

УДК 614.842+614.849 / 004.942
DOI 10.47367/0021-3497_2024_1_164

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ
УЧАСТНИКОВ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЙ
ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**PREDICTION OF WORK PARAMETERS
OF FIRE EXTINGUISHING PARTICIPANTS
ON THE EXAMPLE OF ENTERPRISES OF TEXTILE INDUSTRY**

*Б.Б. ГРИНЧЕНКО¹, Р.М. ШИПИЛОВ¹, М.О. БАКАНОВ¹, В.Е. РУМЯНЦЕВА², Д.Ю. ЗАХАРОВ¹
B.B. GRINCHENKO¹, R.M. SHIPILOV¹, M.O. BAKANOV¹, V.E. RUMYANTSEVA², D.YU. ZAKHAROV¹*

¹Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
²Ивановский государственный политехнический университет)

(¹Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters,
²Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: grinchenko.borya@mail.ru, rim-sgpu@rambler.ru, mask-13@mail.ru,
varrym@gmail.com, mr.dmitriyzakharov@mail.ru

Статья посвящена вопросам определения плановых значений параметров безопасной работы пожарных в дыхательных аппаратах при выполнении аварийного спуска. Актуальность работы заключается в необходимости рационального распределения временных и дыхательных ресурсов пожарных при выполнении работ в дыхательных аппаратах со сжатым воз-

духом. Такой подход позволяет прогнозировать параметры работы с заданным значением уровня риска, что в свою очередь расширяет возможности лица, принимающего решение, и оказывает непосредственное влияние на контроль за безопасностью пожарных на групповом и персонализированном уровне за счет средств дистанционного мониторинга. Целью исследования является разработка научно обоснованной методики по определению плановых значений параметров безопасной работы пожарных в различных условиях с учетом времени и запаса дыхательных ресурсов. Научная новизна исследования состоит в синтезе дыхательных и временных ресурсов пожарных в ходе натурного эксперимента при выполнении аварийного спуска. Практическая значимость работы направлена на повышение эффективности управления безопасностью участников тушения пожара при выполнении аварийного спуска на различных объектах экономики, включая текстильные предприятия.

The article is devoted to the formation of planned values of parameters of safe work of firefighters in breathing apparatus, when performing emergency descent. The relevance of the work is the need for rational distribution of time and respiratory resources of firefighters when performing work in breathing apparatus with compressed air. This approach allows predicting the parameters of work with a given value of the risk level, which in turn expands the capabilities of the decision maker and has a direct impact on the control of firefighters' safety at the group and personalized level through remote monitoring means. The purpose of the study is the formation of planned values of safe work parameters of firefighters when performing emergency descent in breathing apparatus with compressed air. Scientific novelty of the study consists in synthesizing the respiratory and time resources (information) of firefighters, obtained in the course of field experiment during the performance of emergency descent. The practical significance of the work is aimed at improving the effectiveness of safety management of firefighting participants when performing emergency descent at various economic facilities, including textile enterprises.

Ключевые слова: планирование, управление безопасностью, параметры работы, дыхательный аппарат, газодымозащитники, аварийный спуск (самоспасание).

Keywords: planning, safety management, operating parameters, SCBA, firefighters, emergency descent (self-rescue).

Введение

В настоящее время крупные текстильные предприятия и фабрики заменены на частные производственные точки, которые могут располагаться как в отдельно стоящих зданиях, так и внутри помещений различной этажностью. Это говорит о том, что в зданиях различной функциональной принадлежности могут находиться частные швейные предприятия вне зависимости от их принадлежности. Об этом свидетельствует анализ, проведенный в работах [1, 2],

который говорит о росте темпов развития легкой промышленности в Российской Федерации. На текстильных предприятиях обрабатываются и перерабатываются пожаро-взрывоопасные материалы, такие как природные волокна растительного (хлопковое, льняное, пенька, джут) и животного (шерсть, шелк) происхождения, химические и искусственные волокна. Большую пожарную опасность представляют очесы,

отходы, пух, текстильная пыль, которая зачастую скапливается в вентиляционной системе и технологическом оборудовании.

