti upravleniya zven'yami gazodymozashchitnoj sluzhby pri vnedrenii datchikov nepodvizhnogo sostoyaniya. Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. 2018, 45 (4), s. 124-132. [Tuzhikov E.N. Experimental verification of the effectiveness of the control of gas and smoke protection units when introducing stationary sensors. Herald of the Daghestan State Technical University. Technical Science. 2018, 45 (4), pp. 124-132. Doi.org/10.21822/2073-6185-2018-45-4-124-132 (In Russ)]

Сведения об авторах:

Степанов Олег Игоревич, кандидат технических наук, преподаватель; e-mail: oleg01911@yandex.ru

Зайцева Екатерина Евгеньевна, заместитель начальника отдела по организации медицинской и психологической работы, охраны труда; e-mail: katya260387@mail.ru

Худякова Светлана Александровна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры математики и информатики; e-mail: hudyakovac@mail.ru

Information about authors:

Oleg I. Stepanov, Cand. Sc. (Technical), lecturer; e-mail: oleg01911@yandex.ru

Ekaterina E. Zaitseva, Deputy head of the department for the organization of medical and psychological work, labor protection; e-mail: katya260387@mail.ru

Svetlana A. Khudyakova, Cand. Sc. (Pedagogical), Assoc. Prof., Department of Mathematics and Computer Science.

Конфликт интересов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 18.02.2020.

Принята в печать 07.03.2020.

Conflict of interest.

The authors declare no conflict of interest.

Received 18.02.2020.

Accepted for publication 07.03.2020.