Основными причинами возникновения возгорания и пожаров на текстильных предприятиях являются: несоблюдение правил пожарной безопасности при проведении электро- и газосварочных работ; нарушение правил технической эксплуатации электрооборудования (перегрузка электрических цепей, загрязнение электрооборудования текстильной пылью, короткие замыкания), нарушение технологических режимов (обрыв и наматывание волокон, ленты, пряжи, шнура, тесьмы на вращающиеся части машин, что приводит к уплотнению и дальнейшему воспламенению волокнистой структуры вследствие усиленного трения; повышение температуры в сушилках, неправильный режим опаливания тканей и термической обработки промежуточного продукта); накопление текстильного пуха и пыли на осветительной арматуре и отопительных приборах, безнадзорность включенных электроприборов; электростатические разряды; атмосферное электричество (молнии) [3].

При возникновении пожара на таких предприятиях в первые минуты создается сложная обстановка ввиду сосредоточения большого количества текстильных изделий и сырья (легкогорючей пожарной нагрузки) на 1 м². За считанные секунды весь объем помещений и этажей, включая лестничные клетки, заполняется плотным дымом. Такие обстоятельства значительно затрудняют действия пожарных, так как они проводят разведку внутри зданий в условиях опасных факторов пожара. В ходе выполнения пожарной разведки звено газодымозащитной службы (ГДЗС) работает в зоне повышенного риска наступления деструктивного события, связанного с получением травмы, а в худшем случае гибелью, так как разведка постоянно производится на неизвестной планировке в условиях нулевой видимости. Этот горький опыт запечатлен в истории пожарной охраны [4...7]. Поэтому по правилам проведения пожарной раз-

ведки у газодымозащитников в голове всегда должно быть минимум два пути покидания задымленной территории. В качестве основного способа покидания является дверь, через которую звено ГДЗС вошло в помещение. Обратный путь осуществляется в выбранном направлении по стенам, либо в качестве ориентира используется пожарный рукав или линия поиска. В качестве запасного выхода может использоваться балкон / окно, которое встречается на пути следования. Такой способ называется самоспасание или аварийный выход. Для его выполнения у звена ГДЗС есть специальная экипировка в виде карабина пожарного и веревки пожарной спасательной (ВПС-30/50), а в лучшем случае индивидуальное канатно-спусковое устройство [8]. Однако наличие специального оборудования не гарантирует успех в спасении, который во многом будет зависеть от тренированности газодымозащитников в применении навыка аварийного выхода, а также наличия достаточного количества воздуха в дыхательном аппарате [9, 10].

Ввиду вышеизложенного возникает потребность в рассмотрении вопроса, связанного с определением параметров безопасной работы участников тушения пожара на примере предприятий текстильной промышленности [11].

Методика и организация исследования

Моделирование временных и дыхательных ресурсов газодымозащитников возможно путем получения эмпирических значений этих параметров при выполнении аварийного спуска, поэтому методология экспериментального исследования построена в порядке, представленном на рис. 1.

Такой подход позволяет сформировать интервал плановых значений параметров работы с заданной вероятностью при выполнении элементарных действий, которые в совокупности образуют процесс пожаротушения [12]. Поэтому с целью формирования плановых значений временных и дыхательных ресурсов было проведено экспериментальное исследование.



Рис. 1

Исследование проводилось в закрытом спортивном комплексе Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России в дневное время суток при искусственном освещении и положительной температуре окружающей среды (20-25 °С) с участием 50 газодымозащитников в возрасте от 20 до 22 лет. Стоит отметить, что все исполнители обладали навыком и опытом самоспасания. Используемое снаряжение и оборудование при постановке эксперимента представлено в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

№	Наименование	Количество
1	Боевая одежда пожарного (БОП)	50
2	Карабин пожарный спасательный	50
3	Топор пожарный поясной	50
4	Дыхательный аппарат со сжатым воздухом ПТС «Профи-М»	50
5	Баллон со сжатым воздухом объемом 6,8 л	50
6	Веревка пожарная спасательная (ВПС-30)	4
7	Секундомер	2
8	Нагрудный пульсометр Polar H10	10

Условия выполнения сценария заключались в следующем: ВПС-30 уложена в бухту и находится у исполнителя, который включен в дыхательный аппарат со сжатым воздухом и располагается на коленях у стены, противоположной окну здания. По команде «К самоспасанию приступить!» исполнитель закрепляет веревку за несущую конструкцию здания любым доступным способом, далее сбрасывает ее с 4-го этажа учебной башни, убеждается, что веревка полностью размотана, а ее конец касается предохранительной подушки учебной башни, после чего производит выход с последующим спуском. Сценарий считается выполненным, если исполнитель смог самостоятельно спуститься с 4-го этажа учебной башни. Все работы на высоте выполнялись в обязательном порядке со страховкой.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе эксперимента получены значения дыхательных и временных ресурсов, которые представлены в табл. 2.

Таблица 2

№	$P_{нач.}$	$P_{кон.}$	$\Delta P, атм$	$t, с$	№	$P_{нач.}$	$P_{кон.}$	$\Delta P, атм$	$t, с$
1	230	210	20	84	26	240	230	10	89
2	250	230	20	95	27	280	260	20	118
3	250	230	20	134	28	220	210	10	89
4	250	230	20	133	29	230	220	10	94
5	260	230	30	158	30	220	198	22	107
6	240	220	20	183	31	240	228	12	83
7	240	230	10	81	32	230	218	12	69
8	250	230	20	89	33	250	238	12	80
9	240	220	20	86	34	210	198	12	120
10	240	220	20	81	35	260	238	22	124
11	240	220	20	108	36	240	228	12	59
12	260	240	20	135	37	250	225	25	115
13	250	240	10	110	38	220	208	12	112
14	240	230	10	92	39	240	215	25	133
15	260	240	20	107	40	270	248	22	143
16	230	210	20	118	41	230	215	15	88
17	230	220	10	70	42	280	265	15	128
18	250	240	10	60	43	250	235	15	84
19	210	200	10	88	44	260	248	12	83
20	250	230	20	93	45	210	185	25	144
21	260	250	10	68	46	200	175	25	149
22	260	250	10	73	47	250	235	15	58
23	250	220	30	134	48	240	228	12	84
24	270	250	20	115	49	180	165	15	112
25	230	220	10	117	50	260	230	30	165

Примечание: $P_{нач.}$, $P_{кон.}$ – начальное и конечное давление у газодымозащитника при выполнении сценария; ΔP – разность между начальным и конечным показателем давления; t – время, затраченное на выполнение сценария.

Для доказательства гипотезы о принадлежности эмпирических данных закону нормального распределения применялся

критерий Шапиро-Уилка. Основные показатели статистики критерия представлены в табл. 3.

Таблица 3

Основные показатели критерия для дыхательных ресурсов							
nm_2	S	S^2	$W_{расч.}$	$W_{табл.}$ при $\alpha = 0,05$	$W_{табл.}$ при $\alpha = 0,01$	$\bar{X}, атм$	$\sigma, атм$
1780,8	41,14	1692,2	0,950	0,947	0,928	16,94	6,03
Основные показатели критерия для временных ресурсов							
nm_2	S	S^2	$W_{расч.}$	$W_{табл.}$ при $\alpha = 0,05$	$W_{табл.}$ при $\alpha = 0,01$	$\bar{X}, с$	$\sigma, с$
37690,9	198,38	39356,57	0,999	0,947	0,928	103,98	27,73

Значение p – квантиля для выборки данных $n = 50$ при $p = \alpha = 0,05$ и $p = \alpha = 0,01$ составит 0,947 и 0,928 соответственно. Поскольку эти значения менее $W_{расч.}$ для выборки данных дыхательных ($W_{расч.} > W_{табл.}$; $0,950 > 0,928$) и временных ($W_{расч.} > W_{табл.}$; $0,999 > 0,928$) ресурсов, то нулевая гипотеза о нормальном распределении эмпирических результатов исследования не отклоняется при выбранных уровнях значимости. Данные могут содержать одно или несколько значений, заметно отличающихся

от остальных, поэтому необходимо выяснить причины появления таких значений, то есть определить, случайно или закономерно их появление. В случае если их появление закономерно, необходимо принять соответствующие меры. Если же появление подозрительных значений вызвано случайными причинами, можно оценить по тому или иному статистическому критерию грубых ошибок, являются ли эти значения грубыми погрешностями. Если это грубые погрешности, их необходимо исключить из

результатов генеральной совокупности наблюдений.

Так как полученные данные распределены по нормальному закону, при оценке на грубую ошибку одного значения выборки применим статистику критерия Граббса:

$$t_{расч} = \frac{|x_c - \bar{T}|}{\sigma}, \quad (1)$$

$$t_{расч} = \frac{|x_{\min} - \bar{T}|}{\sigma} = \frac{|10 - 16,94|}{6,03} = 1,15,$$

$$t_{расч} = \frac{|x_{\max} - \bar{T}|}{\sigma} = \frac{|30 - 16,94|}{6,03} = 2,16,$$

$$t_{расч} = \frac{|x_{\min} - \bar{T}|}{\sigma} = \frac{|58 - 103,98|}{27,73} = 1,65,$$

$$t_{расч} = \frac{|x_{\max} - \bar{T}|}{\sigma} = \frac{|183 - 103,98|}{27,73} = 2,85.$$

где x_c – сомнительное значение из эмпирической выборки; \bar{T} – эмпирическое среднее; σ – среднеквадратическое отклонение.

Расчетное значение необходимо сравнить с табличным t_α . Если $t_{расч} > t_\alpha$, результат x_c считают грубой ошибкой и отбрасывают.

Для выявления грубых ошибок при уровнях значимости $\alpha = 0,05$ и $\alpha = 0,01$ проведем проверку минимального и максимального значений эмпирической выборки, табличные значения которой составляют 2,956 и 3,336 соответственно при $n = 50$.

Применим статистику Граббса для дыхательных ресурсов (*атм*) и временных ресурсов (*с*), подставив полученные значения в (1).

Так как при всех уровнях значимости $t_{расч} < t_\alpha$, принимаем, что в генеральной совокупности эмпирических данных грубых ошибок нет (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Показатели критерия для дыхательных ресурсов			
α	t_α	$t_{расч}$	результат проверки
0,05	2,956	1,15	$t_{расч} < t_\alpha$
		2,16	
0,01	3,336	1,15	$t_{расч} < t_\alpha$
		2,16	
Показатели критерия для временных ресурсов			
α	t_α	$t_{расч}$	результат проверки
0,05	2,956	1,65	$t_{расч} < t_\alpha$
		2,85	
0,01	3,336	1,65	$t_{расч} < t_\alpha$
		2,85	

На основе полученных данных произведем формирование плановых параметров работы при выполнении самоспасания, необходимых для совершенствования системы управления в рамках информационной поддержки лица, принимающего решение. Для этого построим графики интегральных плотностей распределения дыхательных и временных ресурсов (рис. 2).

Произведем синтез информационных ресурсов на основе анализа графиков плотностей распределения дыхательных и временных ресурсов при самоспасании, а полученные результаты, необходимые для решения задач управления безопасностью газодымозащитников, представим в табл. 5.

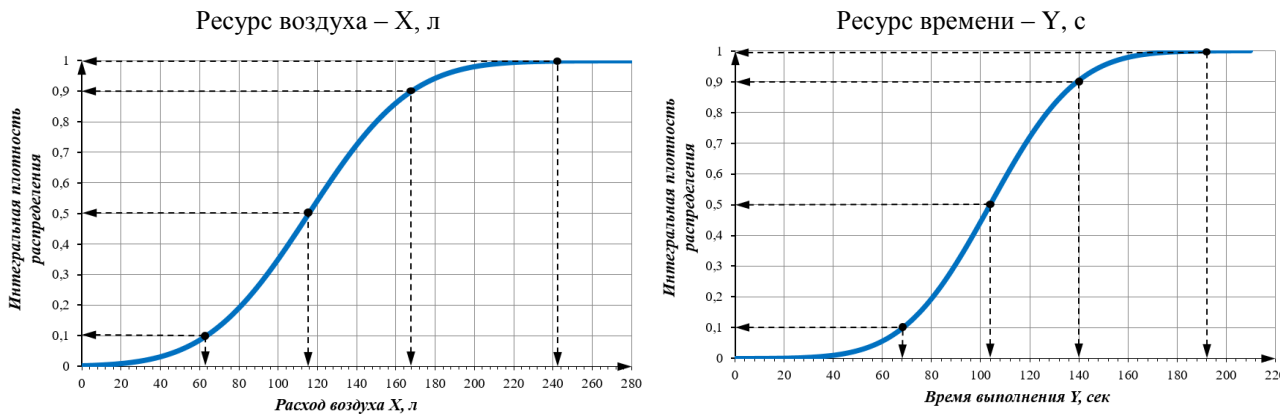


Рис. 2

Таблица 5

X	X1	X2	X3	X4
Распределение вероятностей	0,1	0,5	0,9	0,999
Дыхательные ресурсы, л	64	116	168	242
Y	Y1	Y2	Y3	Y4
Распределение вероятностей	0,1	0,5	0,9	0,999
Временные ресурсы, с	69	104	140	190

Сформированные информационные ресурсы при выполнении элемента работы газодымозащитников позволяют расширить возможности лица, принимающего решение в рамках управления их безопасностью, а именно в полной мере проводить мероприятия по планированию и нормированию параметров работы. Для этих целей на основе совокупности полученных ре-

зультатов исследования сформирована номограмма, содержащая в себе прогнозные параметры дыхательных и временных ресурсов работы газодымозащитников с возможностью выбора необходимого уровня вероятности наступления события (рис. 3 – номограмма для формирования плановых значений параметров работы при выполнении самоспасания).

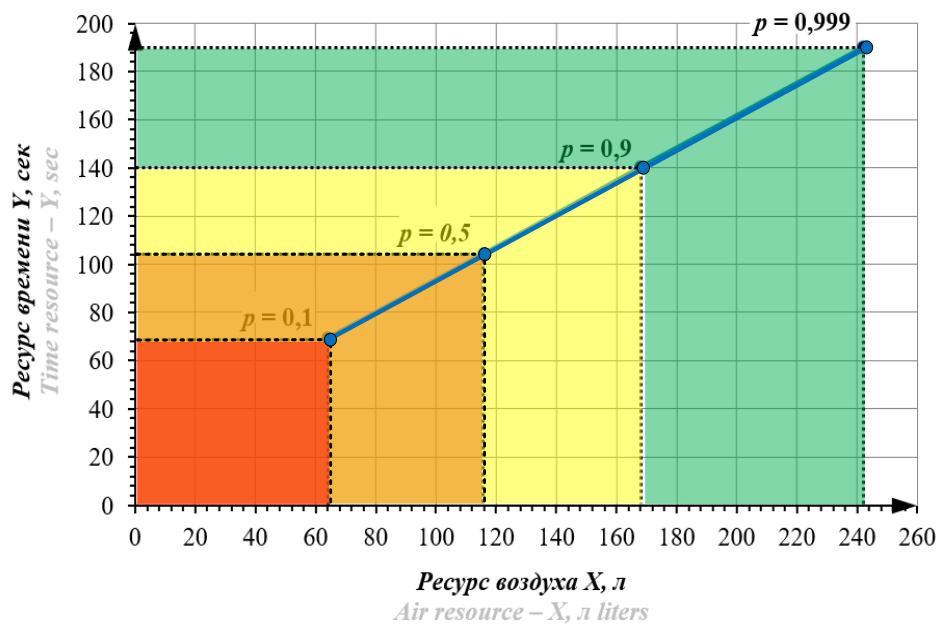


Рис. 3

Анализ номограммы позволяет утверждать, что с величиной риска $\varepsilon = 0,05$ при выполнении самоспасания с 4-го этажа газодымозащитник потратит не более 183 л воздуха (27 атм. при объеме воздушного баллона $V_0 = 6,8$) за 150 с, а с величиной риска $\varepsilon = 0,01$ – не более 211 л воздуха (31 атм. при объеме воздушного баллона $V_0 = 6,8$) за 169 с. Полученные результаты могут быть использованы для планирования действий по тушению пожара и проведению аварийно-спасательных работ в условиях непригодной для дыхания среды в рамках теории принятия управленческих решений в условиях риска и неопределенности [13].

ВЫВОДЫ

1. При использовании методов теории принятия решений для планирования боевых действий по тушению пожаров в опасных условиях и в непригодной для дыхания среде необходимо анализировать распределение исходных параметров безопасной работы пожарно-спасательных подразделений, включая газодымозащитников. Генерация и накопление этих данных возможны путем исследования элементарных видов работ, отрабатываемых на практических занятиях, учениях и тренировках в условиях, приближенных к реальному пожару.

2. Анализ генеральной совокупности эмпирических значений, полученных в ходе самоспасания газодымозащитников из окна 4-го этажа учебной башни, доказал нормальность распределения данных, однако полученный интервал значений дыхательных и временных ресурсов имеет достаточно широкий диапазон, что напрямую зависит от количества проводимых исследований.

3. Уменьшение этого диапазона возможно реализовать посредством автоматизации исходного процесса, что позволяет моделировать на основе метода статистических испытаний представление любого

процесса с учетом влияния множества случайных факторов.

Резюмируя вышеизложенное, можно утверждать, что развитие и расширение информационной базы данных параметров работы газодымозащитников позволит лицу, принимающему решение, осуществлять дополнительный контроль за безопасностью на персонализированном и групповом уровне за счет средств дистанционного мониторинга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова В.Р., Чернявский С.В., Васильева Ю.С. Легкая промышленность России в разрезе государственной политики импортозамещения и инновационного развития // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2023. № 63. С. 74...91. – doi: 10.17223/19988648/63/4.
2. Савинов Ю.А., Долженко И.Б. Тенденции развития международной торговли текстилем в эпоху POST-COVID // Российский внешнеэкономический вестник. 2023. № 2. С. 102...112. – doi: 10.24412/2072-8042-2023-2-102-112.
3. Кочетов О.С. Причины возникновения пожаров в текстильной промышленности и методы их профилактики // Современное состояние и перспективы развития научной мысли: сб-к ст. междунар. науч.-практ. конф. Волгоград: Омега сайнс, 2017. С. 22...24.
4. Сибирко В.И., Гончаренко В.С., Чечетина Т.А., Мартынов В.А. Гибель и травмирование сотрудников и работников пожарной охраны при тушении пожаров в Российской Федерации в 2017-2021 гг. // Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. М.: Академия ГПС МЧС России, 2022. Ч. 1. С. 193...197.
5. Катаргина И.В., Бородина Н.В., Брешина В.Н. Героические поступки сотрудников МЧС России (по материалам НИР «Память») // Актуальные проблемы пожарной безопасности: материалы XXXI Междунар. науч.-практ. конф. М.: ВНИИПО МЧС России, 2019. С. 685...689.
6. Харин В.В., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А., Шавырина Т.А. Оценка профессионального риска и тяжести нарушений здоровья в подразделениях Федеральной противопожарной службы МЧС России // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2021. № 2. С. 62...69. – doi: 10.25016/2541-7487-2021-0-2-62-69.
7. Кузьмина О.А., Ломаева Т.А., Фурсов А.И. О некоторых аспектах культуры охраны труда как

одного из методов профилактики гибели и травматизма личного состава МЧС России // Социально-экономические аспекты принятия управленческих решений: сб-к материалов седьмого научного семинара. М.: Академия ГПС МЧС России, 2023. С. 495...504.

8. *Логинов В.И., Дымов С.М., Русанов Д.Ю., Александров А.М.* Выбор канатно-спускных пожарных устройств для спасения людей с высоты // Пожарная безопасность. 2019. № 3(96). С. 85...91.

9. *Мирзаянц А.В., Карева М.Д.* Гибель и травматизм при пожаре в результате падений людей с высоты // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., посвященной Всемирному дню гражданской обороны. М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. Ч. 2. С. 522...529.

10. *Казанцев С.Г., Гринченко Б.Б., Катин Д.С., Кузнецов И.А., Суroveгин А.В.* Методика оценки времени выполнения нормативов по профессиональной подготовке пожарных // Современные проблемы гражданской защиты. 2022. № 4(45). С. 29...40.

11. *Федосов С.В., Гринченко Б.Б., Баканов М.О., Румянцева В.Е., Касьяненко Н.С.* Прогнозирование оперативно-тактических мероприятий при тушении пожаров текстильных предприятий на основе линейно-корреляционной модели // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2023. № 1(403). С. 145...153. – doi: 10.47367/0021-3497_2023_1_145.

12. *Гринченко Б.Б., Топольский Н.Г., Тараканов Д.В.* Информационные ресурсы поддержки управления безопасностью работ в непригодной для дыхания среде // Пожаровзрывобезопасность. 2019. Т. 28, № 5. С. 51...58. – doi: 10.18322/PVB.2019.28.05.51-58.

13. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020612223 РФ. Программное средство для оценки параметров работы газодымозащитного оборудования при пожарах и чрезвычайных происшествиях.

REFERENCES

1. *Smirnova V.R., Chernyavsky S.V., Vasilyeva Yu.S.* Light industry of Russia in the context of the state policy of import substitution and innovative development // Bulletin of Tomsk State University. Economy. 2023. No. 63. P. 74...91. – doi: 10.17223/19988648/63/4.

2. *Savinov Yu.A., Dolzhenko I.B.* Trends in the development of international textile trade in the POST-COVID era // Russian Foreign Economic Bulletin. 2023. No. 2. P. 102...112. – doi: 10.24412/2072-8042-2023-2-102-112.

3. *Kochetov O.S.* Causes of fires in the textile industry and methods of their prevention // Current state and

prospects for the development of scientific thought: collection of articles of the international scientific and practical conference. Volgograd: Omega Science, 2017. P. 22...24.

4. *Sibirko V.I., Goncharenko V.S., Chechetina T.A., Martynov V.A.* Death and injury to employees and fire department workers when extinguishing fires in the Russian Federation in 2017-2021 // Fire fighting: problems, technologies, innovations: Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference. Moscow: Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Disaster Relief, 2022. Part 1. P. 193...197.

5. *Katargina I.V., Borodina N.V., Breshina V.N.* Heroic deeds of employees of the Ministry of Emergency Situations of Russia (based on materials from the research work "Memory") // Current problems of fire safety: materials of the XXXI International Scientific and Practical Conference. Moscow: All-Russian Order of the Badge of Honor, Research Institute of Fire Defense of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Disaster Relief, 2019. P. 685...689.

6. *Kharin V.V., Bobrinev E.V., Udavtsova E.Yu., Kondashov A.A., Shavyrina T.A.* Assessment of occupational risk and severity of health disorders in units of the Federal Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia // Medical-biological and social-psychological problems of safety in emergency situations. 2021. No. 2. P. 62...69. – doi: 10.25016/2541-7487-2021-0-2-62-69.

7. *Kuzmina O.A., Lomaeva T.A., Fursov A.I.* On some aspects of the culture of labor protection as one of the methods for preventing death and injury of personnel of the Ministry of Emergency Situations of Russia // Socio-economic aspects of making management decisions: Collection of materials from the seventh scientific seminar. Moscow: Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Disaster Relief, 2023. P. 495...504.

8. *Loginov V.I., Dymov S.M., Rusanov D.Yu., Alexandrov A.M.* Selection of rope-descent fire-fighting devices for rescuing people from heights // Fire safety. 2019. No. 3(96). P. 85...91.

9. *Mirzayants A.V., Kareva M.D.* Death and injury in a fire as a result of people falling from a height // Civil defense on guard of peace and security: Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference dedicated to World Civil Defense Day. Moscow: Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2020. Part II. P. 522...529.

10. *Kazantsev S.G., Grinchenko B.B., Katin D.S., Kuznetsov I.A., Surovegin A.V.* Methodology for assessing the time required to meet standards for professional training of firefighters // Modern problems of civil protection. 2022. No. 4(45). P. 29...40.

11. *Fedosov S.V., Grinchenko B.B., Bakanov M.O., Rumyantseva V.E., Kasyanenko N.S.* Forecasting opera-

tional-tactical measures when extinguishing fires at textile enterprises based on a linear-correlation model // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2023. No. 1(403). pp. 145...153. – doi: 10.47367/0021-3497_2023_1_145.

12. *Grinchenko B.B., Topolsky N.G., Tarakanov D.V.* Information resources to support work safety management in non-breathable environments // *Pozharovzryvobezopasnost*. 2019. T. 28, No. 5. P.51...58. – doi: 10.18322/PVB.2019.28.05.51-58.

13. Certificate of state registration of computer program No. 2020612223 Russian Federation. Software tool for evaluating the parameters of gas smoke protection equipment operation at fires and emergencies. – EDN JPJDSI.

Рекомендована кафедрой естественных наук и техносферной безопасности ИВГПУ. Поступила 10.11.23.